

SISTEMÀTICA PER A L'ANÀLISI DE RESULTATS
D'ACTIVITATS EDUCATIVES A LES
INSTITUCIONS MUSEÍSTIQUES

Josep Bosch Bonacasa

Per citar o enllaçar aquest document:
Para citar o enlazar este documento:
Use this url to cite or link to this publication:
<http://hdl.handle.net/10803/687454>



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ca>

Aquesta obra està subjecta a una llicència Creative Commons Reconeixement-
NoComercial-SenseObraDerivada

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-
SinObraDerivada

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-
NoDerivatives licence



TESI DOCTORAL

**SISTEMÀTICA PER A L'ANÀLISI DE
RESULTATS D'ACTIVITATS EDUCATIVES
A LES INSTITUCIONS MUSEÍSTIQUES**

Josep Bosch Bonacasa

2022



TESI DOCTORAL

**SISTEMÀTICA PER A L'ANÀLISI DE
RESULTATS D'ACTIVITATS EDUCATIVES
A LES INSTITUCIONS MUSEÍSTIQUES**

Josep Bosch Bonacasa

2022

PROGRAMA DE DOCTORAT EN EDUCACIÓ

Dirigida per: Rosa M. Medir Huerta

Memòria presentada per optar al títol de doctor/a per la Universitat de Girona

Publicacions derivades de la tesi:

Bosch-Bonacasa, J. (2020). Software de diseño de instrucción. Evaluación de su utilidad para diseñar exposiciones educativas en museos. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 167-185. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.7472>

Revista indexada a Emerging Sources Citation Index (ESCI), Latindex, Latindex 2.0, REDIB, ERIH Plus, Dialnet Métricas, CIRC, MIAR, Carhus Plus + 2018, Ulrich's, Dialnet, Dulcinea, DOAJ... Article necessari per presentar la tesi en el Programa de Doctorat en Educació (Segons Acord de la Comissió Acadèmica del programa de Doctorat en Educació del 3 de juny del 2014).

Bosch-Bonacasa, J. (2018). Herramientas software para el diseño de contenidos de propuestas educativas en museos. A *5è Congrés Internacional Educació i accessibilitat a museus i patrimoni*. Barcelona, España: Institut de Cultura de Barcelona, Institut Municipal de Persones amb Discapacitat i Museu Marítim de Barcelona.

Llista d'abreviatures:

ADDIE	Anàlisi, Disseny, Desenvolupament Implementació i Avaluació
AI	Intel·ligència artificial
BIDI	Bidimensionals o bidireccionals
BPMN	Business Process Modeling Notacion
COLLAGE	COLlaborative LeArning desiGn Editor
COUML	Coopeartive Unified Modeling Language
CPM	Co-operative Problem-Based Learning Metamodel
E2ML	Educational Environment Modeling Language
EML	Educational Modelling Language
EPIC	Executive-Process/Interactive Control
GLUE!-PS	Group Learning Unified Environment - Pedagogical Scripting
ILDE	Integrated Learning Design Environment
IMS-LD	Integrated Management Systems-Learning Design
LAMS	Learning Activity Managment System
LD	Learning Design
LDSE	Learning Designer
LGPL	Lesser General Public License
LMS	Learning Management System
LPCEL	Learning Process Composition and Execution Language
OGLM	Open Graphical Learning Modeler
OICS	Open Icooper Content Space
OUNL	Open University of the Netherlands
QR	Quick Response barcode
RDCEO	Reusable Definition of Competency or Educational Objective
SIPP	Sistema interactiu de participació de públic.
TIC	Tecnologies de la informació i la comunicació
UML	Unified Modeling Language
UOL	Unit of learning
UOC	Universitat Oberta de Catalunya
URL	Uniform Resource Locator
VIDL	Visual Instructional Design Languages
XML	eXtensible Markup Language

Índex General:

1	Introducció general	15
2	Objectius.....	19
3	Base teòrica per a la recerca	21
4	Metodologia.....	27
5	Model conceptual	31
5.1	Conceptes introductoris	31
5.1.1	El món físic.....	31
5.1.2	Agents, individus	32
5.1.3	Percepció	35
5.1.4	Tipus de sentits	38
5.1.5	Tipus de significant	39
5.1.6	Atenció	39
5.1.7	Recurs, estímul, sensació.....	40
5.1.8	Coneixement, idea	42
5.1.9	Consciència.....	44
5.1.10	Memòria	44
5.1.11	Dinàmiques.....	55
5.1.12	Llenguatges.....	69
5.1.13	Eines de disseny de propostes educatives analitzades.....	71
5.1.14	Representació del coneixement	75
5.1.15	Introducció a la representació visual	80
5.2	Conceptes incorporats al model.....	83
5.2.1	Actor	86
5.2.2	Rol	90
5.2.3	Perfils.....	92
5.2.4	Grups tipus.....	94
5.2.5	Idea	95
5.2.6	Idea (interna o intermèdia):	96
5.2.7	Objectius educatius.....	97
5.2.8	Classificació dels objectius educatius	98
5.2.9	Objectius educatius assolits	101
5.2.10	Idees inesperades (side-effects).....	102
5.2.11	Idees Prerequisits.....	103
5.2.12	Idees emocions, sentiments, sensacions.....	106
5.2.13	Recursos	108
5.2.14	Eines	133
5.2.15	Produccions dels visitants.....	136
5.2.16	Execucions. Efectes inesperats	138
5.3	Tractament de l'espai i el temps	139
5.3.1	Espai, posició.....	140
5.3.2	Temps	144
5.4	Descripció de l'activitat educativa.	148
5.4.1	Canvi.....	149
5.4.2	Accions	150
5.4.3	Representació visual d'accions.....	152
5.5	Tipus d'accions.....	153

5.5.1	Acció de moviment.....	153
5.5.2	Acció de percepció	155
5.5.3	Acció dinàmica interna.....	157
5.5.4	Acció interacció.....	159
5.5.5	Acció producció.....	161
5.5.6	Acció genèrica	163
5.5.7	Acció auxiliar	163
5.6	Objecte educatiu expressat com un procediment	163
5.6.1	Introducció a la representació visual d'un procediment	167
5.6.2	Accions d'un procediment.....	170
5.6.3	Eleccions d'un procediment	170
5.6.4	Procediments dintre un procediment	178
5.6.5	Tipus d'obligacions i la seva representació visual	179
5.6.6	Vistes en les representacions visuals.....	185
5.6.7	Desplegar i plegar un procediment.....	187
5.6.8	Anàlisi i síntesi.	188
5.7	Avaluacions	190
5.7.1	Paràmetres avaluables.....	192
5.7.2	Mètodes d'avaluació.....	194
5.7.3	Execució d'una avaluació.....	201
5.7.4	Gestió d'una avaluació.	207
5.7.5	Implementació dels paràmetres avaluables.	212
5.7.6	Consultes per abstrure dades	232
5.8	Proves de funcionament.....	238
5.8.1	Acció de percepció d'un objecte educatiu.....	239
5.8.2	Acció de percepció d'un objecte educatiu integrat per recursos.	241
5.8.3	Objecte educatiu definit com a procediment disseny	242
5.8.4	Procediment assignat a un altre procediment.	243
5.8.5	Objecte educatiu definit com a procediment execució.....	243
5.8.6	Objecte educatiu. Selva inundada Cosmocaixa Barcelona.....	245
5.8.7	Avaluació d'un objecte educatiu al Museu del cinema.....	246
5.8.8	Acció de moviment.....	247
5.8.9	Accions de moviment. Museu Blau de Barcelona.....	248
5.8.10	Objecte educatiu definit com a procediment.	252
5.8.11	Objecte educatiu. Audiovisual.....	252
5.8.12	Objecte educatiu dinàmic amb declaracions.	254
5.8.13	Objecte educatiu definit com a procediment disseny	255
5.8.14	Acció interacció.....	255
5.8.15	Objecte educatiu. Interactiu.....	256
5.8.16	Avaluació. Fulla d'avaluació individual.....	257
5.8.17	Avaluació. Entrada ràpida de dades.	258
5.8.18	Avaluació. Entrada ràpida de dades. Accions.	259
5.8.19	Avaluació. Comprovació inputs i outputs d'una acció.....	259
6	Resultats.	261
7	Discussió.....	265
8	Conclusions	269
9	Bibliografia.....	273

Índex de figures.

Totes les figures són de l'autor de la tesi.

Figura 1. Un registre de la taula unica.....	85
Figura 2. Formulari declaracions.....	85
Figura 3. Introducció d'actors.....	88
Figura 4. Declaració que un unic és un actor.....	88
Figura 5. Assignar un actor a una acció.....	88
Figura 6. Representació visual d'un actor.....	89
Figura 7. Una acció amb la representació de l'actor que l'executa.....	90
Figura 8. Desplegament atributs actor.....	90
Figura 9. Entrada d'un nou tipus de rol.....	91
Figura 10. Declaració un unic és un tipus de rol.....	91
Figura 11. Selecció d'un tipus de rol.....	91
Figura 12. Representació visual del tipus de rol d'un actor.....	92
Figura 13. Es declara que un registre és un tipus de perfil.....	93
Figura 14. Atributs i el tipus de dades dels perfils.....	93
Figura 15. Desplegable de la informació del perfil assignat a un actor.....	94
Figura 16. Declaració que uns individus pertanyen a un grup.....	95
Figura 17. Representació visual d'un grup i els actors integrants del grup.....	95
Figura 18. Representació visual d'elements idea.....	96
Figura 19. Representació visual d'una idea interna.....	97
Figura 20. Representació visual d'un objectiu educatiu.....	98
Figura 21. Objectius educatius assolits.....	102
Figura 22. Representació visual d'un objectiu segons si assoliment.....	102
Figura 23. Representació visual d'una idea inesperada.....	103
Figura 24. Idea prerrequisit coneixement seleccionada a una acció.....	104
Figura 25. Representació visual d'un prerrequisit tipus coneixement.....	105
Figura 26. Un prerrequisit habilitat per utilitzar una eina.....	106
Figura 27. Representació visual d'un prerrequisit habilitat.....	106
Figura 28. Representació visual idea sentiment.....	108
Figura 29. Representació visual dels diversos tipus de recurs.....	109
Figura 30. Declaració de recursos.....	111
Figura 31. Declaració que un recurs és objecte educatiu o recurs auxiliar.....	111
Figura 32. Recursos dinàmics.....	111
Figura 33. Objecte educatiu i recursos que pertanyen a l'objecte educatiu.....	112
Figura 34. Declaració de pertinença a un recurs superior.....	112
Figura 35. Idea continguda en un recurs.....	114
Figura 36. Idees contingudes en un objecte educatiu.....	115
Figura 37. Objecte seleccionat a una acció de percepció.....	116
Figura 38. Selecció del tipus d'objecte educatiu.....	133
Figura 39. Eina seleccionada a input d'una acció de producció.....	135
Figura 40. Prerrequisits habilitat d'una eina.....	136
Figura 41. Representació visual d'una eina.....	136
Figura 42. Acció de producció. Output de l'acció.....	137
Figura 43. Representació visual d'un recurs tipus producció.....	138
Figura 44. Selecció d'un recurs com a producció inesperada.....	138
Figura 45. Posicions.....	141

Figura 46. Posició relativa a una altre posició.....	141
Figura 47. Representació visual d'una posició	142
Figura 48. Representació visual d'una acció amb dos node posició.....	142
Figura 49. Representació visual d'una acció que ocorre en una posició	143
Figura 50. Posicions inici i final seleccionades a una acció de moviment.....	143
Figura 51. Selecció de posició on ocorre una acció de percepció	144
Figura 52. Formulari per expressar un node temps respecte a un altre node temps.....	145
Figura 53. Una acció ocorre entre un node inici i un node final	146
Figura 54. Formulari per a la gestió de ordre i equivalència entre nodes.....	147
Figura 55. Representació esquemàtica d'un canvi.....	150
Figura 56. Una acció de percepció	150
Figura 57. Un procediment integrat per accions.....	152
Figura 58. Representació visual d'una acció.....	152
Figura 59. Representació visual dels node temps inici i final	152
Figura 60. Representació visual de Inputs i outputs d'una acció.	153
Figura 61. Una acció de moviment.....	155
Figura 62. Representació visual d'una acció de moviment.....	155
Figura 63. Acció de percepció	156
Figura 64. Sentits d'una acció de percepció.....	157
Figura 65. Representació visual d'una acció de percepció	157
Figura 66. Acció dinàmica interna	158
Figura 67. Selecció del tipus de dinàmica interna.....	158
Figura 68. Representació visual d'una acció de dinàmica interna	159
Figura 69. Una acció interacció.....	160
Figura 70. Representació visual d'una acció interacció.....	161
Figura 71. Una acció de producció.....	162
Figura 72. Representació visual d'una acció de producció.....	162
Figura 73. Representació visual d'una acció auxiliar. En vermell.....	163
Figura 74. Procediment. Atributs principals.....	164
Figura 75. Accions que integren un procediment.....	165
Figura 76. Selecció de disseny d'una execució.....	166
Figura 77. Seleccionar l'elecció on l'acció era una opció.	166
Figura 78. Representació visual d'un procediment sense desplegar.....	167
Figura 79. Un procediment integrat per accions, dos procediments i una elecció.	167
Figura 80. Procediment disseny desplegat	167
Figura 81. Procediment execució desplegat	168
Figura 82. Node inicial i node final	168
Figura 83. Una dependència entre dues accions d'un procediment	169
Figura 84. Eleccions incloses a un procediment.....	171
Figura 85. Formulari definició d'una elecció.....	171
Figura 86. Representació visual d'una elecció.....	172
Figura 87. Selecció del el tipus d'elecció definida.	173
Figura 88. Botons per a mostrar accio anterior i acció següent.....	173
Figura 89. Representació visual d'eleccions	174
Figura 90. Eleccions. Nombre mínim i màxim d'accions a elegir.....	175
Figura 91. Elecció. Representació visual d'un comparador.	175
Figura 92. Procediments inclosos dintre un procediment.....	178
Figura 93. Obligació per dependència compartint input i output simple.	180
Figura 94. Obligació per dependència compartint input i output múltiple.....	180
Figura 95. Obligació per dependència d'estats.....	181

Figura 96. Acció obligada per el dissenyador	181
Figura 97. Representació visual. Accions No obligades.	183
Figura 98. Representació visual. Accions obligades pel dissenyador	183
Figura 99. Representació visual. Accions. Obligació d'ordre d'execució.....	184
Figura 100. Representació visual. Obligacions per dependència.	184
Figura 101. Representació visual. Obligacions per dependència. Simplificat.	184
Figura 102. Representació visual. Execució. Accions en paral·lel.....	185
Figura 103. Botó desplegar.....	187
Figura 104. Consultar atributs i valors d'un element.	187
Figura 105. Representació visual. Síntesi i anàlisi. Representacions equivalents.....	189
Figura 106. Representació visual de anàlisi	189
Figura 107. Representació visual de síntesi.	189
Figura 108. Avaluació pre i post us.....	197
Figura 109. Acció. Selecció de disseny o execució i el seu origen.	205
Figura 110. Procediment. Selecció de disseny o execució i el seu origen.	205
Figura 111. Selecció de l'elecció.	205
Figura 112. Formulari avaluació	207
Figura 113. Conjunts de dades d'una avaluació.....	208
Figura 114. Formulari per a la gestió de conjunts d'avaluacions individuals.....	208
Figura 115. Formulari amb les dades d'una avaluació individual	209
Figura 116. Selecció del procediment avaluat.....	209
Figura 117. Sistema B. Formulari avaluació eleccions.	210
Figura 118. Formulari de selecció dels paràmetres a avaluar.....	210
Figura 119. Formulari amb les dades de l'avaluació.	211
Figura 120. Pestanyes formulari entrada de dades amb el sistema C.....	211
Figura 121. Formulari sistema C. Entrada de dades avaluació d'una acció analitzada.	211
Figura 122. Formulari sistema C. Entrada de les dades avaluació de inputs i outputs.	212
Figura 123. Formulari sistema C. Entrada de les dades eleccions.	212
Figura 124. Paràmetres amb fulla d'avaluació individual.	231
Figura 125. Avaluació d'eleccions amb el sistema C.....	231
Figura 126. Creació d'un nou element recurs.	239
Figura 127. Declaració conforme un element és un recurs.	239
Figura 128. Declaració conforme un element és objectiu educatiu.....	240
Figura 129. Creació d'un nou element idea.	240
Figura 130. Declaració conforme un element és una idea.....	240
Figura 131. Introducció de dades d'una acció de percepció.	240
Figura 132. Creació de recursos i idees.	241
Figura 133. Descripció d'elements que integren un objecte educatiu.	241
Figura 134. Acció de percepció d'un objecte educatiu.	242
Figura 135. Definició d'un objecte educatiu com a procediment.	243
Figura 136. Procediments integrants d'un procediment.	243
Figura 137. Execució d'una acció de percepció.....	244
Figura 138. Selecció de l'acció disseny del qual l'acció actual n'és una execució.	244
Figura 139. Procediment execució integrant per l'acció execució.	244
Figura 140. Introducció de recursos i idees	245
Figura 141. Acció de percepció que origina diverses idees.	245
Figura 142. Dades d'una avaluació. Paràmetres a avaluar.....	246
Figura 143. Avaluació individual. Selecció del procediment d'execució.....	246
Figura 144. Procediment d'execució de l'individu real 1.....	246
Figura 145. Acció de percepció de l'individu 1	247

Figura 146. Avaluacions que integren un conjunt d'avaluacions.	247
Figura 147. Entrada de dades. Posicions.	248
Figura 148. Una acció de moviment.	248
Figura 149. Primera acció de moviment.	249
Figura 150. Segona acció de moviment.	249
Figura 151. Tercera acció de moviment.	250
Figura 152. Acció de moviment de sortida de l'exposició.	251
Figura 153. Procediment integrat per accions de moviment. Recorregut del visitant.	251
Figura 154. Procediment. Accions integrants d'un procediment.	252
Figura 155. Creació d'un únic que serà un objecte educatiu.	253
Figura 156. Declaració que l'element és un objecte educatiu.	253
Figura 157. Creació d'elements com a idees.	253
Figura 158. Acció de percepció.	253
Figura 159. Un procediment integrat per l'acció anterior.	254
Figura 160. Definició d'un objecte dinàmic amb declaracions.	254
Figura 161. Descripció d'un objecte dinàmic amb accions de percepció.	255
Figura 162. Acció interacció.	256
Figura 163. Una elecció en un interactiu.	257
Figura 164. Representació visual de la primera elecció d'un interactiu.	257
Figura 165. Avaluació per mostrar les eleccions elegides.	258
Figura 166. Avaluació. Definició d'una avaluació.	258
Figura 167. Avaluació eleccions amb fulla avaluació individual.	258
Figura 168. Entrada de dades d'una avaluació.	259
Figura 169. Avaluació d'una acció de percepció.	259
Figura 170. Avaluació. Comprovació d'assoliment d'idees.	259

Índex de taules

Taula 1 Dinàmiques del sistema nerviós.	60
Taula 2. Software seleccionat.	72
Taula 3. Software analitzat. Conceptes localitzats.	73
Taula 4 Característiques físiques. Exemples.	117
Taula 5 Tipologies de recursos i objectes educatius.	119
Taula 6 Exemples de tipus d'eines.	135
Taula 7. Tipus d'elecció.	177
Taula 8. Llistat de paràmetres avaluable.	193
Taula 9. Avaluacions en relació al moment d'executar-se.	197
Taula 10. Mètodes d'avaluació.	198
Taula 11. Paràmetres. Implementació segons els tres sistemes proposats.	213

Resum:

L'educació als museus té aspectes comuns amb l'educació formal. L'objectiu d'aquesta tesi és definir una sistemàtica per al disseny i l'avaluació d'activitats educatives que permeti a dissenyadors i avaluadors millorar els resultats. Per a fer-ho, es proposa un model conceptual (llenguatge), una representació visual de les activitats educatives, i una eina informàtica desenvolupada sobre aquests conceptes que permetria gestionar el disseny i l'avaluació d'aquestes activitats.

El model conceptual deriva de l'estudi de la cognició humana i també dels encerts dels llenguatges i les eines software de disseny d'instrucció existents. També s'han definit els paràmetres que podrien ser útils a un avaluador i s'han cercat i classificat els diferents sistemes d'avaluació que permeten l'obtenció d'aquests paràmetres.

El model conceptual s'ha implementat a un prototipus de programa informàtic. El prototipus permet definir el disseny i les execucions de les activitats educatives. També permet gestionar les avaluacions i els càlculs de diversos paràmetres. Per definir la versió final del prototipus i el model conceptual, es van efectuar diverses proves de funcionament consistents en analitzar el comportament del prototipus davant de casos reals. El model conceptual i el prototipus es van anar adaptant segons els resultats d'aquestes proves. El resultat final és un model conceptual que permet gestionar el disseny i l'avaluació d'activitats educatives de manera sistemàtica, i així, ser útil per a l'anàlisi d'activitats educatives.

Resumen:

La educación en los museos tiene aspectos en común con la educación formal. El objetivo de esta tesis es definir un sistema para el diseño i evaluación de actividades educativas que permita a diseñadores y evaluadores mejorar los resultados. Para conseguirlo, proponemos un modelo conceptual (lenguaje), una representación visual de las actividades educativas y una herramienta informática desarrollada sobre la base de estos conceptos, que permita gestionar los diseños y la evaluación de estas actividades.

El modelo conceptual tiene su origen en el estudio de la cognición humana y también en los aciertos de los lenguajes y herramientas software de diseño de instrucción existentes. También se han definido los parámetros que podrían ser útiles a un evaluador y se han localizado y clasificado los diferentes sistemas de evaluación que permitirían la obtención de estos parámetros.

El modelo conceptual ha sido implementado en un prototipo de programa informático. El prototipo permite definir el diseño y la ejecución de actividades educativas. También permite gestionar las evaluaciones y los cálculos de diferentes parámetros. Para definir la versión final del prototipo y el modelo conceptual, se han ejecutado diferentes pruebas de funcionamiento consistentes en analizar el comportamiento del prototipo cuando se tratan casos reales. El modelo conceptual y el prototipo se han ido adaptando según los resultados de estas pruebas. El resultado final es un modelo conceptual que permite gestionar el diseño y la evaluación de actividades educativas de forma sistemática, y de ésta forma, ser útil para el análisis de actividades educativas.

Abstract:

Museum education has aspects in common with formal education. The objective of this thesis is to define a system for the design and evaluation of educational activities that allows designers and evaluators to improve the results. To achieve this, we propose a conceptual model (language), a visual representation of educational activities and a computer tool developed on the basis of these concepts, which allows managing the designs and evaluation of these activities.

The conceptual model has its origin in the study of human cognition and also in the successes of existing instruction design languages and software tools. The parameters that could be useful to an evaluator have also been defined and the different evaluation systems that would allow obtaining these parameters have been located and classified.

The conceptual model has been implemented in a computer program prototype. The prototype allows defining the design and execution of educational activities. It also allows managing the evaluations and calculation of different parameters. To define the final version of the prototype and the conceptual model, different performance tests have been carried out consisting of analyzing the behavior of the prototype when dealing with real cases. The conceptual model and the prototype have been adapted according to the results of these tests. The final result is a conceptual model that allows managing the design and evaluation of educational activities in a systematic way and being useful for the analysis of educational activities.

1 Introducció general

L'educació als museus (educació no formal) té molts aspectes tangents amb l'educació formal. Molts dels conceptes que s'utilitzen per a modelar activitats educatives pròpies de l'educació formal poden ser utilitzats per a l'anàlisi d'activitats i exposicions educatives que proposen les institucions museístiques. Alguns d'aquests conceptes només és necessari adaptar-los a les circumstàncies particulars de les activitats pròpies dels museus; però n'hi ha d'altres molt diferenciats. En les exposicions educatives (sobretot ens referim a aquelles activitats que no són merament una col·lecció d'objectes exposats sinó que tenen un objectiu educatiu), per exemple, el visitant es desplaça físicament per l'exposició i utilitza, sovint, tots els seus sentits. En aquesta tesi ens interessen doncs, aquelles exposicions i activitats educatives que es dissenyen amb uns objectius educatius ben definits i que utilitzen una gran varietat d'objectes educatius: diorames, interactius, audiovisuals, imatges, text...

Observant les avaluacions de resultats educatius a exposicions i activitats educatives en museus s'observa que hi ha poca estandardització dels resultats (es pot consultar un gran nombre d'avaluacions a <https://www.informalscience.org/> i a <https://www.visitorstudies.org/bise>). És difícil establir comparacions entre diferents anàlisis i és difícil abstraure patrons de disseny que pugin ser extrapolats entre diferents propostes. El model conceptual i la representació visual proposada en aquesta tesi signifiquen millores importants per solucionar aquesta problemàtica. Alhora, disposar d'un mètode que permeti gestionar el disseny (d'una activitat educativa) en el context de les exposicions en els museus seria un avantatge (Chunghung, 2009). El disseny d'aprenentatge (learning design) té com a objectiu definir un marc per descriure les activitats d'ensenyament i explorar com aquesta definició pot ajudar als educadors a compartir bones pràctiques i a executar-les (Dalziel et al 2013). El disseny d'instrucció (instructional design) és la pràctica de dissenyar experiències que faciliten l'aprenentatge. Hi ha diferències entre el concepte de disseny d'aprenentatge i el de disseny d'instrucció (Wasson, 2020; Mor i Craft, 2012). Tanmateix, en aquesta tesi els considerem conceptes equivalents. El disseny d'aprenentatge s'interessa per la planificació i el desenvolupament d'activitats educatives amb l'objectiu que augmenti l'aprenentatge dels estudiants (Celik i Magoulas, 2016); també s'interessa per aconseguir una representació d'allò que succeeix en una sessió d'aprenentatge que té l'objectiu d'assolir uns resultats educatius determinats (Laurillard, Kennedy, Charlton, Wild, i Dimakopoulos, 2018). El fet és que, descriure les activitats d'una manera homogènia permetria als educadors compartir i adoptar bones pràctiques (Dalziel et al., 2016). Així mateix, la utilització de llenguatges i notacions, moltes de tipus gràfica, per ajudar en el disseny d'aprenentatge cada vegada és més comú (Molina, 2014).

Hi ha aprenentatge i instrucció fora de l'educació formal. Els museus, per exemple, tenen molt de potencial per educar de manera no formal (Mujtaba, Lawrence, Oliver, i Reiss, 2018). Ja l'any 1992, l'Associació Americana de Museus va realitzar una sèrie de recomanacions amb l'objectiu d'impulsar la tasca educativa d'aquestes institucions (Pérez Santos, 2008). Això s'aconseguiria, continua l'autora, amb la realització d'estudis de públic i el desenvolupament de mètodes d'anàlisi per a poder documentar l'aprenentatge de les persones i de quina manera ocorre aquest aprenentatge en un museu. El fet és que, el procés de disseny de continguts en un museu cada vegada és

més multidisciplinari i involucra diversos aspectes com la il·luminació, l'espai, les tipografies utilitzades o el disseny d'interfícies (Chunghung, 2009).

Una aproximació sistemàtica al disseny d'exposicions i activitats educatives en museus, permetria millorar l'experiència educativa del visitant i facilitaria el disseny d'exposicions i activitats ajustant-les a programes educatius segons les necessitats del públic. Així, les exposicions educatives cal dissenyar-les atenent als seus potencials visitants (Hooper-Greenhill, 1999). També cal tenir present que la interacció entre el cos i l'entorn, és important per a l'aprenentatge (Koutsabasis i Vosinakis, 2018) i que, sovint, l'activitat educativa d'una institució museística s'estén més enllà de les sales del propi museu (Nisi, Dionisio, Barreto, i Nunes, 2018).

S'han desenvolupat desenes de llenguatges per descriure l'aprenentatge i la instrucció en educació formal. L'objectiu d'aquests llenguatges és estandarditzar la descripció dels continguts educatius, l'aprenentatge i la instrucció. Aquests llenguatges, alhora, són la base d'un considerable nombre de programes informàtics (software) destinats a auxiliar en el disseny d'activitats educatives i a modelar el procés educatiu. Aquests programes informàtics són anomenats per alguns autors, editors d'escenaris d'aprenentatge (Sobreira i Tchounikine, 2015). En l'article publicat derivat dels treballs de la tesi (Bosch-Bonacasa, 2020) s'analitzava si algun dels software existents podria ser utilitzat per a dissenyar exposicions educatives en museus. S'hi van descriure, primer, els principals conceptes que un llenguatge per a modelar l'aprenentatge i la instrucció hauria de tenir. A continuació es van cercar els principals software de disseny d'aprenentatge i instrucció. Es van seleccionar aquells candidats que semblaven més prometedors. Es van analitzar, un a un, si contemplaven els diferents conceptes i també si contemplaven les relacions entre conceptes. Els resultats es van presentar en forma de taula i observacions. S'arribava a la conclusió que, entre els set software analitzats un, Compendium LD, podria ser utilitzat per el disseny d'exposicions educatives però amb limitacions importants. Cap dels analitzats, per exemple, contemplava la localització dels objectes educatius a l'espai o la modelització del recorregut dels visitants.

Per acomplir els objectius d'aquesta tesi ens interessa, sobretot, poder modelar completament el contingut d'una activitat educativa; això significa poder expressar com el dissenyador considera que s'executarà l'activitat (el seu disseny) i com aquesta activitat és executada, realment, per el visitant. De l'observació i documentació de l'execució en diem avaluació. De la comparació entre el disseny i l'execució real n'hauria de sortir informació útil per al disseny d'activitats educatives. Així, la sistemàtica que es proposa en aquesta tesi s'inicia amb la descripció de la proposta educativa. S'intenta, així, formalitzar el disseny de l'activitat educativa. També es contempla que les execucions i les avaluacions puguin ser gestionades. De la comparació entre el disseny i l'execució (avaluació) en resulta informació interessant per a millorar una activitat concreta i també millores generals.

Així doncs, en aquesta tesi, es defineix un model conceptual que, implementat a un prototipus de programa informàtic amb l'objectiu de validar-lo, pot representar els conceptes propis de l'educació formal adaptats a la realitat de les activitats educatives dels museus. S'adapten els conceptes originaris de l'educació formal al disseny d'exposicions. També s'incorporen nous conceptes exclusius del disseny d'exposicions i activitats educatives en museus: aspectes relacionats amb la ubicació dels recursos a l'espai, els recorreguts dels visitants en aquest espai i les diferents accions que el

visitant executa durant l'execució de l'activitat educativa. Així, es defineix una sistemàtica per a definir els continguts de la proposta educativa i les accions que s'esperen del visitant. El prototipus presentat també permet modelar l'execució real de l'activitat educativa i l'avaluació de resultats educatius reals.

En aquesta tesi es presenten els conceptes més importants i s'hi defineixen els tipus de d'elements (registres), els atributs i els valors que poden prendre aquests atributs. També les relacions entre els conceptes. Es presenten també els principals procediments automatitzats i el tractament de la informació que hauria de permetre executar un software que tingués l'objectiu d'auxiliar en el disseny i l'anàlisi sistemàtica de resultats educatius. Es descriuen els principals formularis d'entrada de dades del prototipus. També la gestió dels paràmetres avaluable, els mètodes d'avaluació i la gestió de les avaluacions. Es presenta també una proposta de representació visual (gràfica) del disseny i de l'execució de l'activitat educativa que és compatible amb el model conceptual implementat. Cal dir que, aquesta representació visual no està implementada al prototipus però hi ha una correspondència entre el model implementat i la representació visual definida.

Només amb l'experimentació és possible assegurar que les bases conceptuals i la seva implementació són robustes. Amb aquest objectiu s'ha implementat el prototipus de programa informàtic. Després de la implementació s'han executat diverses proves de funcionament. Aquestes proves de funcionament han consistit, bàsicament, en intentar modelar el màxim de tipologies d'activitats educatives amb el prototipus de programa informàtic. També en comprovar que la representació visual és robusta. Es descriu també com el prototipus permetria gestionar els conjunts d'avaluacions executades a les activitats educatives. Les proves de funcionament ens informen sobre la idoneïtat dels conceptes adoptats. Les activitats educatives avaluades han estat les que estan dissenyades amb una clara intencionalitat educativa. De les diferents proves n'han resultat modificacions que s'han anat implementant al prototipus. Així, les avaluacions han estat útils per a modificar i adaptar el model i la seva implementació al prototipus.

El resultat és una sistemàtica per a l'avaluació de resultats d'activitats educatives. S'han acomplert els objectius i s'ha comprovat la validesa de les hipòtesis plantejades.

L'estructura de la tesi és: primer es descriuen els objectius i les hipòtesis plantejades; a continuació es presenta la base teòrica per a la recerca; seguidament la metodologia utilitzada en aquesta investigació; es presenten el model conceptual on s'hi descriuen els principals conceptes i la seva implementació a un prototipus de programa informàtic; a continuació la descripció dels diversos tipus d'avaluacions i el seu tractament; les proves de funcionament del prototipus i de la idoneïtat de la representació visual i el model conceptual adoptat; finalment es presenta la discussió i les conclusions i les referències bibliogràfiques.

2 Objectius

Després de constatar la importància de l'estandardització en la descripció d'activitats educatives i la utilitat que aquesta estandardització (i un enfocament sistemàtic) podria tenir per a dissenyadors i avaluadors d'activitats educatives, ens hem preguntat si existeix algun llenguatge de disseny d'instrucció que pugui servir de base per a l'anàlisi d'activitats educatives pròpies de les institucions museístiques. També ens hem preguntat si existeix alguna eina informàtica que permeti gestionar el disseny i les avaluacions d'activitats educatives presents als museus. S'ha constatat que no existeix cap llenguatge prou complet ni cap eina que permeti, sense modificacions importants, el tractament d'aquestes activitats educatives.

La tasca d'intentar respondre aquestes preguntes ha estat útil per formular una hipòtesis principal i diverses hipòtesis secundàries.

Hipòtesis principal:

- És possible desenvolupar una sistemàtica per al disseny, l'anàlisi i l'avaluació dels resultats de les activitats educatives a les institucions museístiques que utilitzi, com a eina principal, un programa informàtic, tant per a la fase de disseny com per a l'avaluació de resultats educatius.

Hipòtesis secundàries:

- Abordar l'anàlisi de les activitats educatives dels museus, des del punt de vista dels processos cognitius, és una aproximació que ens pot aportar una perspectiva adequada.

- És possible localitzar els conceptes determinants per al disseny i avaluació de resultats educatius i implementar-los a un prototipus de programa informàtic.

- El model conceptual pot tenir equivalència amb una representació visual dels conceptes educatius. La representació visual pot ser molt informativa per als dissenyadors i avaluadors.

- Un programa informàtic pot ser una eina útil per a sistematitzar la definició d'una activitat educativa, simplificar el treball de camp i, finalment, per al posterior tractament i anàlisi de la informació.

A partir de la descripció de les hipòtesis es pot perfilar l'objectiu principal.

L'**objectiu principal** d'aquesta tesi és definir una sistemàtica pel disseny i l'avaluació d'activitats educatives que permeti a dissenyadors i avaluadors millorar els resultats educatius. Per aconseguir-ho, cal definir un model conceptual (llenguatge), una representació visual de les activitats educatives, i una eina informàtica basada en aquests conceptes que permetria gestionar de forma eficient el disseny i l'avaluació d'aquestes activitats.

Per aconseguir l'objectiu principal és necessari accomplir alguns **objectius secundaris**:

-Implementar el model conceptual a un prototipus de programa informàtic. El prototipus hauria d'estar desenvolupat a un nivell que permeti validar l'enfocament conceptual.

-Garantir, en tot moment, que hi ha una equivalència entre el model conceptual i la representació visual.

3 Base teòrica per a la recerca

Hi ha un elevat nombre de teories de l'educació (Palmer, 2001a; Palmer, 2001b). Moltes d'aquestes teories tenen tangències conceptuals amb alguna de les tres principals: l'empirisme (behaviorisme), la racionalista (cognitivisme y constructivista) y la pragmatista o socio-històrica (Greeno, 1996). Hi ha conceptes transversals a les diferents teories. Unified Learning Style Model intenta definir les principals característiques de les diferents teories d'aprenentatge (Navarro Baldiris, 2013). En aquesta tesi considerem que les persones processen d'alguna manera la informació que perceben (cognitivisme). En alguns casos l'adquisició de coneixement pot donar-se d'una manera no supervisada pel propi individu, relacionant l'estímul amb la resposta d'una manera més directe (això ens indicaria una mica de tangència amb el conductisme i el behaviorisme). Considerem però que construïm la majoria del nou coneixement a partir de coneixement prèviament adquirit (això ens apropa al constructivisme). Conèixer les diferents teories de l'educació i l'adquisició de coneixement ens ha estat útil per seleccionar els conceptes importants i també per definir el model conceptual de la nostra proposta.

Persico i Pozzi (2015) analitzen un conjunt ampli d'investigacions relacionades amb el disseny d'aprenentatge i afirmen que aquestes es poden classificar en una de les àrees següents: l'anàlisi de representacions dels dissenys d'aprenentatge, l'anàlisi de les eines que poden ser utilitzades en el procés de disseny i, finalment, les aproximacions metodològiques al disseny d'aprenentatge. Aquesta investigació té punts de tangència amb les tres àrees: s'hi analitzen diverses representacions visuals i dissenys d'aprenentatge i se'n proposa un; també s'analitzen diversos eines (software) utilitzades en el procés de disseny d'activitats educatives i, finalment, la utilització de l'eina que es proposa en aquesta tesi tant per al disseny com per a les avaluacions de resultats (sistemàtica) es pot considerar una metodologia (una sistemàtica).

Hi ha gran quantitat de mètodes que tenen per objectiu el disseny de continguts educatius. Com ja varem considerar a Bosch-Bonacasa (2018), pensem que els més interessants serien ADDIE; d'Anàlisi, Disseny, Desenvolupament Implementació i Avaluació (Clayton, 2006) i el model Backward design (Wiggins i McTighe 2005). Ambdós podrien resultar adequats per a dissenyar continguts educatius de museus. N'hi ha molts més, centenars (Koper 2001) que posen l'accent en una o altre característica de la instrucció i l'aprenentatge. Alguns dels mètodes són descriptius i, per tant, es centren en la descripció dels components del disseny. Altres aproximacions són més prescriptives en el sentit que proposen solucions particulars per a determinats aspectes (Hafizah i Ritzhaupt, 2018). Les fases descrites a ADDIE serien tangents a molts d'aquests models (Botturi, 2006). ADDIE podria ser considerat, així, un mètode general. Els conceptes i el prototipus desenvolupat i presentat en aquesta tesi, poden ser d'utilitat a algunes de les fases descrites en aquest models; sobretot les relacionades amb el disseny, i l'avaluació. El procediment de disseny de continguts s'analitza també a Muñoz-Cristóbal et al. (2018).

En un sentit ampli, educació es pot considerar comunicació. Els principals plantejaments conceptuals relacionats amb les diferents escoles de comunicació es poden consultar a Hernández (1998) i a McQuail (2010). Aquest darrer presenta també

els conceptes de símbols, connotació, denotació... García Suarez (2011) presenta una síntesis de conceptes que també ens ajuden a centrar el marc teòric. En aquesta tesi considerem que en els museus hi té lloc un procés comunicatiu on la institució sovint hi té el paper d'emissor mentre que el visitant o usuari, té el paper de receptor Hernández (1998). Així, una institució museística es pot considerar un emissor que transmet coneixement a un receptor o destinatari (Asensio i Pol, 2002; Hooper-Greenhill, 1999). Veurem però que en alguns casos el visitant també pot ser emissor. La transmissió d'informació es pot considerar comunicació. Tots els recursos i objectes educatius potencialment perceptibles (que es poden convertir en estímuls i ser percebuts) poden transmetre informació.

Desenvolupar sistemes per avaluar l'aprenentatge, requereix comprendre els conceptes relacionats amb la memòria i aquest aprenentatge (Bitgood, 1994). Hi ha molts autors que reflexionen sobre aquests processos d'aprenentatge. Moltes de les diferents teories es poden consultar a Pozo (1996); de totes les plantejades, destaquem el connexionisme. Els models connexionistes i distribuïts s'inicien amb Hebb al 1949 i Rosenblatt al 1962; esdevenen influents a mitjans dels 80 (Mc Clelland i Rumelhart, 1985; Rumelhart i Mc Clelland, 1986) fins a convertir-se, avui, en un enfocament interdisciplinari. Considerem doncs, el sistema nerviós com una xarxa de neurones connectades entre elles a partir de les quals emergeixen diverses dinàmiques.

En aquesta tesi seguim també les observacions d'Anderson (2007) en el sentit que no és possible separar el sistema físic (brain) dels procediments que hi ocorren (mind).

L'educació, en general, i una exposició educativa en particular, està relacionada amb els sentiments. Damasio (2008) relaciona els sentiments, les emocions, amb la presa de decisions. Les emocions estan també estretament relacionades amb la resta de sistemes dels individus, com per exemple la cognició i l'aprenentatge. Aprendre és sovint quelcom personal, la motivació i les emocions i el context apropiat en són també aspectes importants (Falk i Dierking, 2000). Aquestes fonts d'informació ens han portat a incloure els sentiments i les emocions al model conceptual per poder tractar aquestes emocions i sentiments com a objectius i característiques d'una activitat educativa.

Per a localitzar els conceptes relacionats amb el procés educatiu s'han analitzat també les principals arquitectures cognitives. Un dels objectius de les arquitectures cognitives és reproduir els processos cognitius (percepció, adquisició de coneixement, raonament...) d'una manera artificial. Aquest objectiu obliga als investigadors d'aquest camp a definir i concretar molt bé els conceptes. Diverses arquitectures cognitives tenen el seu origen en les propostes de Newell i Simon (1963) basades en les regles de producció. Una regla de producció consta de dos parts ben diferenciades, una condició d'activació i una acció que s'executa si es compleix la condició d'activació. Les arquitectures cognitives intenten definir d'una manera general els processos cognitius humans.

S'han proposat desenes d'arquitectures cognitives (Sowa, 2011). Una arquitectura cognitiva és una especificació de l'estructura del cervell a un nivell d'abstracció que explica com emergeixen les funcions de la ment (Anderson, 2007). Analitzar les principals arquitectures cognitives -Epic, Soar, Art, ACT...- ha estat útil per a definir correctament els principals conceptes que han de ser contemplats. Una arquitectura cognitiva pretén, en definitiva, descriure i emular a un agent intel·ligent. Una arquitectura cognitiva és un disseny computacional per simular aspectes de la cognició humana. Els plantejaments d'aquestes arquitectures cognitives sobrepassen àmpliament

l'àmbit d'aquesta tesi. Tanmateix, molts dels conceptes i enfocaments han estat útils per aconseguir els nostres objectius; per exemple, l'enfocament del concepte de memòria proposat a ACT (distingint entre declarativa i procedimental) i també els processos d'adquisició d'informació a través de la percepció.

Com a base teòrica per a la recerca s'han analitzat també diversos llenguatges relacionats amb la instrucció. Els diferents llenguatges són el resultat d'investigacions i treballs de diferents autors per definir els conceptes determinants en una activitat educativa. Un llenguatge es pot considerar que és un conjunt de conceptes i les seves relacions. Hi ha hagut molts intents de desenvolupar sistemes de representació per definir i documentar un disseny d'aprenentatge (Celik y Magoulas, 2016). No s'ha desenvolupat encara cap llenguatge que pugui ser aplicable a totes les situacions educatives (Celik i Magoulas, 2016). Un dels llenguatges més coneguts és Educational Modelling Language (Koper i Manderveld, 2004). A partir de Educational Modelling Language (EML), el Global Learning Consortium (2003), desenvolupa Integrated Management Systems-Learning Design (IMS-LD). EML i IMS-LD tenen com a objectiu ser llenguatges generalistes no centrats en cap aproximació pedagògica concreta. EML i IMS-LD són utilitzats per els Learning Management System (LMS). Moodle és un exemple de LMS. Les descripció de les activitats educatives que trobem en un museu -les que ens interessa analitzar- no són compatibles directament amb un LMS.

Molts d'aquests llenguatges contenen conceptes transversals a moltes situacions educatives que han resultat útils i s'han incorporat al model conceptual que ens ha de permetre descriure una activitat educativa o exposició d'una institució museística. Una estandardització del disseny d'activitats educatives i de l'execució real de l'activitat educativa permetria tenir conjunts de dades ben definits i això possibilitaria el seu anàlisi. En educació formal, s'utilitza l'anàlisi de dades per analitzar aspectes com la retenció, el grau de participació o la interacció (Hernández-Leo, Martínez-Maldonado, Pardo, Muñoz-Cristóbal, i Rodríguez-Triana, 2019). Això també ho podem aplicar a l'avaluació d'exposicions i activitats educatives. Així, molts dels conceptes d'aquests llenguatges han estat útils pels nostres objectius. En alguns casos els conceptes han estat adaptats a la realitat de les exposicions educatives. En altres casos, com en relació al tractament de l'espai o pel fet que en una exposició educativa en molts casos s'utilitzen tots els sentits, ha estat necessari incorporar aquests nous conceptes i relacionar-los amb els conceptes ja existents.

Així doncs, un llenguatge permet definir de manera estandarditzada determinats aspectes de l'activitat o proposta educativa i es pot implementar a un programa informàtic. En relació a la importància de definir un estàndard Merrill (2001) proposa un vocabulari que hauria de contemplar aquest estàndard comú.

Hi ha un gran nombre de programes informàtics (software) desenvolupats amb l'objectiu de planificar els objectius educatius, els mètodes d'avaluació i molts altres aspectes de l'aprenentatge (Prieto et al., 2013). L'accés d'oferta pot dificultar als investigadors i als dissenyadors de continguts localitzar aquell que sigui més adequat als seus objectius (Prieto et al., 2013). En relació als diferents eines per el disseny d'aprenentatge a Dalziel et al. (2016) hi apareix una enumeració d'un elevat nombre de propostes; aquestes propostes s'ordenen cronològicament segons la seva creació. A Pozzi et al. (2020) també s'hi pot trobar una enumeració d'eines. Hi ha també una classificació de software relacionat amb el disseny d'instrucció a Celik y Magoulas

(2016), que consisteix en analitzar aspectes generals com el llenguatge base del software i algunes especificacions tècniques. Britain (2004) selecciona i analitza software amb una metodologia que consisteix en analitzar l'eina des del punt de vista de les necessitats de l'usuari. Integrated Learning Design Environment (ILDE) és una plataforma que permet la col·laboració entre dissenyadors de continguts y també la possibilitat de representar els disseny mitjançant diverses eines ja existents. (Hernández-Leo et al., 2018). Tots aquests softwares s'han analitzat. Alguns d'ells amb més profunditat amb l'objectiu de cercar-ne algun que pogués servir de base per a desenvolupar la nostre proposta. Cap d'ells tenia tots els requisits necessaris però han estat molt útils per abstracture'n el model conceptual definit en aquesta tesi.

Cognitive task analysis (anàlisi de les tasques cognitives) té com a objectiu modelar els processos cognitius que entren en funcionament quan un individu desenvolupa certes tasques (Jonassen, Tessmer, i Hannum, 1999). Cognitive task analysis té com a objectiu identificar els processos que s'amaguen darrera l'execució de tasques considerant el comportament observable (Lee, Y. 2004). Aquest autor presenta i analitza diferents software com Euterpe, Cat, Microsaint. Alguns d'aquests software foren analitzats. Determinats conceptes es perfilaren a partir de l'enfocament d'aquests programes.

Per a la proposta de representació visual s'han consultat fonts d'informació relacionades amb la representació del coneixement. Es considerava una prioritat poder representar visualment el contingut de l'activitat educativa tant en la fase de disseny com per el seu posterior anàlisi i avaluacions de resultats. Un dels objectius de la tesi ha estat descriure la correspondència conceptual entre la representació visual, que és una simplificació de la realitat, en forma gràfica i els conceptes del model. S'han consultat les principals aproximacions a la representació del coneixement. Per exemple, CycL, F-Logic, Loom, KIF, Ontolingua... Una revisió sistemàtica de moltes de les representacions existents es pot trobar a Pozzi, Persico i Earp (2015). Un anàlisi exhaustiu dels llenguatges de disseny d'instrucció visuals, o Visual Instructional Design Languages (VIDL) es pot trobar a Figl, Derntl, Caeiro i Botturi (2010). Katagall, Dadde, Goudar i Rao (2015) destaquen la utilitat dels mapes conceptuals per a descriure y comprendre problemes complexos. Els mapes conceptuals poden servir, també, per a estimular la creativitat (Chrobak, García i Prieto, 2015). Per una bona introducció als mapes conceptuals per a la representació del coneixement es pot consultar Novak (2008). Finalment, un altre anàlisi de diferents sistemes de representació de dissenys d'aprenentatge es pot trobar a Conole (2010).

Pel que fa a la museologia, Pérez Santos (2000) comenta que a finals de dècada 1960 i principis 1970 alguns autors comencen a considerar el museu com un mitjà educatiu, i per tant, subjecte a les mateixes lleis i principis que s'apliquen a aquests (Shettel, 1968; Screven, 1969, 1975). Les etapes per el disseny d'una exposició serien: definir els objectius d'aprenentatge; a continuació, dissenyar els elements expositius; observar els visitants davant un objecte educatiu o proposta, valorar l'aprenentatge o comportament del visitant observat i comparar els objectius amb els resultats observat a l'avaluació; a continuació, si s'escau, modificar l'exposició (Pérez Santos, 2000). Una descripció de les diferents etapes del disseny de continguts educatius en museus i els perfils professionals es pot trobar a Carliner (2001). Com a marc teòric, en relació a estudis de públic i la seva evolució des dels seus orígens fins a principis de segle XXI es pot consultar Pérez-Santos (2000), que descriu els primers enfocaments conductistes i l'aparició dels plantejaments de la psicologia cognitiva i els relacionats amb el

processament de la informació. En relació als estudis de recorregut, el principal marc teòric el proporciona Diamond (1999). La importància de l'espai físic on es desenvolupa l'activitat educativa i les característiques físiques que aquest espai ha de tenir són investigades per Merriënboer, McKenney, Cullinan i Heuer (2017). A algunes de les activitats educatives analitzades per Hornecker i Buur (2006) el moviment de l'individu i la interacció eren un aspecte central. La interacció física de l'usuari amb els objectes educatius ha estat també investigada per Malinverni, Schaper i Pares (2016).

Com a referències bàsiques de la tasca educativa dels museus podem trobar Hooper-Greenhill (1991) i com a referències bàsiques de l'avaluació d'activitats educatives a Diamond (1999), Asensio i Pol (2002) i a Pérez-Santos (2000). Aquesta darrera, cita a Screven i Shettel, els quals, partint dels objectius pedagògics i la seva verificació, apliquen procediments de la investigació educativa a l'avaluació d'exposicions i proposen un enfocament de l'avaluació basat en objectius d'aprenentatge. Inicialment, l'avaluació de l'aprenentatge estava lligada a la noció conductista -estímul i resposta- de l'aprenentatge i es centrava en les habilitats relacionades amb la memòria. En aquesta tesi es consideren les habilitats de la memòria i, com veurem, moltes altres habilitats.

Moltes de les avaluacions que executen les institucions museístiques estan integrades en els estudis de públic. En relació a l'anàlisi del tipus de públic que visita el museu es pot consultar Pérez-Santos (2008). En relació a avaluacions a les institucions museístiques, la mateixa Pérez-Santos (2008) comenta que una petita part de les avaluacions es focalitzen en els programes educatius. Pérez-Santos (2000) cita a Falk i Dierking, els quals, al 1992, observaren que els resultats d'avaluacions i investigacions realitzades en exposicions, originen una gran quantitat de dades difícils de sistematitzar i en conseqüència, detecten la necessitat de sistematitzar l'anàlisi d'aquesta informació. A Gómez-Redondo (2017) es descriu un instrument per a inventariar, analitzar i posteriorment avaluar recursos didàctics de les institucions museístiques. Exemples d'avaluacions del programa educatiu de les institucions museístiques es poden trobar a Fontal, Garcia, Arias, B. i Arias, V. (2018). Un anàlisi de diferents mètodes d'obtenció de dades per avaluar el compliment dels objectius educatius d'una exposició, sense plantejar un procediment d'estandardització dels continguts com una possibilitat prèvia a les avaluacions, es troba a Crack i Cohn (2015). Totes aquestes fonts d'informació han estat útils per a definir els mètodes d'avaluació i com incorporar-los al prototipus. La sistemàtica per el disseny i anàlisi de propostes educatives ha de contemplar les diferents metodologies d'avaluació. No s'han implementat tots els mètodes al prototipus (es pot consultar el llistat de mètodes a la taula mètodes d'avaluació). Les diferents metodologies hi apareixen amb la referència bibliogràfica on foren consultades. El model adoptat a la tesi està pensat per poder emmagatzemar els resultats de qualsevol mètode d'avaluació. L'objectiu és que la informació relativa a les diferents avaluacions sigui informació altament estructurada, de manera que, si es disposa d'una gran quantitat d'informació, es pugui utilitzar per abstrure algunes conclusions transversals als diferents dissenys educatius.

Els museus utilitzen dos criteris per a determinar el funcionament de les seves exhibicions. El primer: una mesura sobre els visitants (comportament, adquisició coneixement i emocions). El segon és el criteri dels experts (Bitgood, 1994). A <<https://www.informalscience.org/>> i a <<https://www.visitorstudies.org/bise>> (ambdós consultats en data 2022/04/11) s'hi poden consultar exemples d'avaluacions i estudis de públic; també s'hi pot observar la gran diversitat d'enfocaments i s'hi pot constatar la

dificultat d'homogeneïtzar els resultats. En els estudis de públic i avaluacions d'exposicions normalment es descriuen les exposicions i activitats educatives de manera textual, afegint en alguns casos alguna imatge que sovint queda descontextualitzada. En aquesta tesi s'intenta formalitzar la seva descripció. Es presenta també una representació visual dels continguts de la proposta educativa i també una representació visual del disseny de la visita i el comportament esperat del visitant.

4 Metodologia

En aquest capítol es descriu explícitament el procediment que s'ha seguit durant la investigació i la sèrie de tècniques i mètodes científics que s'han aplicat per aconseguir els objectius.

Aquesta investigació ha utilitzat revisió bibliogràfica, observació i experimentació. Així, hem utilitzat un mètode empíric. El mètode empíric permet identificar els fets fonamentals que caracteritzen un fenomen. El mètode inductiu, també utilitzat en aquesta tesi, permet extreure una conclusió a partir de l'anàlisi de casos particulars. La inducció és un procediment mitjançant el qual a partir de fets singulars es passa a generalitzacions. A partir de casos particulars s'obté un coneixement més general que reflexa allò comú entre els diferents fenòmens individuals. A partir de l'anàlisi de casos reals (d'activitats educatives) s'han extret els conceptes comuns a totes elles. Això ha permès definir el model conceptual: determinar els conceptes i les seves relacions determinants per a modelar l'aprenentatge i la instrucció.

Anàlisi i síntesis són procediments molts importants en una investigació científica. Anàlisi i síntesis són el que permet una aproximació objectiva a la realitat. L'anàlisi sistemàtic del conjunt d'exposicions i activitats educatives ha permès obtenir una divisió del tot en les seves parts i components més bàsics. Ha permès obtenir conceptes transversals a totes les activitats educatives i exposicions analitzades. A partir dels components bàsics detectats amb l'anàlisi s'ha anat escalant cap a la definició dels conceptes més complexos (accions, procediments, eleccions...).

La investigació també es podria emmarcar dintre d'aquella tipologia d'investigacions encaminades a desenvolupar una tecnologia. A l'obtenció d'un producte tangible. Aquest tangible seria el software que es defineix i s'implementa en un prototipus per a poder fer comprovacions. Aquest software que es defineix hauria de servir per suportar tota la sistemàtica per a l'anàlisi de resultats de les exposicions educatives. Una part important de la investigació és la comprovació del funcionament del prototipus i l'adequació del model conceptual per a la tasca objectiu.

L'investigador ha estat el principal instrument per a l'obtenció de les dades i el seu anàlisi. A <https://www.informalscience.org/> i a <https://www.visitorstudies.org/bise> (ambdós amb activitat en data 2022/04/11) s'hi ha localitzat i analitzat exemples d'avaluacions i estudis de públic. S'hi pot observar la gran diversitat d'enfocaments i s'hi pot constatar la dificultat d'homogeneïtzar els resultats. S'hi pot comprovar que no hi ha una estandardització en la forma de descriure exposicions i objectes educatius de museus.

S'han visitat diversos museus i exposicions temporals amb continguts educatius que s'emmarquen dintre l'educació patrimonial. Aquestes visites i observacions es podrien considerar treball de camp inicial. Es podrien considerar també estudis de cas. Els estudis de cas es caracteritzen per intentar interpretar un fenomen en el context en el que ocorre. L'observació metòdica d'exposicions i activitats educatives ha revelat característiques del fenomen que es vol modelar. Els estudis de cas serien les descripcions i anàlisis d'unitats simples.

Es va visitar i analitzar, per exemple, el Museu de Ciències Naturals de Barcelona (museu Blau). Tant l'exposició permanent com exposicions temporals (Nutrició, impuls vital) i el Niu de ciència. Durant la dinovena edició de les jornades DEAC (Departaments d'Educació i Acció Cultural dels Museus) celebrades a Barcelona es visita el Niu amb les educadores del Museu Blau que n'expliquen les principals característiques. El Niu de Ciència és un projecte del Museu que fomenta l'aprenentatge de les ciències naturals des de la primera infància (entre 0 i 6 anys).

També es va visitar i analitzar el Museu del Cinema col·lecció Tomàs Mallol (Girona). Ja s'havia treballat conjuntament amb el Servei educatiu d'aquest museu analitzant una de les seves visites guiades i un taller (Bosch-Bonacasa, 2013). S'ha analitzat també en profunditat les característiques de l'exposició permanent d'aquest museu i les diverses tipologies d'objectes educatius.

Les classificacions de tipus d'objectes educatius també es perfila a partir de les visites a diversos museus: Museu de les Mines de Cercs; Museu de l'Anxova i de la Sal (l'Escala); Museu d'Història de Catalunya (Barcelona); Monestir Sant Pere de Rodes (El Port de la Selva); Museu de la Pesca (Palamós), Museu d'història de Catalunya (Barcelona); Museu d'Arqueologia de Catalunya-Empúries; Museu d'Arqueologia de Catalunya-Ullastret; Museu Nacional Arqueològic de Tarragona; museo de las Termas Públicas de Caesaraugusta, Museo del Foro de Caesaraugusta, Museo del Puerto Fluvial de Caesaraugusta, Museo del Teatro de Caesaraugusta; Cosmocaixa (Barcelona)...

En moltes d'aquestes visites també es comprovava, abans de fer-se formalment les proves de validació del prototipus, que el model conceptual que es desenvolupava permet modelar correctament els objectes educatius que s'hi presentaven.

Al Museu Marítim de Barcelona s'analitza tant l'exposició permanent com diverses exposicions temporals. Durant les jornades DEAC s'assisteix a les explicacions de l'equip encarregat del disseny de diverses exposicions temporals sobre la seva tasca i es visiten aquestes exposicions temporals conjuntament amb els seus dissenyadors que descriuen part del procés creatiu de l'exposició (7 vaixells, 7 històries).

En alguns casos (Museu de les ciències naturals de Barcelona, Museu Marítim de Barcelona, Museu del Cinema de Girona) s'han documentat amb fotografies i gravacions de vídeo parts importants de l'exposició permanent o temporals i diversos objectes educatius per poder analitzar-los amb més detall i utilitzar-los a les proves de funcionament del prototipus.

Paral·lelament a tot això, una tasca important ha estat assolir una bona base teòrica relativa als processos de cognició humana; com percebem i processem els continguts. S'han localitzat els conceptes més estretament relacionats amb l'educació.

Els conceptes més importants localitzats han estat: la percepció, el control motor, la consciència i, sobretot, la memòria i les seves tipologies (declarativa, procedimental...). S'ha aprofundit en el concepte de memòria d'un individu perquè és un concepte central en les diferents dinàmiques del sistema nerviós. La classificació d'allò que podem aprendre en alguna de les tipologies de memòria, ens és útil per concretar quin tipus de coneixement estem intentant transmetre a l'usuari o visitant. Cal aproximar-nos a la manera com el sistema nerviós executa determinats procediments que involucren

aquests conceptes per a poder portar a terme tasques com la classificació, el raonament, la creació de nous conceptes, l'adquisició de regles d'associació o procediments de causa i efecte o adquisició de destreses... Cal adonar-se però que ens interessen aquells procediments que poden tenir com a resultat canvis en la memòria d'un individu; concretament en algunes de les memòries que abans comentàvem; l'adquisició de nova informació està estretament relacionada amb els canvis en la memòria d'un individu; l'adquisició de nous comportaments o el record de sensacions també. Això és el que es pretén amb l'educació: canviar quelcom a la memòria -d'alguna de les tipologies de memòria- d'un individu.

També s'ha efectuat una cerca fonts informació relacionada amb la comunicació i l'educació; i també s'han cercat investigacions relatives a l'avaluació d'activitats educatives a les institucions museístiques i en relació a metodologies d'avaluació d'activitats educatives.

S'ha reflexionat també sobre com es pot modelar l'espai i com es pot modelar el temps. S'han definit les principals accions que un visitant pot executar quan realitza una activitat educativa. Les principals accions definides són: percepció, dinàmica interna; moviment, producció i interacció. Però s'arriba a la conclusió que el model ha de permetre definir qualsevol tipus d'acció.

Aquest conceptes i l'aproximació als diferents procediments són els que ens permeten definir un model conceptual. Una part important d'un model són els conceptes i les relacions que han de quedar explícites entre aquests conceptes. Entre tots els conceptes, s'han seleccionat aquells necessaris per a descriure una activitat o exposició educativa en un museu. Els conceptes s'han adaptat a la realitat de les exposicions i activitats educatives dels museus. Per exemple, la definició dels recursos que es presentaran a l'usuari; la distribució d'aquests recursos a l'espai expositiu o a l'activitat. Cal poder modelar també la percepció d'aquests recursos al llarg d'una línia de temps. Així, s'han incorporat els conceptes que permeten definir una activitat educativa pròpia de l'educació formal i que també poden resultar útils per a descriure una exposició o activitat educativa en un museu. Per a definir aquests conceptes s'han analitzat diferents llenguatges educatius i també els principals enfocaments de les arquitectures cognitives. També s'ha avaluat si algun dels software de disseny d'instrucció existents podria adaptar-se a la realitat de les exposicions educatives en museus. Els resultats d'aquesta part de la investigació es van publicar a un article acadèmic (Bosch-Bonacasa, 2020). En aquest article es van localitzar un total de 17 eines potencialment útils. Es van seleccionar 7 eines i es va procedir a avaluar, una per una, si contemplaven els diferents conceptes i les diferents relacions. Es va arribar a la conclusió que Compendium LD era el que s'adaptava més a les necessitats. En la proposta de representació visual s'incorporen alguns dels punts de vista de Compendium. Tanmateix, un dels objectius d'aquesta tesi, és que hi hagi un model conceptual robust darrera aquesta representació gràfica; Compendium LD no té totes les relacions necessàries entre conceptes i no permet la introducció de la informació necessària per als nostres objectius. Seria doncs una representació visual vàlida però cal anar més enllà.

S'han analitzat les principals representacions visuals amb l'objectiu de presentar una representació visual que aglutini els nous conceptes. Una representació visual és útil per al dissenyador de la proposta i per a l'avaluador de resultats educatius. La representació

visual no ha estat implementada al prototipus de programa informàtic però hi ha una correspondència entre els conceptes implementats i la representació visual definida.

A mesura que s'anava definit el prototipus es van executar diferents proves de funcionament. Aquestes proves de funcionament han consistit també en intentar modelar diversos tipus d'activitats educatives de diferents institucions museístiques. Les dificultats en modelar determinades activitats han significat ajustos en el model i en el prototipus. Les proves de funcionament també han servit per a definir la representació visual de la proposta educativa. S'han definit i executat un nombre d'avaluacions suficient amb l'objectiu de comprovar el funcionament del prototipus. S'ha comprovat que l'estructura conceptual és robusta, que els conceptes adoptats i la seva implementació han estat els adequats.

5 Model conceptual

5.1 Conceptes introductoris

En aquest apartat s'identifiquen els principals conceptes relacionats amb la cognició. També s'introdueixen els principals llenguatges i eines de disseny de propostes educatives existents; es reflexiona sobre la representació del coneixement i s'introdueix el concepte de representació visual. Les reflexions d'aquest apartat serveixen per identificar els conceptes bàsics que cal incorporar al model. També permeten definir les línies directrius de la representació visual.

5.1.1 El món físic

L'aprenentatge i la instrucció ocorren al món físic. Els agents (individus, visitants, estudiants...) i els recursos, ocupen una posició en aquest món físic i també tenen unes característiques físiques (estats) en un temps determinat. Al món físic hi ocorren canvis i els individus hi executen accions. Un canvi és quelcom diferent que identifiquem al comparar dues observacions efectuades en dues mesures de temps diferents. Observem certa regularitat en alguns canvis. Certa repetició. Per això ha estat possible descriure matemàticament moltes de les dinàmiques del món físic. Aquesta repetició també fa interessant l'aprenentatge.

El temps i l'espai són característiques importants del món físic. Per a modelar el temps i l'espai cal complir determinats requisits. Des del punt de vista de l'espai, cal poder descriure les diferents posicions en les que anem localitzant un element; també cal poder descriure les posicions relatives entre elements i ha de ser possible expressar les posicions respecte un origen de coordenades comú. Cal poder descriure les accions que executen els individus al llarg d'una línia de temps. També cal poder expressar els canvis que ocorren als elements al llarg d'aquesta línia de temps. Cal poder expressar el temps de manera relativa entre un conjunt d'esdeveniments i absoluta respecte un origen de temps conegut.

Podem considerar l'espai des del punt de vista discret o continu. També podem considerar el temps com a discret o continu. Mesurem l'espai i el temps en unes unitats de mesura. Per exemple, el temps en segons i l'espai en metres. Si considerem l'espai i el temps com a continu, entre dues unitats d'espai hi podem fer subdivisions i s'originen unitats d'espai més petites. Alhora, les unitats resultants també es poden fraccionar en unitats menors. No hi ha límit matemàtic a les subdivisions que es poden fer. Però contemplar l'espai i el temps d'aquesta manera no és necessari per a acomplir els nostres objectius. Així, en el model proposat considerem que l'espai i el temps són discrets i definim una unitat mínima d'espai i una unitat mínima de temps. L'espai total és un múltiple de la unitat mínima. Les posicions i dimensions dels elements són múltiples d'aquesta unitat mínima d'espai. Així, en el nostre model, discret, considerarem que no hi ha subdivisions entre dues d'aquestes unitats mínimes.

Les duracions són també múltiples de la unitat mínima de temps. El concepte de granularitat ens indicarà les unitats de mesura de l'espai i la unitats de mesura del temps que nosaltres elegim per a modelar els esdeveniments (també per a modelar una activitat educativa).

5.1.2 Agents, individus

Els agents (individus) interactuen amb el món físic i entre ells. Hi ha una adaptació dels individus al món físic. Un individu es pot considerar un sistema. Un sistema està integrat per diferents parts que interaccionen entre elles i amb l'exterior. Un sistema es pot descriure física i químicament. Es tracta d'un sistema dinàmic. Un sistema emergent (de la dinàmica del sistema se'n deriven fets més complexos). Els processos cognitius modifiquen part del sistema (el que coneixem com a sistema nerviós, per exemple). El sistema nerviós ens interessa molt quan analitzem l'aprenentatge. Es pot observar el sistema nerviós des del punt de vista estàtic; seria la descripció física del sistema en un instant de temps (per exemple, podríem anomenar memòria a l'estat del sistema nerviós en un temps determinat); també es pot interpretar el sistema nerviós com un sistema dinàmic; en aquest cas, podem observar la memòria com el resultat d'una dinàmica de funcionament del sistema nerviós. Es pot modificar l'estat del sistema, la seva configuració. La dinàmica modifica el sistema.

Aprenentatge (learning) i raonament (reasoning) són exemples de dinàmiques del sistema. L'aprenentatge és una dinàmica que té com a conseqüència la modificació del sistema. Podríem resumir-ho com a modificació de la memòria; seria una dinàmica que permet al sistema abstrure nou coneixement. Raonar, sovint, pot significar també una modificació física del sistema de manera permanent, com a conseqüència de la dinàmica. Per això podem considerar la memòria també com quelcom que emergeix com a conseqüència de la dinàmica.

Utilitzem el terme de memòria per definir que la dinàmica del sistema origina resultats similars en diferents moments. És memòria, precisament, perquè aquests resultats són similars.

En el raonament, la dinàmica del sistema modifica el sistema sense la necessitat que l'estímul provingui de l'exterior del sistema. La principal diferència conceptual que ens porta a diferenciar entre aprenentatge i raonament estaria en el fet que els activadors, majoritàriament, provenen de l'exterior del sistema en el cas de l'aprenentatge o de l'interior en el cas de raonament. Però en realitat es tracta de dos dinàmiques que tenen molt en comú.

Els processos cognitius, les dinàmiques que modifiquen el sistema, ocorren a la natura de manera natural. L'educació es basa en els mateixos processos cognitius per modificar el sistema. Però l'educació té lloc en unes condicions establertes per l'educador. Diferents escoles i aproximacions pedagògiques defineixen com poden ser aquestes condicions per a maximitzar l'aprenentatge. L'educació que trobem en moltes de les activitats educatives d'una institució museística, com per exemple, una exposició educativa, s'assembla a l'aprenentatge que ocorre a la natura. Els visitants utilitzen sovint tots els seus sentits i es desplacen físicament per l'activitat educativa.

Aprendre és doncs, modificar part del sistema. L'aprenentatge es pot donar de manera espontània; això és, no supervisada ni per l'individu mateix, ni supervisada per altres individus; també es pot donar de manera supervisada, ja sigui pel propi individu o per individus exteriors al propi individu. L'educació té com a objectiu l'aprenentatge. Es dissenyen propostes educatives destinades a l'aprenentatge.

Les arquitectures cognitives utilitzen el concepte d'agent per referir-se a qualsevol entitat que reuneix unes determinades característiques. Les característiques que defineixen com a pròpies dels agents són aplicables també als individus. Són conceptes que ens poden ser d'utilitat alhora de dissenyar activitats educatives. Els individus tenen, per exemple, creences (beliefs), desitjos (desires), objectius i intencions (intentions) (Kennedy, 2012). Kennedy, (2012), afirma també, que el comportament de les persones està estretament relacionat amb aquestes creences individuals, desitjos i intencions. Les creences dels individus són el seu coneixement del món; són el bagatge de l'individu; els individus perceben el món d'una manera determinada.

Un agent és, doncs, un ésser viu quan ens referim a agents orgànics; individus o persones per a parlar de membres de l'espècie humana; visitants d'una institució museística; usuaris de proposta educativa, -d'un objecte educatiu, d'una activitat educativa- d'una institució museística. Aquests conceptes comparteixen moltes característiques i per tant, en alguns casos poden ser intercanviables. Així, agent és la forma més abstracte; persones per a membres de la nostra espècie (amb diverses característiques compartides amb altres espècies).

Els agents són autònoms. Kennedy, (2012) descriu els individus com a processadors de informació; d'intercanviar informació amb altres agents; de comunicació. Prenen decisions independents. Poden interactuar lliurement amb altres agents. Kennedy (2012) cita a Wooldridge i Jennings (1995), Franklin and Graesser (1996), Epstein (1999) i Macal i North (2005) per presentar unes característiques que podem tenir presents i que ens poden ajudar a caracteritzar els visitants d'una exposició educativa. Es pot considerar que els visitants són autònoms en el sentit que, dintre de les seves possibilitats, prendran les decisions que considerin oportunes; interactuaran amb altres persones. Hi ha heterogeneïtat. Aquesta heterogeneïtat la representarem més endavant amb el concepte de perfil; els visitants quedaran definits per diferents atributs, com per exemple edat, ofici, nivell d'estudis... És possible crear grups homogenis segons atributs o característiques.

Els visitants són actius i sovint tenen un objectiu (això és quelcom que s'hauria d'intentar identificar o transmetre en educació). Perceben el seu entorn i hi executen eleccions més o menys racionals. Els visitants es mouen per l'espai. S'espera del visitant algun tipus d'aprenentatge i estan capacitats per aprendre.

Podem observar un individu des del punt de vista biològic. Les espècies que observem avui són resultat de l'evolució. La selecció natural explica la persistència de determinats canvis en les característiques de les espècies al llarg del temps. Un individu, alhora, és el resultat d'un desenvolupament al llarg de la seva vida. Es poden definir, així, diferents estadis.

Els individus tenim sistema nerviós. El sistema nerviós està molt relacionat amb la cognició. El sistema nerviós és clau en la interacció amb l'entorn. Diferents disciplines investiguen aquest sistema nerviós. El sistema nerviós té diferents parts. El cervell és una d'aquestes parts. Si analitzem la cognició, és important conèixer la descripció biològica del cervell i la resta de components del sistema nerviós. Una aproximació des del punt de vista biològic, de la seva configuració, i de la seva dinàmica és imprescindible per enfocar la qüestió des del punt de vista educatiu. De la dinàmica del sistema nerviós s'origina també el concepte de pensament (mind). Distingim així entre una part física i una part mental. Tal com comentàvem, en aquesta tesi seguim les

observacions de Anderson (2007) en el sentit que no és possible separar el sistema físic (brain) dels procediments que hi ocorren (mind). Allò mental emergeix de la dinàmica de la part física.

Diferents investigacions estableixen una relació clara entre diferents parts del cervell, del sistema nerviós, i algunes de les habilitats que tenen els individus (Sowa, 2011). Per a la descripció de les parts del cervell, es pot consultar el capítol 5 de Baars i Gage (2010). La ment emergeix de les accions d'un nombre de mòduls cognitius independents entre ells que són integrats uns amb els altres per un sistema de control central (Anderson, 2007). L'autor continua dient que hi ha comunicació entre aquests mòduls. Per exemple, el gangli basal és un sistema que coordina els mòduls relacionats amb la percepció i els mòduls centrals amb l'objectiu de seleccionar una acció apropiada (Anderson, 2007). Aquí ens interessa destacar la idea que hi ha una equivalència entre diferents funcions observables i una ubicació física determinada en alguna part del cervell per a moltes d'elles. Això és els que els permet parlar de mòduls (Anderson, 2007).

El cervell –i el sistema nerviós- han evolucionat durant milions d'anys encadenant procediments que permeten el comportament humà. Aquest comportament difícilment es pot descriure amb un algorisme senzill i homogeni (O'Reilly, Hazy i Herd, S.A., 2012). Per explicar la cognició és necessari la interacció d'un nombre de sistemes especialitzats (O'Reilly, Hazy i Herd, S.A., 2012).

A Baars i Gage (2010), hi podem trobar una descripció dels components del sistema nerviós. Goertzel et al. (2007) destaquen les aportacions de Thompson (2001), el qual afirmava que el cervell humà conté estructures espacialment configurades per respondre i interaccionar amb els comportaments d'altres humans. El mateix autor, continua dient que aquestes estructures s'utilitzen internament també quan no hi ha altres individus presents, perquè l'aprenentatge i la formació de l'individu es fonamenten en un procés de continua interacció entre els fenòmens que experimentem directament i la recreació per part del sistema nerviós, d'altres fenòmens, la reproducció mental d'allò prèviament observat utilitzant neurones especialitzades; aquesta dinàmica és possible degut a les neurones mirall (les mirador neurons). Les mirador neurones tenen associat un sistema neuronal (Goertzel et al., 2007).

Els individus estan al món físic i hi executen accions (cadena d'accions). Interaccionen amb el món físic. Els individus tenen certa autonomia. Autonomia, seria la possibilitat d'elecció entre un conjunt d'accions potencials. Ens interessen, tant les accions governades de manera conscient com les que són activitat espontània; les accions que s'inicien sense supervisió pròpia, serien accions reactives.

Les accions d'un individu tenen una gran dependència amb la cognició. Cognició, com hem anat comentant, seria la dinàmica, la capacitat, que permet als agents interactuar amb l'entorn; com a resultat de la cognició els individus interaccionen amb l'entorn; per definir el concepte de cognició és necessari utilitzar molts altres conceptes: percepció, aprenentatge, raonament... La cognició serà finalment, la suma de tots aquests conceptes que utilitzarem per a definir-la. La cognició és un procés; sovint es parla de procés cognitiu; un procés dinàmic.

Podem diferenciar dues grans tipologies d'accions. Les que necessiten ser supervisades per l'agent i les que no; les accions reactives són accions que el sistema nerviós dels

individus executa de manera automàtica; sense supervisió per part de l'individu; es tracta d'actes reflexes. El concepte d'habilitat (skill) s'aplica quan un individu coneix com executar determinades seqüències d'accions; aquestes accions les executa sota la seva pròpia supervisió. Les habilitats permeten l'adaptació a l'entorn o món físic. Experiència, pràctica, hàbits, són conceptes relacionats; hàbits és un concepte proper a conducta. Competències, és un altre concepte molt tangent a habilitats. Algunes accions repetides moltes vegades es converteixen en processos que els individus executen de manera automàtica (automatic routines); d'altres són supervisades per el propi individu; apareixen aquí els conceptes d'aprenentatge i aprenentatge per repetició.

Experiència és un concepte que descriu l'assoliment o interiorització per part d'un individu de les accions adequades davant d'un estat determinat de l'entorn o destinades a assolir un objectiu determinat. De l'observació de les accions que porten a terme els agents en podem abstraure el concepte de conducta (behaviour) que serien les accions típiques o previsibles d'un agent davant d'unes circumstàncies determinades. Control i autocontrol és la capacitat de controlar les dinàmiques per a l'execució d'accions.

Els individus tenen creences (beliefs). Creença és quelcom que està a la memòria de l'individu. De manera més general, la creença seria una la idea que té l'individu de l'estat actual en el que es troba.

Davant dues o més possibles accions hi ha elecció. Objectiu (goal) seria l'estat que vol assolir l'individu. Donat una cadena o arbre o diagrama d'accions, l'objectiu seria l'estat final que vol assolir l'individu. Desitjos (desires) serien també els estats (finals) que intentarà assolir un individu. Un estat desitjat es pot definir també en termes de outputs i inputs que necessita. Intencions (intentions) seria l'acció que té previst executar un individu. Motivacions (motivations) serien condicionants d'elecció. Les actituds serien accions o idees en relació a quelcom que es donen de manera constant al llarg del temps. Necessitats (needs) serien inputs que necessita l'individu. Curiositat seria la predisposició d'un individu cap a augmentar el coneixement. Els individus també tenen emocions. Les emocions determinen en gran mesura les accions dels individus. L'atenció, la capacitat d'un individu per a focalitzar la seva percepció i l'execució de les accions en un determinat objectiu, és un concepte també molt important.

Percepció, memòria, dinàmica, aprenentatge i raonament (com a dinàmica) són conceptes que s'ampliaran en els propers apartats.

5.1.3 Percepció

La percepció és un concepte clau per a comprendre i definir agents.

Els agents tenen sentits (senses). Perceptors i sensors són elements físics que permeten la percepció. Perceptors, sensors i sentits són conceptes tangents que s'utilitzen, sobretot, depenent del context explicatiu. La percepció permet percebre fets o esdeveniments. Un input sensorial (sensory input) serien fets o esdeveniments que s'incorporen al sistema mitjanant els sentits. Podem parlar d'input visual (visual input), input auditiu (auditory input)... Cal observar que un estímul, quelcom present a l'exterior i que és percebut, origina una sensació. Cal observar que aquesta mateixa sensació però es pot obtenir mitjançant dinàmiques internes del sistema nerviós; sense que sigui necessària la presència de l'estímul.

Els conceptes d'input i output ens poden servir per a distingir entre allò que està a l'inici i allò que està al final d'una acció de percepció.

No és l'objectiu d'aquesta tesi una descripció exhaustiva dels sentits ni del seu funcionament biològic. Interessa, sobretot, constatar la seva existència i que estan estretament relacionats amb la percepció d'allò que volem educar. Per qüestions d'espai de la tesi tampoc no es pot fer una descripció anatòmica dels diferents sentits; tanmateix, és imprescindible tenir clares una sèrie de característiques. Així, rebem informació de l'ambient mitjançant els perceptores sensorials (Carlson, 2005). Els perceptores sensorials són neurones especialitzades en la recepció de una gran varietat de fenòmens físics. Altres tipus de perceptores són molècules proteiques especialitzades que s'uneixen a altres molècules (Carlson, 2005).

Els receptors sensorials són, així, neurones especialitzades en detectar una categoria de fenòmens físics; els estímuls són allò que modifica als receptors (Carlson, 2005).

S'afirma que tenim cinc sentits: vista, oïda, olfacte, gust i tacte. En realitat, en tindríem més de cinc però inclús els experts no estan d'acord amb la manera de delimitar-los (Carlson, 2005). Segons el mateix autor, per exemple, caldria afegir el sentit vestibular: l'oïda intern aporta informació sobre l'orientació de l'individu a l'espai; també, el sentit del tacte (somestèsia) detecta canvis en la pressió, la temperatura (calor fred), les vibracions, la posició dels membres del cos i situacions que danyen els teixits (producció de dolor). El que podem afirmar, és que els sentits detecten magnituds físiques. Per exemple, la detecció de les radiacions electromagnètiques visibles (vista); la detecció de la deformació mecànica de la superfície corporal (somestèsia); la mecanorecepció: tacte, vibracions; la detecció dels estímuls dolorosos; la detecció de la temperatura (termoreceptors); la detecció del so; la detecció de la posició a l'espai (propioceptors); la detecció de substàncies químiques (recepció gustativa; recepció olfactiva)...

Per entendre la correspondència entre magnitud física i receptors (estímuls) podem exemplificar-ho amb la descripció que Carlson (2005) fa del sentit de la vista. Els nostres ulls detecten la presència de la llum. Per als éssers humans la llum percebuda és una banda estreta de la radiació electromagnètica. La radiació electromagnètica ens resulta visible entre els valors de 380 i 760 nm. Hi ha altres espècies, continua l'autor, que detecten altres rangs en la radiació electromagnètica (Carlson, 2005). Així, podem exemplificar l'estreta relació entre magnituds físiques i les sensacions. Per exemple, pel que fa al color, la llum percebuda ve determinada per tres dimensions: tonalitat, saturació i brillantor (Carlson, 2005). Les longituds d'ona determinen la primera de les tres dimensions perceptives: la tonalitat (Carlson, 2005).

Hi ha un gran consens al voltant del fet que detectem estímuls; la dificultat està, en determinar si cal considerar que cada un d'aquests estímuls és detectat per un sentit en particular (Carlson, 2005). En qualsevol cas, en aquesta tesi, interessa sobretot constatar que hi ha els sentits, i que aquests detecten magnituds físiques. En una proposta educativa presencial, la majoria d'activitats educatives i objectes educatius que analitzarem, l'individu hi és físicament present i, per tant, es poden utilitzar tots els sentits.

A banda de les sensacions, hi ha una adquisició d'informació a través dels sentits. Seria la modificació del sistema o xarxa neuronal -memòria- a partir de la informació provinent dels sentits.

Atenció, observació (observation), atenció selectiva són conceptes relacionats amb l'acció de percepció. L'atenció però també està relacionada amb l'estat conscient o inconscient en el que, durant determinades dinàmiques o processos del sistema, aquest porta a terme les seves accions.

El concepte de multisensory integration indica la capacitat del sistema per integrar o unificar els inputs provinents dels diferents sensors.

Així, un sentit, es pot definir des del punt de vista físic (components físics del sentit) i des del punt de vista de la informació tractada per el sentit. En darrera instància, els sentits, estan relacionats amb el tipus de sensació. El color vermell, per exemple, és una sensació que s'origina amb la percepció del sistema visual. Cal observar doncs els sentits des del punt de vista de les sensacions (qualia per alguns autors). Una sensació seria una impressió quan hi ha presència de l'estímul. Tot allò que en tenim impressions es pot explicar amb uns components físics del sistema. Així per a vista tinc color i formes i podem localitzar els components físics del sistema que ens permeten passar de l'input cap a la sensació.

Recordar però que algunes impressions no tenen una correspondència directa al món físic (el color seria el millor exemple; el color que veiem no és el color dels objectes); això ens ha de servir per entendre que les impressions no són una reproducció fidel de l'exterior.

Un estímul, així, és quelcom que activa receptors (receptors). Podem considerar que l'estímul és un patró que entra al sistema nerviós i aquest el transforma fins aconseguir una sensació (qualia). Hi ha una mena de traducció a l'interior de l'individu. Una traducció d'estímuls cap a sensacions. El concepte de traducció de patrons que originen sensacions ens permet parlar dels diferents sentits. Cal tenir present que no tots els fenòmens físics produeixen una sensació als individus. No tots els fenòmens físics poden ser percebuts. Senzillament, no tenim sentits per a percebre tots els fenòmens físics. Per exemple, no tenim sentit per a la percepció del magnetisme i ho fem mitjançant altres sentits. Sovint traduïm els diferents fenòmens físics a altres fenòmens físics que poden ser observats per els nostres sentits. Així, en molts casos, la percepció d'un fenomen és indirecta. Per exemple, mitjançant un mesurador. El magnetisme es percep amb la vista, per exemple. La percepció del magnetisme, és una traducció de quelcom no perceptible a quelcom que si que pot ser perceptut i tenir una representació mental. Tampoc, no hi ha memòria del nivell de magnetisme com a tal, només hi ha memòria de la traducció de la radioactivitat a informació que pot ser percebuda per l'individu.

La propiocepció seria per definir aquelles impressions que tenen l'origen en els agents. En característiques físiques dels agents o individus en un moment determinat. Percepció, detecció, sensació són tangents conceptualment. No totes les sensacions tenen el seu origen en una percepció d'alguna magnitud física ubicada a l'exterior de l'individu. Hi ha sensacions de dolor, plaer i molts altres relacionats amb els sentiments. Podem tenir consciència d'aquests sentiments. Per tant son tant vàlids com els sentits i possiblement tant importants com altres sentits.

Tenim tendència a donar per cert allò que observem o percebem o ocorre dintre el nostre sistema nerviós. Evolutivament té molt de sentit. No tindria sentit prendre decisions que han de ser immediates només a base de raonament o qüestionar constantment la validesa d'allò que es percep. Aquesta predisposició a pensar que el que percebem i pensem és real ens porta a errors importants. Per exemple; allò que llegim, com que és percebut, es pot confondre amb allò real. Cal verificar constantment la seva veracitat. Aquesta predisposició a acceptar com a vertader allò percebut explica, així, la tendència a donar per cert allò que percebem.

Així doncs, hi ha quelcom exterior de l'individu. Els individus perceben. El sistema nerviós de l'individu transforma allò percebut en sensacions. La dinàmica percepció-funcionament sistema nerviós-sensació és bàsica per a la comprensió de la cognició.

Es pot afirmar que, allò percebut, és transformat per el sistema nerviós, en sensacions. També que el sistema nerviós pot generar sensacions sense la presència dels estímuls, a partir d'allò emmagatzemat al sistema nerviós; a partir de la memòria. En aquesta cadena d'estats, percepció estaria a l'extrem inicial; al centre tindríem el funcionament del sistema nerviós (dinàmica), i a l'extrem la sensació, o qualia o impressió que es forma a la ment de l'individu.

De tot això en resulta una dinàmica que cal tenir present alhora de dissenyar continguts educatius. Per exemple: llegir històries ens porta cap a una activitat cerebral que revela llocs, caràcters, subjectes, objectes i accions; fem representacions que explorem visualment i simulem l'activitat motora i imaginem esdeveniments de la història com si els haguéssim percebut (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012). La simple lectura, activa representacions mentals de percepcions i d'experiències motores.

Per a més informació relacionada amb els sentits i el funcionament dels sentits es pot consultar (Baars i Gage, 2010). Una de les accions que es definiran en aquesta tesi i és central al model adoptat, és l'acció de percepció. Es definirà aquesta acció més endavant.

5.1.4 Tipus de sentits

La percepció dels individus, com hem comentat al punt anterior, s'executa mitjançant els sentits. Els sentits són sistemes biològics que, basant-se en processos físics o químics permeten que el sistema nerviós sigui activat per estímuls originats a l'exterior del sistema nerviós. El resultat d'una percepció pot ser una sensació. L'individu també pot tenir sensacions originades al l'interior del seu propi cos (per exemple, la sensació de gana). Hi ha correspondència entre un sentit i les sensacions que podem tenir. A l'exterior del sistema hi ha diferents característiques físiques i químiques. Els sentits estan especialitzats en percebre aquestes característiques.

El sistema nerviós representa conceptes, almenys en part, en la forma d'experiències sensibles (sensory) (Binder i Desai, 2011). A les experiències sensibles, en aquesta investigació, les anomenem sensacions. El fet que alguns conceptes es representin internament amb sensacions fa que, per alguns autors, això signifiqui l'existència d'un tipus de memòria dependent de cada un dels sentits que l'originen. Téllez (2004), per exemple, ens parla de la memòria sensorial visual, que seria aquella que està

relacionada amb les experiències sensibles o sensacions visuals. La memòria sensorial auditiva s'introdueix a Téllez (2004). Així, la dinàmica del sistema nerviós, origina sensacions; les sensacions es poden relacionar amb algun dels sentits (color s'associa amb la vista per exemple), llavors alguns autors dedueixen aquesta associació a l'existència d'un tipus de memòria. Sobretot els autors que parlen de memòria sensorial. Tanmateix, tal com apunta Téllez (2004), hi podria haver confusió entre sensacions i tipus de memòria; per tant, una classificació dels tipus de memòria atenent a quin sentit li correspon allò representat, no sembla que sigui imprescindible.

En el model incorporarem la possibilitat d'especificar quin és el tipus de sentit que pot percebre un determinat recurs. Cal tenir present que els sentits són una característica del visitant. En alguns casos cal adaptar els continguts educatius als sentits del visitant. Per a més informació sobre el tipus de sentits consultar l'apartat de percepció.

5.1.5 Tipus de significant

Tradicionalment, en comunicació, s'ha distingit entre significat i significant. En aquesta tesi, significant serien aquelles recursos que són portadors d'una idea (idea en el sentit ampli del terme, per referir-se a allò que ocorre a l'interior del sistema nerviós de l'individu). Així un objecte educatiu és un significant. L'objecte educatiu pot estar integrat per recursos auxiliars. En el cas de dinàmica interna (per exemple, una dinàmica del sistema nerviós activada directament a partir de quelcom ja present a l'interior de l'individu) el significant es localitza a l'interior del sistema nerviós.

Sovint, la percepció de l'objecte educatiu (el significant) no és suficient per assolir la idea. Es necessita una dinàmica interna que permeti la construcció de nous conceptes a partir de la idea de l'objecte educatiu i altres idees que poden estar presents a l'interior del sistema.

El que en aquesta tesi s'anomena idea és el que tradicionalment s'anomena significat. Significat seria la idea que l'objecte educatiu genera a l'interior del sistema nerviós.

Molt relacionat amb el tipus de sentit i la percepció i ha el concepte de tipus de significant. Un estímul físic és percebut per un dels sentits. La dinàmica de funcionament del sistema nerviós origina una sensació. Es pot afirmar que la sensació es pot classificar com originada en algun tipus de significant. Per exemple les lletres d'un text són percebudes per la vista i originen una sensació de imatge. La dinàmica del sistema nerviós permet traduir entre diferents tipus de significants. Per a més a informació consultar l'apartat percepció i l'apartat idea.

En aquesta tesi significant i objecte educatiu (part del recurs portadora de significat) són sinònims. Així doncs tipus de significant és també assimilable a tipus de recurs (tipus d'objecte educatiu).

5.1.6 Atenció

L'atenció pot ser voluntària o involuntària. Atenció és la focalització del sistema nerviós vers quelcom ubicat a l'exterior o a l'interior del sistema nerviós. L'atenció comporta la selecció d'alguna cosa enfront d'un altre que també hi és present. Atenció i consciència, com veurem, es consideren per molts autors com a sinònims mentre que altres autors consideren que es pot diferenciar entre els dos conceptes (Baars i Gage,

2010). L'atenció seria l'habilitat que tenim per dedicar recursos cognitius a un esdeveniment determinat (Baars i Gage, 2010). L'atenció es podria definir com l'habilitat que tenim per seleccionar informació que utilitza el nostre sistema cognitiu (Baars i Gage, 2010). La selecció està influïda per emocions, motivacions (Baars i Gage, 2010). L'atenció és quelcom flexible, controlada una mica per la voluntat; sinó fos així no podríem gestionar correctament les emergències o les oportunitats. No podríem canviar uns hàbits per prendre avantatge d'una nova oportunitat (Baars i Gage, 2010).

L'atenció selectiva es refereix al nombre d'estímuls als quals podem dedicar atenció simultàniament (Télliez, 2004). L'atenció selectiva del nostre sistema nerviós és limitada (Baars i Gage, 2010). Per això, l'atenció selectiva implica una tria entre possibles esdeveniments (Baars i Gage, 2010). De fet, Télliez (2004) comenta que el nombre d'estímuls als quals podem tenir consciència (prestar atenció) de manera simultània són uns cinc estímuls aproximadament.

L'atenció i la concentració mental es descriuen a Best (2002). Hi ha relació entre el concepte atenció i el concepte d'elecció entre diferents estímuls; fins el punt que atenció es podria considerar una selecció d'estímuls entre un conjunt d'estímuls percebuts per el sistema; cal observar que aquesta selecció d'estímuls pot ser conscient (dirigida per l'individu) o inconscient (automàtica reactiva). L'atenció també es pot considerar relacionada amb la proactivitat o predisposició cap a uns objectes educatius (generadors d'estímuls) determinats ubicats a l'exterior de l'individu o a l'interior individu. Alguns autors distingeixen entre atenció voluntària i automàtica.

La consciència semblaria l'experiència d'un esdeveniment després que aquest ha estat seleccionat (Baars i Gage, 2010).

L'aprenentatge funciona millor quan l'individu presta atenció. Estudiar o aprendre en ambients on ocorren altres coses interessants no és la millor manera de treballar. Així, l'atenció dividida (divided attention) interfereix en l'aprenentatge (Baars i Gage, 2010).

En una exposició museística podem suposar que hi ha atenció si observem que l'usuari percep l'objecte educatiu. Si un usuari ha assolit una idea també podem considerar que l'usuària ha prestat atenció. No tots els objectes educatius reben la mateixa atenció per part del visitant. Cal tenir present que atenció a un objecte educatiu no implica necessàriament la seva comprensió. Finalment, cal recordar que l'atenció queda implícita en el nostre model dintre de l'acció de percepció. Ja ho veurem.

L'atenció en un primer moment seria quan l'objecte educatiu capta l'atenció del visitant. A continuació, el visitant podria focalitzar (centrar l'atenció en) l'objecte educatiu. El visitant assigna una preferència a un objecte educatiu i disminueix l'atenció vers altres objectes educatius.

5.1.7 Recurs, estímulo, sensació

Allò localitzat a l'exterior del sistema nerviós de l'individu és un recurs (objecte). Els recursos són percebuts i interpretats mitjançant dinàmiques internes del sistema nerviós de l'individu per obtenir un significat (que en aquesta tesi poden ser de dos tipus: idea

objectiu o idea intermèdia). Distingim doncs entre allò que existeix a l'exterior de l'individu i allò que existeix a l'interior de l'individu. Allò que existeix a l'exterior de l'individu ho anomenem recursos. Hi ha diferents tipus de recursos. Allò que existeix a l'interior de l'individu és el resultat de l'activació del sistema nerviós i la resta de sistemes de l'individu. A continuació es completen els conceptes d'estímul, idees, sensacions i impressions.

Un recurs (objecte educatiu o objecte auxiliar) és percebut per el visitant. Aleshores es pot dir que aquest recurs és un estímul. Un estímul té l'origen en un recurs; en un objecte educatiu. Hi ha estímuls perceptibles per els diferents sentits. Els estímuls estan associats, així, a un tipus de sentit. Hi ha una transmissió d'informació entre l'exterior físic i l'interior del visitant mitjançant el sistema nerviós. A l'interior de l'individu hi localitzem impressions, sensacions i idees. Una impressió seria la idea originada directament per allò percebut; la idea generada per els sentits que té un origen en un objecte exterior a l'individu. Percebem amb els sentits. A més, els sentits tenen associats un tipus de sensacions determinat. Així un recurs que estigui fred, és un estímul fred al ser percebut i genera una sensació de fred (alguns autors ho anomenen qualia). Es pot distingir entre impressió i sensació com una qüestió de grau. Impressió es podria utilitzar per indicar que hi ha la presència de l'estímul simultàniament a la sensació. En canvi les sensacions les podem tenir també sense la presència de l'estímul. Això és degut a la memòria. La memòria (i les dinàmiques del sistema nerviós associades a la memòria) permeten tenir sensacions encara que no hi hagi l'estímul. La sensació del color groc per exemple quan no veiem res groc. Suposem que els individus d'un mateix perfil, que tinguin els mateixos sentits, tindran sensacions similars.

Si considerem un conjunt d'estímuls com a suficient per a descarregar una idea es pot considerar que existeix un altre conjunt d'estímuls que descarregui la mateixa idea. Observem que una peça de ceràmica vermella provoca la sensació de color vermell. Una imatge en blanc i negre d'aquesta peça és un objecte educatiu que no genera la sensació de color vermell. El mateix objecte es representat amb un conjunt d'estímuls diferents. Amb la pèrdua d'estímuls (aspectes que no deriven en una sensació) es perden propietats de l'objecte. Des del punt de vista educatiu, dos recursos són equivalents si el conjunt d'estímuls que porten són suficients per a generar la mateixa idea o conjunt de impressions o sensacions.

Les idees sovint són construccions internes a partir de recursos o objectes educatius diferents. S'originen a partir d'estímuls (la percepció) de recursos diferents. La dinàmica interna que porta de la percepció d'uns estímuls fins a una idea que seria la composició de diferents estímuls avui encara no es coneix. Tampoc es coneix com es genera una sensació a partir de la percepció d'uns estímuls. El fet és que és difícil definir la consciència; la ment.

Així doncs, un objecte educatiu té la característica que està a l'exterior del visitant; que existeix al món físic. Aquesta és la primera característica que ens permet distingir entre un objecte educatiu i una idea. En alguns casos la dinàmica interna del sistema nerviós de l'individu a partir d'un recurs generarà impressions; són impressions perquè són idees que tenen lloc en presència de l'objecte educatiu; i són sensacions perquè l'actor en té consciència. Distingim la sensació que té lloc sense presència de l'objecte educatiu de la impressió, en la que hi ha presència de l'objecte educatiu. Tant les impressions, com les sensacions, les considerem idees. Idees seria així, qualsevol cosa amb entitat

que té lloc en el sistema nerviós i que en alguns casos inclús no en som conscients. Així, degut a la dinàmica del sistema nerviós un objecte educatiu pot provocar una impressió. Una idea com a origen d'una dinàmica interna a l'individu, també pot provocar una sensació. Però no una impressió. Per parlar d'impressió hi ha d'haver l'objecte educatiu (l'estímul) a l'exterior del sistema nerviós. Si quelcom està a l'exterior de l'individu (és un objecte educatiu) i al ser percebut provoca una impressió (sensació en presència de l'objecte) o una sensació o una idea li podem dir que és un estímul. La sensació en alguns textos s'anomena qualia.

També cal recordar que a la part de l'objecte educatiu que és un estímul i que, per tant, porta un significat li hem dit també significant. Estímul i significant són, per tant, conceptes molt pròxims.

El significat és el que es conserva si canvies el tipus de recurs. Per exemple: si canvies una imatge de color a blanc i negre. Canvies l'objecte educatiu, el tipus de objecte educatiu; canvies les impressions i les sensacions però es conserven prou parts significants per poder derivar, igualment, molts dels significats associats a aquest objecte (moltes de les idees). En un museu, sovint, que l'objecte sigui l'original té un paper rellevant. Això està relacionat també amb les emocions.

Al mateix temps, hi ha relació també amb el tipus de sentit que associem a la percepció de cada objecte. Hi ha també una relació entre el tipus de sentit i el tipus d'impressió que aquest objecte crea al nostre sistema nerviós. Però cal observar que no hi ha sempre una correspondència entre el sentit de percepció i el tipus d'impressió. Així, podem llegir un text però tenir una sensació relacionada amb l'olfacte i una impressió relacionada amb la vista. Per exemple, el text "olor de terra mullada" ens genera la sensació d'olorar (una idea) de terra mullada inclús en absència de l'estímul original que origina mitjançant el sentit de l'olfacte la impressió de terra mullada. Una impressió seria un tipus d'idea que és alhora una sensació i que s'origina en presència de l'estímul (l'objecte) que crea realment la sensació. Seria la terra mullada. La olor seria la impressió quan hi ha la terra mullada.

S'ha escrit molt sobre sensacions i la seva relació amb el sistema nerviós. Hi ha sensacions que estan directament relacionades amb magnituds físiques. Però hi ha sensacions relacionades amb sentiments i estats propis dels individus. Vernon, Beetz i Sandini (2015) consideren significatiu que quan els humans imaginem el futur, no només anticipen un esdeveniment, també poden anticipar quines seran les seves sensacions, com es sentiran anímicament inclús, amb l'esdeveniment. Així doncs, conclou l'autor que cita a Gilbert i Wilson (2007), el sistema fa la prospecció simulant un esdeveniment i l'experiència hedonista associada (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

Alguns autors utilitzen per a sensació el concepte de modal specificity (Binder i Desai, 2011); es refereixen al format en el que es representa internament la informació externa. Els autors ho exemplifiquen: el coneixement del so d'un piano és modalitat auditiva; mentre que el coneixement sobre l'aparença del piano és modalitat visual, la sensació de tocar el piano és modalitat cinestèsia (kinesthetic).

5.1.8 Coneixement, idea

Una idea és el terme que hem agafat per definir allò que emergeix a partir de la dinàmica del sistema nerviós de l'individu. Les idees són quelcom que l'individu en té

consciència i que pot quedar memoritzat al sistema nerviós. També es poden considerar idees els estats del sistema nerviós. En la definició més general, idea seria el resultat del funcionament (de la dinàmica) del nostre sistema nerviós. Les idees estan relacionades, així, amb la memòria. Algunes idees queden emmagatzemades en la configuració del sistema nerviós en un moment determinat. Consultar l'apartat dedicat a la memòria per a més reflexions sobre això. Algunes idees es poden tenir de manera conscient i d'altres de manera inconscient. Allò inconscient, que no podem evocar a la consciència, pot ser determinant també per a la formació de coneixement i per el funcionament del nostre sistema.

Per una classificació de les idees com a objectius educatius consultar l'apartat d'objectius educatius. Recordar que els objectius educatius són, finalment, que el nostre sistema nerviós memoritzi alguna informació; són que el sistema nerviós quedi en una configuració determinada que li permeti recuperar aquesta idea mitjançant la dinàmica pròpia del sistema nerviós. L'aprenentatge s'associa amb el fet que aquesta memòria pugui ser recuperada en un moment determinat. Cal adonar-se també, que el nostre sistema nerviós, a partir d'unes idees, pot construir noves idees. El que anomenàvem raonament en apartats anteriors. Per a la construcció de noves idees ocorren procediments complexos (dinàmiques) que no arribem a comprendre completament. Aquests procediments emergeixen però degut a la configuració física del nostre sistema nerviós i sobretot a la manera amb la que estan connectades les neurones en una xarxa neuronal. Per aquesta raó els models connexionistes poden explicar diversos aspectes del funcionament del nostre sistema nerviós.

Ja hem dit que, impressió i idea són fenòmens de la mateixa naturalesa. Podem percebre una olor. La sensació és, allora, una idea relacionada directament amb una magnitud física de l'exterior i amb la seva percepció. També podem recordar aquesta olor. Amb impressió indiquem que la idea és el resultat de la percepció directe de l'estímul. La distingim d'aquelles idees que, encara que provoquen la mateixa sensació, no provenen de quelcom ubicat a l'exterior de l'individu en el moment d'ocórrer. El model connexionista basat en el funcionament de les neurones i en les xarxes neuronals permet modelar correctament aquesta circumstància. Si mirem al nostre voltant i després tanquem els ulls ens adonem clarament d'aquesta diferència. La impressió és quan tenim els ulls oberts. Són les sensacions directes obtingudes per el sistema nerviós fruit de l'activitat neuronal. Un cop tanquem els ulls queden colors i formes però no reproduïts per el sistema nerviós amb tanta claredat.

Així la presència de l'estímul, que provoca una impressió, permet al sistema nerviós la representació de moltes més idees o sensacions que si hi ha absència d'aquests estímuls. El fet que sigui una xarxa neuronal però no impedeix tenir idees o sensacions amb absència d'estímuls.

Així allora de dissenyar exposicions educatives o activitats educatives hem de considerar si volem que el visitant percebi els objectes educatius i li generin impressions o només que el visitant tingui la idea o sensació sense l'existència de l'estímul en aquell moment. No és el mateix llegir la paraula olor que fer que la olor sigui present a l'exposició. Cal considerar també que hi ha una relació entre les idees adquirides, memoritzades i les impressions. Així segurament és més possible que una idea sigui memoritzada si s'han rebut estímuls capaços de provocar impressions.

Es podria en certa manera avaluar la quantitat d'estímuls que presenta un objecte educatiu determinat. Segurament que, a major presència d'estímuls més fàcil és que quedi memoritzat quelcom. Així no és el mateix presentar una fotografia de la selva

inundada, que reproduir-la, amb condicions d'humiditat, temperatura i olors similars a la realitat (com trobem a Cosmocaixa de Barcelona). La fotografia és portadora de menys estímuls. El conjunt d'impressions d'una o altre objecte educatiu no és el mateix (olfacte, temperatura, llum, so de la pluja...). Per tant, és probable que hi hagi una correlació entre les impressions que pot provocar un objecte educatiu i la possibilitat que sigui memoritzat. Aquí és on, una altre vegada, observem la capacitat de les exposicions museístiques per a transmetre impressions que puguin perdurar en el visitant mitjançant objectes reals i reproduccions fidels de processos i situacions que no es poden traslladar amb facilitat a l'educació formal.

Les idees estaran representades en la representació visual. Hi ha diferents tipus d'idees. Totes elles tindran la seva representació visual. Els diferents tipus serien prerequisits d'habilitat, prerequisit de coneixement, objectiu educatiu, i diferenciarem en l'avaluació (en la representació visual de l'execució) si la idea ha estat assolida o no assolida. En apartats posteriors es podrà veure la descripció i la manera de tractar aquestes tipologies. També els diferents tipus d'objectius educatius.

5.1.9 Consciència

Cal distingir entre estats mentals i estats cerebrals (Bunge, 2011). Sobre reflexions interessants al voltant de la consciència es pot consultar Baddeley (1999). Crane (2008) utilitza el concepte de qualia per definir allò del que podem ser conscients. En certa manera, ja ho hem vist en els apartats anteriors, els qualia els podríem assimilar a les sensacions.

També hem vist que, el sistema nerviós tindria un funcionament modular; diferents mòduls o àrees del cervell gestionen determinats aspectes de la cognició i el comportament. Cal tenir present que el sistema nerviós treballa conjuntament amb altres sistemes del cos humà; el sistema circulatori (sang), per exemple, transporta hormones, neurotransmissors i moduladors (Damasio 2008). El coneixement depèn doncs de nombrosos sistemes ubicats en diferents regions del cervell separades entre si i, per tant, la unitat del pensament podria ser similar a una il·lusió (Damasio; 2008). Si observem des del punt de vista de la consciència podem distingir entre estats implícits (l'agent, l'individu, no pren consciència de l'estat del sistema) o explícits (l'agent pren consciència de l'estat).

Es desconeix actualment com impulsos elèctrics i interaccions químiques es poden convertir en qualia (sensació) de color vermell o la olor de terra mullada. Una explicació raonable d'aquest fenomen però haurà d'estar basada en fenòmens físics (Crane, 2008).

5.1.10 Memòria

Hi ha moltes definicions de memòria. Gómez (2010), cita la definició que apareix a l'enciclopèdia de les ciències cognitives: “el terme memòria implica la capacitat per codificar, emmagatzemar i recuperar (retrive) informació”. En aquesta tesi direm que el “què”, allò que pot ser memoritzat, és allò que es codifica, s'emmagatzema i es recupera. Les accions de codificar, emmagatzemar i recuperar seria la definició del “com”; serien dinàmiques que executa el sistema nerviós; seria el com el sistema

nerviós incorpora el què. Aquesta aproximació coincideix amb l'aproximació que fan diversos autors com Vernon, Beetz i Sandini (2015) citant a (Squire, 2004; Wood et al., 2012) que classifiquen la memòria segons la naturalesa d'allò recordat -el què- i segons el tipus d'accés -el com- que tenim a aquesta informació (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). En relació al com, cal especificar que la recuperació pot ser conscient o inconscient.

La memòria és així, la retenció d'experiències al cervell (Eichenbaum, 2008). Hi ha diferents tipus de memòria (Eichenbaum, 2008). Els diferents tipus de memòria es localitzen en diferents parts del sistema nerviós. Hi ha evidència científica que, per a cada una de les memòries, s'activen diferents parts del cervell i del sistema nerviós. En alguns casos de manera coordinada. Per això hi ha tendència a ubicar cada una de les tipologies de memòria a una regió del cervell. Tot això ho veurem amb més detall.

La memòria està estretament relacionada amb l'aprenentatge (Eichenbaum, 2008). Aprenentatge, ja ho hem comentat, és una dinàmica del sistema nerviós. Aprenentatge es refereix al procés mitjançant el qual les experiències modifiquen el nostre sistema nerviós, i per tant, en darrera instància, també la conducta (Carlson, 2005). La funció principal de l'aprenentatge és adquirir conductes que s'adaptin a l'entorn que canvia constantment (Carlson, 2005). Memoritzar és així, el resultat de canviar l'estructura del sistema nerviós; alterant els circuits neurals que participen a percebre, actuar, pensar i planificar (Carlson, 2005). La memòria, doncs, no es pot separar del procediments, de la dinàmica del sistema. A la ment humana no hi ha distinció clara entre procediments, dinàmica, i memòria (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012); els autors argumenten inclús que, en alguns casos, el sistema nerviós no té memòria més enllà del que està processant: les memòries humanes es construeixen generalment en el curs de recordar. La memòria humana forma part (embedded) del sistema cognitiu (Anderson, 2007) i alguns autors consideren la memòria com una funció cognitiva (Gómez, 2010).

La pròpia dinàmica del sistema incorpora, doncs, canvis en la configuració del sistema. La memòria emergeix com una conseqüència de la dinàmica, del funcionament, del sistema nerviós. Un canvi amb certa estabilitat en la seva configuració és memòria. El propi funcionament del sistema cognitiu, crea configuracions amb cert grau de permanència en el temps, amb certa estabilitat. Els canvis són, així, també els records (Carlson, 2005).

L'objectiu de l'educació és que l'individu incorpori, assimili, quelcom: idees (que poden ser habilitats, conductes, sentiments...). Aquesta incorporació equival a la modificació del sistema nerviós.

La dinàmica o funcionament del sistema nerviós es pot descriure física i químicament. La ment és simplement un nom per a l'activitat de processament de la informació del cervell (Graubard, 1993). Recordem que el cervell és quelcom físic que actua segons les lleis de la bioquímica i no es pot reduir a una entitat purament mental que no sigui analitzable com a successos bioquímics elementals (Graubard, 1993).

Tradicionalment, doncs, la memòria es considera un record estable d'un esdeveniment o de quelcom, que pot ser recordat de manera similar a com fou apresada (Baars i Gage, 2010). Òbviament, allò memoritzat també pot ser oblidat. En realitat, la memorització d'esdeveniments passats rarament és acurada. Així, el fet que la memòria emergeix de la dinàmica del sistema, dona a la memòria una capacitat important que permet la repetició, però també genera problemes amb records no acurats en alguns contextos (

Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012). Allò que recuperem de la memòria, la dinàmica de la que en resulta la memòria, també serveix per suplir o complementar la descripció d'un estat actual, d'un pensament actual, mitjançant informació emmagatzemada (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Això vol dir que la dinàmica del sistema permet el pas d'uns conceptes a altres segons la relació entre aquests a la memòria, a la configuració del sistema i al seu funcionament.

Els individus conserven l'habilitat d'actuar de manera fiable en situacions semblants a situacions anteriors (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Però la memòria, continuen els autors, permet a més de preservar experiències passades anticipar-se a experiències futures. Aquesta dinàmica s'anomena prospecció (prospection).

Així, la flexibilitat per accedir al propi passat és una característica intel·lectual molt important dels humans (Anderson, 2007). L'autor també considera la dinàmica d'obtenció de record a partir d'un estímul (prompt) és el que permet que hi hagi memòria declarativa i reflexió conscient (Anderson, 2007).

Dinàmiques del sistema nerviós:

En aquesta tesi, anomenem dinàmica al funcionament del sistema nerviós.

Hi ha dinàmiques que permeten fixar a la memòria determinada informació; hi ha tota una sèrie de dinàmiques del sistema nerviós que estan estretament relacionades amb la memòria. La definició de les més importants per el procés educatiu s'ampliarà en altres punts de la tesi.

La memòria i l'aprenentatge estan relacionats. Així mateix, com ja hem comentat, la memòria i l'aprenentatge tenen aspectes conscients i aspectes inconscients (Baars i Gage, 2010). Hi ha processos de recuperació (recall; retrieve) d'informació voluntaris i altres que són relativament automàtics o involuntaris (Baddeley et al. 2010). Hi ha diferència entre oblidar i un error en la recuperació (Baddeley et al. 2010). Recordar, recuperar, és la dinàmica més comú relacionada amb la memòria (Anderson, 2007). Cal diferenciar també entre record i reconeixement (Baddeley et al. 2010). És diferent reconèixer un objecte o quelcom que es presenta a l'individu i aquest percepció, que recordar-ho sense la presència d'aquest objecte. Hi ha experiments i estudis que demostren que la recuperació depèn de l'estat i del context de l'individu; el record millora, per exemple, si es repeteixen les condicions en les que fou après (Baddeley et al. 2010). Hi ha diferents tipus de memòria que consisteix en recuperar explícitament o intencionadament i altres tipus que la recuperació es fa de manera reflexa o incidentalment (no declaratives); exemples d'aquest darrer tipus serien conduir o anar amb bicicleta. Aquestes accions no depenen dels processos psicològics o de les regions del cervell que són crítiques per a la memòria declarativa.

La memòria no és quelcom que es comporti sempre de la mateixa manera. Per exemple, Coward (2004), cita a Baddeley (2000) i apunta que, si es demana als subjectes que memoritzin el major nombre possible d'elements d'una llista, normalment, els individus poden recordar els primers elements de la llista (primacy effect) i els darrers elements ubicats al final de la llista (the recency effect). Baars i Gage (2010), citen a Schacter (1987) que diu que els termes memòria implícita (implicit memory) i memòria explícita (explicit memory) s'utilitzen en el context de recordar (recuperar informació emmagatzemada). La memòria explícita, continua, seria aquella de la qual en tenim

consciència; aquella de la qual es pot declarar la seva existència i comentar-ne el seu contingut, tant verbalment, com de forma no verbal. L'autor afirma que, per aquesta raó, aquestes memòries es coneixen com a memòries declaratives.

De diverses investigacions experimentals es desprèn que tenim un control en relació a què retenim (encode) i què recuperem (retrieve) de la memòria (Baars i Gage, 2010).

La memòria implícita, no va acompanyada de consciència que estem recordant (Baars i Gage, 2010). La memòria implícita té com a conseqüència la millora del desenvolupament de determinades tasques (Eichenbaum, 2008). En aquest punt, doncs, pel que fa a la dinàmica bàsica de funcionament del sistema nerviós, cal tenir clara la distinció entre explícit i implícit. Cal observar l'aprenentatge i el raonament (funcionament) tenint present l'atenció o la consciència de l'individu. L'aprenentatge explícit és conscient i l'implícit és aprenentatge inconscient (Baars i Gage, 2010); alhora, l'aprenentatge explícit no es limita a quelcom que només ocorre de manera conscient, especialment en el cas dels estímuls emocionals (Baars i Gage, 2010). Aprenentatge implícit també té lloc quan estem aprenent de manera conscient o explícita. Així doncs, la dinàmica de funcionament del sistema pot ser conscient o inconscient. Es poden observar la dinàmica d'aprenentatge i la dinàmica de raonament, des del punt de vista de si es considera una dinàmica conscient o no i, també, de si necessita atenció o no per part de l'individu.

Cal tenir present que els records poden ser reconstruïts de manera una mica diferent cada vegada (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

Una altre dinàmica, la dinàmica de simulació interna, estaria a la base de la prospecció (prospection), la funció clau que utilitza la memòria episòdica i que permet anticipació en el procés cognitiu (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). La memòria episòdica (memòria de les experiències) i la memòria semàntica (memòria de fets) faciliten diferents tipus de prospecció (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). La memòria episòdica permet tornar a experimentar el nostre passat i també fer una predicció de l'experiència que viurem al futur (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Hi ha evidències, continuen els autors, que projectar-nos a nosaltres mateixos cap endavant en el temps és important quan ens fixem un objectiu (goal), creant una imatge mental de nosaltres mateixos actuant i llavors utilitzem la memòria episòdica per a determinar un pla per arribar a un objectiu (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Els mateixos autors comenten que aquesta utilització de la memòria episòdica per a la prospecció s'anomena "episodic future thinking", un terme segons els autors, proposat per Atance i O'Neill per referir-se a l'habilitat de projectar-nos endavant en el temps per a experimentar un esdeveniment abans que ocorri.

Goertzel, (1994) també entén la memòria com una dinàmica. No existeix a més, entitat controladora (memory supervisor) d'aquesta superestructura; no existeix una entitat supervisora que controli tota la memòria a llarg termini o que determini la localització de cada concepte. Segons autor la dinàmica de prova i error és el que controla la memòria (Goertzel, 1994).

El sistema nerviós també representa conceptes, almenys en part, en la forma d'experiències del sistema motor (motor experiències) (Binder i Desai, 2011).

Retenir (retention) significa la persistència dels canvis a la configuració del sistema. Retenció i memòria són doncs dos conceptes tangents.

Oblidar (forgetting) es pot explicar a partir dels conceptes de memòria i dinàmica del sistema. Si en un moment determinat l'estat del sistema i la dinàmica aplicada al sistema conduïen a un estat final al sistema i, més endavant, el sistema no pot tornar a aquell estat final, es pot afirmar que el sistema ha oblidat. Per tant, oblidar, l'aplicariem més aviat quan el canvi del sistema és quelcom aliè a la voluntat de l'individu. L'oblit s'origina doncs per la dinàmica i les característiques del sistema. L'oblit el tracta Baddeley (1999) al capítol 10 i també a Baddeley et al., (2010). Cal distingir entre oblidar i un error en la recuperació de la informació. La recuperació de la informació memoritzada depèn de l'estat i el context de l'individu (Baddeley, 1999). El record millora si es reproduïen les condicions en les que fou après Baddeley (1999). Cal distingir entre oblit permanent o oblit momentani en unes circumstàncies determinades. Per mesurar l'oblit en educació caldria segurament executar diverses avaluacions separades en el temps. Es podria comparar allò adquirit just després de la visita amb allò que, temps després de la visita, encara pot ser recordat per al visitant.

Tipus de memòria:

Hi ha diferents tipus de memòria (Gómez, 2010). Alguns tipus són més acceptats per la comunitat científica. Cal tenir present però que tots els tipus de memòria estan íntimament relacionats (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008).

A continuació es presenta una visió de diferents classificacions de la memòria. Aquesta classificació ens ajudarà a entendre què és la memòria i quins processos, o dinàmiques del sistema nerviós estan relacionades amb cada un dels tipus. Entendre això ens permetrà modelar millor l'aprenentatge i millorar els dissenys d'activitats i objectes educatius.

Memòria a curt termini i memòria a llarg termini:

Si memòria és, en darrera instància, una determinada configuració del sistema nerviós - una estabilitat que permet la repetició- es pot analitzar en termes de duració d'aquesta estabilitat; es pot analitzar en termes de duració de la configuració.

Des del punt de vista del temps, de la permanència d'allò memoritzat al sistema nerviós, la classificació tradicional distingeix entre memòria a curt termini (short-term memory) i memòria a llarg termini (long-term memory) (Baddeley et al. 2010, Baddeley 1999, Eichenbaum, 2008). En aquesta investigació ens inclinem per la proposta que considera la memòria a llarg termini i a curt termini fenòmens d'igual naturalesa i que es diferenciarien en termes del que s'anomena petjada (Baddeley et al. 2010). Petjada seria la permanència de quelcom en el sistema nerviós; la duració o temps durant el qual quelcom queda a la memòria.

Cada element es té a la consciència durant un temps reduït. Baars i Gage, (2010) afirmen que, si quelcom apareix moltes vegades -a la consciència- finalment passa a formar part de la memòria a llarg termini. La dinàmica a partir de la qual memòria a curt termini es transforma en memòria a llarg termini s'anomena consolidació (Carlson,

2005). La consolidació és, així, la progressiva estabilització de memòria a llarg termini de manera que els records no decauen tant ràpidament amb el temps (Baars i Gage, 2010). Carlson (2005) també entén la memòria a curt termini com memòria immediata dels fets i que pot consolidar-se o no en memòria a llarg termini. La consolidació s'explica amb el concepte, ja comentat, de reforçament de les connexions neuronals descrita per Hebb. Alguns autors utilitzen el concepte de memòria de treball (working memory) per delimitar allò que tenim a la consciència en un moment determinat. Coward (2004) apunta que no hi ha separació física entre els recursos de la memòria de treball i la memòria a llarg termini; l'autor afirma que el contingut de la memòria de treball és l'activació de la memòria a llarg termini. Veiem doncs l'estreta relació entre el concepte de memòria a curt termini, memòria a llarg termini i memòria de treball.

Els autors, que desenvolupen l'arquitectura cognitiva Soar, i que ho podem aplicar al cas que ens ocupa, Thórisson i Helgasson (2012), si que observen que a la memòria de treball hi hauria la informació relacionada amb el moment actual originada en els sensors o extreta d'altres estructures de memòria rellevants per el moment present. Baars i Gage (2010), citant a Miller, que ho va descriure ja al 1956, apunten que hi ha un límit a la memòria a curt termini (memòria de treball); concretament afirmen que els individus, en general, tenen un límit de 7 més/menys 2 elements els quals pot tenir a la memòria a curt termini en un instant determinat.

Què memoritzem:

Pel que fa al què, a allò que pot ser memoritzat, una divisió tradicional és dividir la memòria en dues grans tipologies; una és la memòria declarativa i l'altre la memòria procedimental (Gómez, 2010). Alguns autors parlen de declarativa i no declarativa (Baars i Gage, 2010). La divisió que fan Vernon, Beetz i Sandini (2015) és entre memòria de fets (declarativa) i memòria de procediments (i habilitats).

A la declarativa s'hi retenen així, fets i esdeveniments (coneixement específic, de moments, de fets, experiències...). Alguns autors afegeixen que la memòria declarativa és un recurs molt valuós que ens permet també emmagatzemar records autobiogràfics i això és crític per a la nostre percepció de individualitat (Anderson, 2007). La declarativa, alhora, es divideix en semàntica i en episòdica (Gómez, 2010).

La no declarativa o procedimental permet retenir habilitats (skills). L'aprenentatge d'habilitats es porta a terme amb la dinàmica del priming i a través de la percepció (perceptual learning); també apareix amb el condicionament clàssic simple (respostes emocionals). Així doncs, la memòria procedimental emmagatzema com s'executen accions i seqüències del sistema motor; en alguns casos rep el nom de "implícit knowledge memory" (ja comentat en paràgrafs anteriors). Baars i Gage (2010) citant a Squire (2004) apunten que procedimental serien doncs capacitats motores i cognitives.

Ja hem comentat també que, cada una d'aquestes memòries s'associa amb una part concreta del cervell (Baars i Gage, 2010). Aquesta correspondència entre diversos tipus de memòria i ubicacions determinades al sistema nerviós, la tractarem també en altres apartats.

Altres classificacions:

Hi ha altres classificacions dels diferents tipus memòria; Goertzel, Pennachin i Geisweiller, (2012), desenvolupant Cog Prime (una arquitectura cognitiva), les classifiquen en declarativa (declarative memory), procedimental (procedural memory), episòdica (episodic memory), de l'atenció (attentional memory), intencional (intentional memory) i sensorial (sensory memory). Un exemple de memòria declarativa seria: les torres són més altes que les cases. Un exemple de procedimental: agafar un objecte; comparar què fan els altres en una situació similar; com ho fan els altres per aconseguir el resultat (no pas un raonament a partir de certs principis sinó més aviat seria per imitació segons el que ja tenim a la memòria). Un exemple de memòria episòdica: memoritzar la situació en la que un fet va ocórrer. Memòria de l'atenció: recordar a què cal prestar atenció en una determinada situació. Memòria intencional: memòria relativa als objectius de l'individu. Un exemple de sensorial: memoritzar els colors d'un arbre.

Goertzel, Pennachin i Geisweiller (2012) afirmen que cada un dels tipus de memòria identificats tindrien associada una dinàmica d'aprenentatge (learning process); per exemple, raonar (reasoning) està associat amb la memòria declarativa. A més, les diferents memòries treballarien conjuntament i sovint simultàniament (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012).

Cal tenir present que algunes coses queden emmagatzemades a la memòria la primera vegada que es perceben. Sense reforçament. També cal adonar-nos que el sistema nerviós permet emmagatzemar quantitats molt elevades d'informació.

Tipus de memòria:

A continuació es defineixen els diferents tipus de memòria que cal tenir present alhora de dissenyar una activitat o un objecte educatiu. Veurem també que allò que pot ser après es pot classificar en alguna d'aquestes tipologies de memòria.

A) Memòria declarativa:

La flexibilitat d'accés, que proporciona la particular configuració del sistema nerviós en forma de xarxa neuronal, permet l'existència de la memòria declarativa (Anderson, 2007). La memòria declarativa es pot dividir en semàntica i episòdica (Vernon, Beetz i Sandini, 2015; Baars i Gage, 2010). La memòria semàntica seria l'emmagatzematge de conceptes, significats, objectes o categories de les coses. L'episòdica es correspondria amb "fotografies" de fets i esdeveniments "ancorats" a un temps determinat.

La memòria episòdica i la semàntica sovint es combinen (Baars i Gage, 2010). També hi ha evidències que allò emmagatzemat a la memòria semàntica es pot formar a partir de la repetició d'episodis similars (Baars i Gage, 2010). Vivas, (2010), cita a McKoon, Ratcliff y Dell (1986) que afirmaven ja aleshores que hi ha raons per creure que la memòria semàntica i la episòdica no són sistemes tan independents com es creia. La memòria semàntica és més abstracte i general que els episodis relacionats amb esdeveniments particulars a la vida d'una persona.

Baars i Gage (2010) descriuen com es passa d'una tipologia a l'altre: inicialment allò memoritzat es fa com a memòria episòdica i depenent del context i al llarg del temps, es transforma en semàntica. Així doncs, segons aquests i altres autors, la memòria semàntica pot derivar-se de l'episòdica mitjançant processos de generalització i consolidació.

La memòria episòdica pot ser a curt termini (short term) i a llarg termini (long-term), mentre que la memòria semàntica (i també, com veurem la procedimental) són a llarg termini (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

A1) Memòria semàntica:

La memòria semàntica inclou el coneixement adquirit en relació al món i és la base de moltes de les activitats humanes, però els seus fonaments biològics, tot just, s'estan aclarint (Binder i Desai, 2011). Allò memoritzat és independent del context espacial i temporal en el que ha estat adquirit (Baars i Gage, 2010). La memòria semàntica no és la memòria d'un esdeveniment concret (Baars i Gage,2010); així és relativament independent del context. En general s'associa la memòria semàntica amb la manera com comprem o modelem el món físic i utilitzem fets, idees i conceptes (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

La memòria semàntica està molt relacionada amb el llenguatge (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). És l'organització mental del coneixement que una persona té en relació a paraules, el seu significat i referents, així com les relacions entre conceptes (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). A Baddeley et al. (2010) i a Baddeley (1999) es parla de la codificació semàntica com quelcom referit a l'establiment de relacions a nivell cerebral entre conceptes. Però la memòria semàntica no només implica una jerarquia ontològica (aquestes relacions entre conceptes) sinó que pot activar diferents classes d'associacions relacionades de manera similar a com ho estan en un mapa conceptual (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008). La memòria semàntica també pot ser útil per a dirimir l'ambigüïtat d'un concepte (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008). Així doncs, la memòria semàntica és central en el comportament humà (Binder i Desai, 2011).

Uns exemples de memòria semàntica serien els noms dels atributs (característiques) dels objectes físics, els noms d'atributs de les accions, els conceptes abstractes i els seus noms, les opinions i creences, el coneixement d'esdeveniments històrics, el coneixement de causes i efectes o les associacions entre conceptes (Binder i Desai, 2011).

Per a la Intel·ligència artificial (AI) la memòria semàntica es modela com quelcom que reté propietats estructurals (per exemple, les cadires tenen potes) i les seves relacions i associacions (cadira-taula) (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008). Els mateixos Duch, Oentaryo i Pasquier (2008) afirmen que la AI s'ha basat en els investigacions relacionades amb l'audició, la visió i els signes olfactius efectuats per la neurociència.

La memòria semàntica doncs, seria la base per a la comprensió del significat dels conceptes generals. Seria un element dels processos cognitius humans; moltes teories psicolingüístiques s'han edificat al voltant d'aquesta concepció (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012).

Thompson-Schill, (2003) considera que no hi ha un sistema únic per a la memòria semàntica. Alguns models cognitius han descrit representacions conceptuais compostes per diferents parts. Per exemple, el mateix Thompson-Schill, (2003), cita a Allport que considera la memòria semàntica com una distribució de patrons a través de diferents dominis d'atributs.

A2) Memòria episòdica:

La memòria episòdica permet emmagatzemar quelcom de manera seqüencial i estaria relacionada amb l'experiència personal (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Per a Baars i Gage (2010) episòdica i autobiogràfica serien sinònims. Memòria biogràfica és quan el "què" està relacionat amb un mateix. La memòria episòdica té explícitament informació espacial i temporal del context: què va passar, a on va passar i quan va passar (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Els mateixos autors citen a altres autors, com Seligman, qui al 2013, proposa que la memòria episòdica, fonamentalment, és un procés constructiu. Aquesta característica està relacionada amb el rol que juga la dinàmica de simulació interna, que estaria a la base de la prospecció, la funció clau que permet anticipació en el procés cognitiu. Vernon, Beetz i Sandini (2015) citen a Tulving, (1972, 1984) qui proposa el concepte del que anomena anticipació de la cognició. Podem observar doncs aquí una mica de tangència conceptual entre la memòria episòdica i la memòria procedimental.

Per a Baars i Gage (2010), episòdica fa referència a un mateix i està organitzada al voltant d'un període específic; recordem conscientment (de manera que es pot considerar que tornem a experimentar allò que varem experimentar) depenent del context en quan a temps, espai i altres circumstàncies (Baars i Gage, 2010). La memòria episòdica permet memoritzar experiències d'interacció dels individus, també per entendre el context de les interaccions que es ocorren en un moment determinat i també per interpretar els esdeveniments en el seu context (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008).

B) Memòria procedimental:

Tal com comentàvem a la introducció sobre la memòria, la memòria procedimental està relacionada amb la interacció de l'individu amb l'exterior i també amb allò relacionat amb la motricitat d'un mateix. La memòria procedimental seria tradicionalment la memòria a llarg termini de les habilitats (skills) i dels procediments; de com portar a terme una tasca. La memòria procedimental estaria relacionada també amb la selecció d'accions adequades a un context (amb action selection).

Un sol tipus de memòria?:

Com hem comentat, tots els tipus de memòria estan íntimament relacionats (Duch, Oentaryo i Pasquier, 2008). Les aproximacions clàssiques, tal com hem comentat, mantenen una clara distinció entre declarativa i procedimental i també entre episòdica i procedimental. Tanmateix, la recerca contemporània té una perspectiva o aproximació diferent, que relaciona més els tipus de memòria. L'existència del sistema de neurones mirall (mirror neuron system) demostraria, segons l'autor, una proximitat entre les dues tipologies (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Tanmateix, els autors continuen afirmant que, avui, encara és difícil la comprensió de com aquests dos sistemes es combinen (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

Coward (2004), quan descriu les característiques que hauria de tenir una arquitectura cognitiva, planteja també la possibilitat de reduir diversos tipus de memòria a una estructura general. Goertzel, Pennachin i Geisweiller (2012), que desenvolupen una altre arquitectura cognitiva (CogPrime), afirmen també que els diferents components de la memòria no són completament diferents. Goertzel, Pennachin i Geisweiller (2012), finalment, per raons de facilitat d'implementació de la seva arquitectura cognitiva i , segons ells, no tant per raons de que siguin realment diferents, utilitzen un sistema diferenciat per a modelar cada un dels tipus de memòria.

Així doncs, encara no existeix un model que sigui efectiu per integrar en un sistema únic la memòria declarativa, l'episòdica i la procedimental i que permeti combinar coneixement de l'experiència amb el coneixement d'habilitats relacionades amb saber fer alguna cosa (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).

A nosaltres, per tot el que hem exposat, ens sembla que la memòria semàntica és un subconjunt de la memòria episòdica; si la memòria episòdica són records ubicats en un temps i un espai, records autobiogràfics, semblaria que, a partir de regularitats en episodis, el sistema nerviós podria originar la memòria semàntica; la memòria semàntica serien aquestes regularitats sense estar ancorades a un temps i espai determinat; finalment afegim que, encara que molts autors consideren la memòria procedimental com quelcom inconscient, el fet és que un procediment es pot entendre com un conjunt d'episodis en un interval de temps, sempre i quan aquests episodis continguin informació relacionada amb els diferents estats per els que es passa en el procediment.

Biologia de la memòria:

Per entendre correctament perquè cal observar la memòria com el resultat d'una dinàmica del sistema nerviós cal introduir la descripció biològica. Per comprendre el què i el com (els diferents tipus de memòria més acceptats), cal observar-ho des del punt de vista físic, biològic, fisiològic...

La unitat bàsica del sistema nerviós és la neurona. La neurona és una cèl·lula. Hi ha diferents tipus de neurones, molt diferenciades anatòmicament entre elles, que conviuen al sistema nerviós (Graubard, 1993). Les neurones estan interconnectades entre elles (sinapsis mitjançant àxon i dendrites) originant xarxes neuronals que s'aglutinen formant mòduls. Hi ha uns cent mil milions de neurones, potser 10 vegades més, comunicant-se habitualment mitjançant la transmissió de paquets elèctrics a un conjunt o població de neurones veïnes connectades (Graubard, 1993). No coneixem un funcionament detallat del patró d'interconnexió del cervell (Graubard, 1993). Les investigacions posteriors han permès entendre el funcionament cel·lular més basic i a nivell molecular a les sinapsis, però encara no es comprèn bé com el sistema es consolida (Baars i Gage, 2010). No hi ha encara, doncs, un mapa general en relació al funcionament del sistema nerviós.

El cervell, el sistema nerviós, no opera de forma serial sinó que ho fa de forma massivament paral·lela. Funcionament en paral·lel de centenars de milers o milions d'aquestes neurones interconnectades (Graubard, 1993).

És important també comentar la diferència entre el sistema i allò que recorre el sistema (impulsos elèctrics, per exemple) però també , molècules o àtoms que regulen el seu funcionament.

Carlson (2005), diu que Hebb, ja l'any 1949, va proposar una explicació de com l'experiència canvia les neurones d'una manera que ocasionaria canvis en la conducta. El principi de Hebb diu que, si una sinapsis s'activa repetidament al mateix temps que la neurona postsinàptica emet potencials d'acció, tenen lloc una sèrie de canvis a l'estructura o a la composició química de la sinapsis que reforçaran aquesta connexió. Es reforça així l'associació entre conceptes. Això s'anomena consolidació en altres paràgrafs. Així, segons Carlson (2005), aprenentatge implica plasticitat sinàptica: canvis en estructura o bioquímica de les sinapsis alterna els efectes sobre neurones postsinàptiques.

Els diferents tipus de memòries es basen en canvis a les connexions sinàptiques en els sistemes neuronals de cada un dels sistemes memòria (Eichenbaum, 2008). De fet, les memòries estan especialitzades en determinats patrons (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012). A partir de la dinàmica de funcionament de la memòria emergeix el reconeixement de patrons. Per exemple, es pot considerar que a partir d'un patró captat per els perceptors, la dinàmica del sistema origina els conceptes. El reconeixement de patrons (pattern recognition) fa referència al fet que, donat un recurs a l'exterior i la percepció del recurs per part de l'agent, la dinàmica interna porta, sempre, cap a un mateix estat final. Així doncs, la configuració del sistema i el seu funcionament fan que s'arribi cap al mateix estat final. En aquest sentit, Baddeley (1999), interpreta que hi ha uns activadors -claus- més rellevants que altres. Considera que s'associa la clau amb l'objecte. Les xarxes neuronals són conjunts de neurones que treballen en paral·lel. A partir del concepte de patró, de la configuració del sistema nerviós i del seu funcionament, emergeix, així, el concepte de fuzziness (difusa) que és una propietat de les xarxes neuronals. Així, no són necessaris els patrons complerts per a poder activar un concepte a la memòria. És la configuració de xarxa neuronal el que permet que emergeixi aquesta característica. Les xarxes neuronals artificials (pròpies de la AI) utilitzen aquesta característica.

On s'ubica la memòria?

Hi ha una relació entre els diferents tipus de memòria i ubicacions físiques determinades del sistema nerviós (Carlson, 2005). Ho sabem perquè s'ha observat que, diferents persones amb certes lesions, perden un o altre tipus de memòria (Carlson, 2005). Això és una prova de la relació de cada tipus de memòria i de les dinàmiques amb certes regions del sistema nerviós. Les neuroimatges, a més, permeten "observar" l'activitat cerebral que es relaciona amb els diferents tipus de memòria (Baars i Gage, 2010). Amb neuroimatges s'ha observat aquesta relació entre els tipus de memòria i determinades ubicacions del cervell on es registra activitat quan s'estan desenvolupant determinades tasques.

A tall d'exemple, podem anomenar alguns exemples de correspondència entre tipus de memòria i dinàmiques amb determinades regions del sistema nerviós; el lòbul temporal (medial temporal), per exemple, per a memòries episòdiques; el còrtex prefrontal per la metacognició, manteniment, i ús de la memòria; regions sensorials per allò relacionat amb la percepció i les memòries relacionades amb els sentits; el cerebellum i el gangli

basal es requereixen per el control d'habilitats i aprenentatge amb una clara interacció amb els lòbuls frontals. L'amígdala està molt relacionada amb aprenentatge de les emocions conjuntament amb algunes regions del sistema límbic (Baars i Gage, 2010). Investigacions relacionades amb l'articulació de paraules aporten evidències que suggereixen que la informació de diferents característiques d'un objecte estaria emmagatzemada en diferents regions del còrtex (Martin i Chao, 2001)...

Pel que fa a l'anatomia de la memòria no declarativa, afegim que, mentre la memòria declarativa depèn d'un nombre limitat de regions del cervell, la no declarativa utilitza la resta de formes de memòria a la resta de regions del cervell (Baars i Gage, 2010). En aquest sentit, la no declarativa, es pot dir que és més difusa pel que fa a la seva representació neural o localització física en alguna de les regions del sistema nerviós. Però cal tenir present que les diferents formes de memòria no declarativa, finalment estan també estretament relacionades amb regions i estructures específiques del cervell (Baars i Gage, 2010). Per exemplificar això, en alguns tipus de demència, encara es conserva algun tipus de memòria episòdica però no és possible fer tasques relacionades amb la memòria semàntica (Baars i Gage, 2010). Molts dels nostres aprenentatges són implícits (llenguatge per exemple). L'aprenentatge implícit, tanmateix, requereix consciència i atenció per orientar els estímuls de manera que aprenem (Baars i Gage, 2010).

Així doncs, una concepció completa de la memòria humana requereix múltiples regions del cervell (Baars i Gage, 2010).

Finalment, afegirem que les emocions modulen la memòria i aquesta decau amb l'edat dels individus (Eichenbaum, 2008).

Les nostres identitats s'edifiquen al voltant de la memòria. Molts pensadors, ens podem remuntar tant endarrere com amb John Locke, han argumentat que la memòria és crítica per a la construcció de la nostra identitat (Anderson, 2007).

5.1.11 Dinàmiques

Com hem anat comentant, es pot considerar que un individu és un sistema (integrant per diferents components que interaccionen entre ells). És possible descriure física i químicament el funcionament d'aquest sistema. Un individu té sistema nerviós, perceptors, executa accions... la cognició permet a un individu interactuar amb el medi que l'envolta. La cognició és, així, tot allò que permet a un individu aquesta interacció. Per això, formen part de la cognició, l'aprenentatge, el raonament... utilitzem molts conceptes diferents per a descriure la interacció de l'individu amb el medi i els processos que esdevenen i emergeixen a partir del funcionament del sistema nerviós de l'individu. Hi ha doncs, un conjunt de dinàmiques que emergeixen a partir de la dinàmica bàsica de funcionament físic del sistema i que permeten a un individu relacionar-se amb l'entorn.

Cognició és la capacitat de conèixer (cognoscere). La cognició, com hem comentat, permet l'aprenentatge. L'educació, és aprenentatge amb major o menor grau de supervisió externa a l'individu i major o menor grau d'institucionalització d'aquesta educació. Pel que fa a la institucionalització, tradicionalment, s'ha distingit entre

aprenentatge formal i no formal (en alguns documents hi trobem també l'educació informal). Educació formal seria aquell aprenentatge institucionalitzat. L'educació no formal seria l'aprenentatge que es desenvolupa fora de les institucions. Tradicionalment, s'ha considerat l'educació en els museus com aprenentatge no formal. Tanmateix, si ho analitzem des del punt de vista de la cognició, els límits entre ambdós tipus d'educació són força difusos. En aquesta tesi s'analitzen activitats educatives de l'educació no formal però els conceptes i metodologies es desenvolupen de manera que es poden extrapolar a l'educació formal.

Les dinàmiques relacionades amb la cognició, tenen característiques en comú i característiques específiques; aquestes característiques específiques fan que utilitzem diferents paraules per referir-nos a elles; per exemple, aprenentatge incorporaria a la seva definició que el seu resultat és la incorporació de quelcom nou a la memòria; raonament, incorporaria a la seva definició que el sistema treballa a partir del ja memoritzat per intentar abstrure informació no directament emmagatzemada al sistema. Així doncs, la part específica d'una dinàmica permet diferenciar-les i anomenar-les de manera diferenciada. La part comuna a totes les dinàmiques la podríem anomenar dinàmica bàsica i té estreta relació amb la configuració física del sistema i el seu funcionament. Hi ha doncs, una descripció físico-química del sistema, que hem introduït ja en apartats anteriors, que és comú a les dinàmiques. Cal recordar que, el que es transmet per l'interior del sistema, són impulsos elèctrics o matèria (químiques). Així doncs, ens apropem a diferents conceptes i dinàmiques sense perdre de vista que tot es basa amb el funcionament del sistema. Sobretot en el funcionament del sistema nerviós. Les dinàmiques emergeixen, així, de la dinàmica bàsica de funcionament del sistema nerviós.

Es poden identificar diferents dinàmiques relacionades amb la cognició. La cognició, d'entrada, ja hem vist que està molt relacionada amb la memòria. La dinàmica que origina la memorització de quelcom la podem classificar com a dinàmica pròpia de la cognició. Moltes de les altres dinàmiques utilitzen, en algun moment, la dinàmica que permet memoritzar quelcom. Moltes dinàmiques emergeixen a partir d'algun tipus de memòria de les ja definides.

Les propostes educatives s'han d'observar, doncs, des del punt de vista dels processos cognitius. Les propostes educatives en exposicions museístiques reuneixen unes característiques que les fan ideals per analitzar la cognició i, concretament, per analitzar l'aprenentatge, que es defineix en termes dels resultats educatius reals aconseguits; així, els visitants -usuaris, individus- que interaccionaran amb la proposta educativa, utilitzen, sovint, tots els sentits i a més s'hi desplacen físicament; el resultat és aprenentatge; de tipus d'aprenentatges (idees és un altre terme que utilitzem en aquesta tesi) n'hi ha molts; més endavant es parlarà de les seves classificacions i de la perspectiva adoptada en aquesta tesi; sense voler ara ser exhaustius hi hauria, per exemple, aprenentatge en forma d'habilitats, de procediments, d'idees...

Així doncs, insistim en el fet que, entendre la cognició, els processos cognitius dels quals en resulta aprenentatge, és imprescindible si l'objectiu dels dissenyador d'activitats educatives, és dissenyar i analitzar els resultats de propostes educatives adequades. Cal conèixer les dinàmiques o processos cognitius per adequar les propostes a aquests processos i maximitzar l'aprenentatge.

Una proposta educativa té uns objectius educatius. Per analitzar els resultats en termes educatius d'una proposta, és important, localitzar-los (i fer-ho abans de plantejar el tipus d'avaluació i les metodologies a utilitzar per a mesurar-ne els resultats). La majoria dels objectius educatius veurem que també estan estretament relacionats amb la memòria. El fet és que, tal com hem anat dient, amb l'aprenentatge es modifica la memòria.

És possible una classificació dels objectius educatius de la proposta en relació a quin tipus de memòria afecten (modifiquen). Sense la possibilitat de ser exhaustius i assumint les limitacions d'espai, en apartats anteriors de la tesi hem localitzat i analitzat a diversa literatura científica, les diverses aproximacions al concepte de memòria i les diverses tipologies. Allò que volem que l'individu aprengui, s'hauria de poder classificar sota algun dels diferents tipus de memòria; com que la memòria està estretament relacionada amb la cognició, saber quin tipus de memòria volem modificar ens pot ajudar a dissenyar la proposta de manera adequada al procés cognitiu que hi està relacionat.

Com veurem, hi ha també diferents sistemes d'avaluació de resultats; la classificació de l'objectiu educatiu ens permetrà elegir, també, un bon sistema d'avaluació; si l'objectiu educatiu és ensenyar un procediment, cordar-se la sabata, per exemple, el sistema d'avaluació estaria relacionat amb l'observació de l'execució d'aquest procediment; de fet, l'existència de memòria també es dedueix dels efectes observats en el comportament (Baars i Gage, 2010). Un altre exemple: si l'objectiu educatiu és que l'individu incorpori nova informació, com per exemple, a Sicília hi ha un volcà actiu, el mètode d'avaluació podria ser pregunta i resposta o tipus test. Es pot consultar l'apartat d'avaluació per a més informació relacionada amb els mètodes d'avaluació.

Recordem que, tradicionalment, memòria s'associa al cervell. Però cal fer-la extensiva a tot el sistema nerviós; de fet cal fer-la extensiva a tot l'individu doncs el sistema nerviós interactua constantment amb els altres sistemes. Hi ha gran interrelació entre diferents sistemes de l'individu; podem parlar de sistema motor, de sistema límbic...però finalment, hi ha intercanvi de quelcom entre aquests sistemes (energia, matèria) i per tant estan interrelacionats.

En una activitat educativa d'una institució museística, l'aprenentatge, és la modificació de la memòria com a resultat de la interacció de l'individu amb l'activitat. L'aprenentatge és la incorporació de quelcom a la memòria.

Hi ha dos disciplines importants que tenen com a objectiu modelar el comportament humà; la intel·ligència artificial (AI) i les ciències cognitives (cognitive sciences) (Kennedy, 2012). L'objectiu de la AI és replicar la intel·ligència humana i el seu comportament i sobrepassar-la si és possible. Alguns investigadors en AI intenten evitar o reproduir els errors humans o el comportament no intel·ligent que en alguns casos poden executar les persones. Les ciències cognitives intenten definir la intel·ligència humana i els processos cognitius racionals i la intuïció. Ambdós enfocaments han desenvolupat mètodes, tècniques i conceptes molt útils per a definir -i modelar- el comportament humà.

Embodied cognition, en ciència cognitiva, seria la teoria que els sistemes perceptor i motor suporten coneixement conceptual; això és, la comprensió i la recuperació (retrieve) d'un concepte involucra algun grau de simulació sensorial i simulació motora

del concepte (Binder i Desai, 2011). Un terme relacionat, *situated cognition*, es refereix a una perspectiva més general, que emfatitza el rol central de la percepció i l'acció en cognició, abans inclús que la memòria i la recuperació (Binder i Desai, 2011).

Coneixement (knowledge) i experiència es poden explicar en termes de memòria. Les principals dinàmiques, que alhora engloben altres dinàmiques, tal com hem comentat, són aprenentatge i raonament (learning i reasoning). L'aprenentatge (learning) té com a conseqüència canvis en l'estat del sistema i per tant canvis en la memòria. Reasoning, en tant que és recórrer la mateixa xarxa, també contribueix al reforçament (reinforcement). De fet es podria dir que, la dinàmica bàsica, el funcionament del sistema, implica canvis en la configuració del sistema (la regla de Hebb ja introduïda en apartats anteriors, s'aplica contínuament només pel fet de existència de descàrregues a la xarxa neuronal). Això, amb independència de l'origen de la descàrrega o del procés dinàmic. Hebb explicaria un aspecte de la dinàmica bàsica.

Algunes de les dinàmiques que emergeixen del funcionament del sistema són supervisades per el propi agent. Això implica que aquestes dinàmiques poden ser apreses i ensenyades (sobretot les més complexos). Així es pot distingir entre dinàmiques conscients supervisades per el propi individu i les inconscients i , per tant, no supervisades per el propi individu.

Aprenentatge:

Aprendre és fixar un canvi en el sistema nerviós (xarxa neuronal o memòria). Les dinàmiques, per elles mateixes, no necessàriament haurien d'implicar una nova configuració de la xarxa neuronal. Podrien ser simplement un reforçament. En qualsevol cas, intuïtivament, semblaria que la dinàmica ha de comportar la possibilitat d'operar canvis en la memòria (learning) i per tant la dinàmica explicaria tant la formació de noves connexions o estructures com el que permet gestionar la memòria de treball.

Tal com hem comentat podríem distingir entre aprenentatge guiat o supervisat (supervised, conscient) i aprenentatge inconscient o no supervisat (unsupervised) com a dinàmica implícita al funcionament cognició. També podem distingir entre aprenentatge que té lloc de forma deliberada (decidida per un mateix) o de forma inconscient. L'educació es pot caracteritzar com un aprenentatge on els objectius educatius, a més, són determinats a priori.

Una cosa és la dinàmica d'aprenentatge i l'altre els mètodes d'aprenentatge. Això cal tenir-ho present. Alhora, les diferents dinàmiques es poden explicar amb conceptes clau (percepció, sistema nerviós dinàmica, idees, acció...).

De la interacció dels individus amb l'entorn, en resulta, entre altres coses, un aprenentatge (Carlson, 2005). Segons el mateix autor, hi ha 4 formes bàsiques d'aprenentatge: aprenentatge perceptiu, aprenentatge estímulo-resposta, aprenentatge motor i aprenentatge relacional. L'aprenentatge perceptiu és la capacitat per reconèixer estímuls ja percebuts anteriorment. Principalment per a classificar i catalogar objectes i situacions. El mateix autor indica que a cada un dels sistemes sensorials s'hi pot donar aprenentatge perceptiu i que, per exemple, podem aprendre a reconèixer objectes per el

seu aspecte visual, sons o la sensació tàctil...; aprenentatge estímul-resposta consisteix en aprendre a executar una conducta determinada quan es presenta un estímul determinat; implica establiment de connexions entre circuits que participen a la percepció i els que participen en el moviment. La conducta podria ser una resposta automàtica, o una complexa seqüència de moviments prèviament apresos. Aquest aprenentatge inclou dos categories principals molt estudiades: el condicionament clàssic i el condicionament instrumental (Carlson, 2005). Aprenentatge motor, seria segons el mateix autor, una forma especial d'aprenentatge estímul-resposta. Aprenentatge motor seria la incorporació de canvis en els sistemes motors. Però l'autor comenta que aprenentatge motor no pot ocórrer sense la percepció sensorial de l'entorn i aprenentatge motor significa canvis en els circuits neurals que controlen el moviment.

Hi ha alguns tipus d'aprenentatge relacional molt complex. Aprenentatge episòdic - recordar seqüències de fets (episodis) presenciats- implica també poder memoritzar l'ordre amb el que succeeixen.

Un cop definit l'aprenentatge com a dinàmica que canvia l'estat físic del sistema llavors hi ha diferents maneres segons les quals es dona aquest aprenentatge. Imitació és adoptar espontàniament nous comportaments que observem en altres. Per exemple: aprendre a edificar torres de blocs observant com algú porta a terme aquesta acció (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012). Reforçament (Reinforcement): aprendre nous comportaments a partir de senyals de reforçament positius o negatius efectuats per professors o per els resultats en el medi (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012).

Cal tenir present que molt dels aprenentatges dels humans impliquen sovint centenars, inclús milers d'hores (Anderson, 2007). En el disseny d'activitats educatives cal tenir present la duració i si allò que estem intentant transmetre pot ser realment après amb el temps que disposa un usuari de la proposta.

Learning rate és un concepte que es refereix a mesura de quanta exposició a l'ambient és requerit per adquirir un coneixement (knowledge) rellevant o una habilitat (skill) (Thórisson i Helgasson, 2012).

Raonament:

Raonar és una dinàmica del sistema que podem definir com al funcionament del sistema a partir del contingut adquirit amb anterioritat -i també d'allò que podem percebre en el moment del raonament, amb l'objectiu (o la conseqüència) d'aconseguir un estat final, normalment una idea. Raonar, s'explica també amb la dinàmica del sistema d'aprenentatge; en aquest cas però, com a inici de la cadena d'accions no hi hauria només la percepció de quelcom exterior al sistema nerviós de l'individu, sinó que serien idees originades a l'interior del sistema nerviós. Observar que, tant en Learning com en Reasoning es comparteix el funcionament propi del sistema nerviós i també la generació de idees (qualia; sensació).

L'origen o inputs de la dinàmica són clau per entendre els conceptes. Inputs inicialment serien exteriors majoritàriament. Però cal tenir present que, teòricament, la dinàmica dels sistema podria generar inputs sense haver tingut mai percepcions; les sensacions (qualia) no estan a l'exterior; són processos que es donen a l'interior de l'individu. Per

tant, semblaria que es poden originar sensacions si hi ha la possibilitats que la descàrrega s'iniciï a l'interior. Aquesta possibilitat queda provada a partir del moment que podem imaginar quelcom que no existeix, sense tenir els estímuls o recursos ni percepcions de l'exterior (qualia conscients). Com que els inputs poden venir de l'interior del sistema i a partir de inputs es pot generar processos d'inducció, llavors aprenentatge (entès com a fixació de quelcom a la memòria amb canvis al sistema físic degut a la dinàmica del sistema) no s'origina només amb inputs provinents de l'exterior del sistema. Aquí hi ha el punt de tangència entre aprenentatge i raonament en el sentit que, en tant que originat amb inputs que tenen origen intern, el raonament és finalment aprenentatge. Perquè també té lloc un reforçament i canvis en la memòria.

Fins aquí s'han explicat la dues principals dinàmiques, l'aprenentatge i el raonament i allò més relacionat amb elles. També uns pinzellades que hi estarien relacionades. A continuació, a la taula 1, es presenten les principals dinàmiques que emergeixen del funcionament del sistema nerviós juntament amb una descripció. Aquest llistat, és el resultat de la cerca i classificació d'informació relacionada amb la cognició i altres fonts d'informació. Les referències es citen a la columna descripció. Es tracta de conceptes d'ús comú i d'àmplia acceptació (hem ordenat i classificat la informació consultada). Cal tenir present que algunes dinàmiques tenen molts conceptes en comú i que inclús poden ser originades pel funcionament coordinat de diverses dinàmiques. Moltes de les dinàmiques, a més, són tipus d'accions que els visitants podrien portar a terme durant l'execució d'una activitat educativa.

Taula 1 Dinàmiques del sistema nerviós

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
234	Abducció (Abduction)	Una forma d'inferència. A partir de les dades que descriuen quelcom es forma una hipòtesis que explicaria les observacions.
260	Acció, decidir	Dinàmica que permet decidir entre diferents accions (consultar també codi 193 (Acció, selecció d'acció).
193	Acció, selecció d'acció	Dinàmica que permet seleccionar una acció entre un conjunt d'accions. Consultar també codi 260 (Acció, decidir).
211	Accions actives	Accions que s'executen de manera conscient.
229	Accions motores	Accions relacionades amb el moviment. Amb el sistema muscular dels individus. Qualsevol acció o seqüència d'accions relacionada amb el sistema motor. Per exemple, votar una pilota, agafar un ram de flors, obrir una porta, accionar una palanca. Molt relacionades amb la memòria procedimental.
212	Accions passives	Accions que s'executen de manera inconscient. Habilitats integrades de manera que es poden executar sense prestar atenció. Moltes accions passives (habilitats) s'han executat de manera conscient abans que el sistema pugui executar-les de manera no conscient.
219	Accions passives de funcionament del sistema	Accions que s'executen de manera inconscient de manera inconscient relacionades amb el sistema. Per exemple, l'acció de bombar la sang que executa el cor. Normalment dinàmiques inconscients.
192	Accions potencials	Donat un estat actual, un conjunt d'accions que es poden

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		executar. Consultar planificació.
204	Accions reactives	Les accions reactives són accions que executa el sistema sense la supervisió de l'individu. Inclús abans que l'individu en prengui consciència. Per exemple, l'acte reflexa de tancar l'ull quan un objecte de dimensions petites és apunt d'impactar-hi. Les persones no són purament reactives (Anderson, 2007).
246	Actitud	Predisposició davant determinades accions.
160	Adquisició	Adquisició (acquisition) seria sinònim d'aprenentatge. Canvis en la configuració del sistema.
195	Agrupament	Capacitat d'abstreure patrons comuns entre objectes. Pot agrupar-los en un conjunt segons una o més de les característiques observades. Relacionat amb classificació.
253	Anàlisi	Capacitat de separar un patró (idees) en un conjunt de patrons. Seria el contrari de síntesi.
168	Anticipació	Percebre o imaginar un estat final abans que ocorri. Això li permetrà executar accions abans que ocorri l'estat final.
273	Aplicar coneixements	La capacitat de cercar conscientment coneixements i aplicar-los a una situació. Normalment la situació que es troba en el moment determinat.
155	Aprenentatge (Learning)	Ja explicat en paràgrafs anteriors. Seria una de les dinàmiques més importants del sistema. El sistema pot emmagatzemar (a la memòria) informació. Dinàmica clau perquè emergeixin altres dinàmiques.
215	Aprenentatge conscient	Consciència que es memoritza alguna cosa.
216	Aprenentatge inconscient	No hi ha és consciència que s'està memoritzant alguna cosa.
165	Aprenentatge subliminal (subliminal learning)	Es pretén que un individu memoritzi quelcom sense que en sigui conscient.
159	Associació (association)	Un tipus d'aprenentatge que seria establir relacions entre estímuls diferents (Carlson, 2005). exemplifica l'autor: al sentir el miol d'un gat imaginem la forma de gat. Hi ha doncs associació. Les interconnexions s'aconsegueixen amb aprenentatge. L'associació o tangència també ha estat estudiada en els textos escrits; Lee, Szymanski i Włodzisław (2012) comenten que la comprensió d'una paraula, d'un concepte, també es degut a l'habilitat per crear associacions correctes i rellevants en el context de l'episodi lingüístic, responent a la informació que no ha estat explícitament donada, però pot ser recuperada de la memòria episòdica o semàntica. En relació a la lectura i comprensió de texts, els individus utilitzen coneixements adquirits prèviament emmagatzemats als diferents tipus de memòria (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012) (background knowledge). La memòria semàntica associa paraules amb el seu significat general en el context donat i la memòria episòdica permet construir models de discurs i la narrativa. Dos estímuls observats s'associen si existeix alguna correlació entre ells (Hutter, 2012). Un conjunt d'observacions pot sovint classificar-se en diferents categories d'objectes similars que hi poden quedar associats. Consultar

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		inducció; particularització.
244	Atenció (Attention)	Ja explicada en altres punts de la tesi. L'atenció és una dinàmica que permet gestionar la capacitat del sistema per actuar. El sistema es focalitza en algun aspecte determinat. Disminueix la probabilitat que el sistema abandoni la tasca actual.
194	Avaluació (judgement)	Tangent amb altres conceptes; planificació apareix en el moment de presa de decisions. Consultar planificació. Seria una fase que permet la presa de decisions. La utilització d'un sistema per avaluar i prendre una decisió.
274	Calcular	Matemàticament. Utilitzar les regles de càlcul per obtenir valors.
197	Categorització	Consultar desambiguar; particularitzar; classificar. Patrons que es repeteixen entre diferents elements serien categories. Una categoria és, així, un subconjunt d'idees que es repeteix. La creació de categories permet la classificació d'elements en alguna de les diferents categories.
275	Cercar	El sistema pot cercar determinada informació a la memòria.
196	Classificació	Consultar categoritzar; el sistema pot abstraure un patró a un element tal que li permet assignar aquest element a un conjunt. El conjunt o categoria és tal que tots els elements que l'integren reuneixen unes característiques comunes. Relacionat amb agrupament.
239	Comparació	Comparar dos patrons. Dinàmica necessària per a la categorització, la classificació, la desambiguació i totes aquelles en les que el sistema ha de trobar les similituds o diferències entre dos patrons.
264	Comprendre	Moltes de les dinàmiques signifiquen comprensió. Comprendre és tenir una idea del món. Conèixer una regularitat.
250	Compromís	Tenir uns principis bàsics que determinen les accions i eleccions.
205	Comunicació	Possibilitat de generar patrons de tal manera que altres puguin interpretar-los. Emissor codifica el missatge i receptor el descodifica.
259	Comunicació escrita	La comunicació es fa de manera escrita sobre un suport.
257	Comunicació oral	Comunicació amb sons. Llenguatge parlat.
224	Consolidació, petjada	Ja explicada en altres apartats. Dinàmica molt important del sistema. Relacionat amb la dinàmica de funcionament del sistema nerviós. La repetició aconsegueix fixar quelcom a la memòria.
277	Construir	Dinàmica que permet produir quelcom físic a l'exterior.
200	Creativitat-crear	Relacionat amb imaginació. Dinàmica que permet generar noves idees a partir de les idees de la memòria. L'emergència de la creativitat s'explica correctament a partir d'un model connexionista. Consultar imaginació.
176	Deducció	Concepte molt tangent amb raonament. La deducció pot ser amb supervisió (la supervisió implicaria presa de decisions conscient); hi pot haver l'equivalent a presa de decisions (matemàticament equivalent) sense necessitat de supervisió o consciència. Sense supervisió seria una dinàmica de funcionament del sistema (seria el funcionament bàsic del sistema nerviós; d'una xarxa neuronal).
242	Demostració	En matemàtiques normalment. Demostrar que es pot obtenir

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		quelcom a partir de quelcom.
185	Desambiguar	El sistema pot tractar la falta d'informació. Davant de patrons incomplets pot classificar igualment el patró. La lògica difusa és un concepte relacionat amb desambiguar. Recordar que alguns autors proposen una certa equivalència entre una xarxa neuronal i el tractament de la informació de la lògica difusa; es pot analitzar el concepte des del punt de vista de dinàmica de raonament.
231	Descobrir (discovery)	Relacionat amb la dinàmica d'aprenentatge i el raonament. Incorporar de manera conscient quelcom nou a la memòria.
269	Descriure	Expressar quelcom amb un llenguatge.
191	Determinació d'objectius	Donats uns estats finals, unes necessitats, unes prioritats i altres paràmetres, es determina un estat final desitjat.
267	Dibuixar	Representar quelcom gràficament.
240	Diferenciar	Relacionat amb desambiguar.
406	Distracció	Pèrdua de l'atenció.
228	Divisió; identificació de components.	Capacitat per analitzar els integrants d'un objecte o concepte.
201	Elecció	Elegir una opció entre un conjunt d'opcions.
	Escoltar	Consultar percepció.
237	Estratègies	Concepte tangent a planificació. Seria una planificació i memorització de regles de producció de manera que es repeteix o s'intenta repetir l'execució d'aquestes. A llarg (normalment) o a curt termini. Capacitat de gestionar diversos estats finals desitjats simultàniament. Possibilitat de definir una seqüència d'accions interrelacionades que l'apropen a uns estats desitjats (objectius).
283	Ètica, acció	Ètica, acció. S'utilitzen valors ètics per a seleccionar accions.
187	Execució d'un procediment	Conèixer una seqüència d'accions que van d'un estat inicial a un estat final. Capacitat per executar les accions.
209	Experiència	Relacionat amb aprenentatge. Relacionat amb memòria. Possibilitat d'abstreure patrons a partir de la repetició.
247	Experimentar	Possibilitat de reproduir certes condicions i observar estats inicials i estats finals comparant-los amb la realitat; pot gestionar metòdicament aquestes proves.
173	Exploració de l'espai	Possibilitat de percebre i fer-se una idea de l'espai que l'envolta.
174	Generalització (generalise)	Concepte tangent amb inducció. Classificador és el resultat de inducció. Trobar, donada una observació, el patró comú amb altres observacions. La part comuna a diverses observacions és una generalització. En alguns llocs trobem el nom d'universal. Característiques comunes a diferents elements que permeten afirmar que pertanyen a un conjunt. En contraposició amb particular que serien aquelles característiques que permeten individualitzar o abstreure existència d'un element entre un conjunt. Concepte tangent amb inducció. És la pròpia dinàmica del sistema la que explica la inducció i la generalització. Inducció és el procediment per inferir lleis generals o models a partir d'observacions o dades localitzant les regularitats que hi ha entre dades (Hutter, 2012). Relacionat amb desambiguar.
208	Habilitats execució	Coneixement de determinats procediments que li permeten passar

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		d'un conjunt d'estats inicials a un conjunt d'estats finals.
238	Heurística	Estratègia; diferents estratègies que s'utilitzen simultàniament. Diferents punts de vista.
270	Identificació de causes	Consultar inducció. Donades dues observacions. Una integrada per un conjunt d'estats inicials. L'observació posterior integrada per un conjunt d'estats finals. La causa és el subconjunt d'estats inicials que origina un subconjunt dels estats finals.
241	Identificar	Relacionat amb desambiguar.
210	Imaginació	Ens referim aquí a la creació de nous conceptes a partir d'altres existents. Conceptual blending o conceptual integration (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012). Una teoria proposada segons (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012) per Gilles, Fauconnier i Mark Turner que descriu la creativitat a partir de diferents elements i relacions que es mesclen conjuntament d'una manera que tingui sentit. Un exemple proposat per l'autor seria agafar una torre i una serp per aconseguir un concepte de torre-serp (una torre que sembla una serp). Noves idees. Idees no percebudes. Idees que no existeixen prèviament al sistema nerviós. Consultar creativitat.
166	Imitació (imitation)	Donada una seqüència d'accions i uns estats inicials i uns estats finals hi ha la possibilitat d'executar la seqüència d'accions o pot reproduir un subconjunt dels estats inicials i un subconjunt dels estats finals.
235	Incertesa (uncertainty)	Consultar explicacions sobre fuzzy més amunt. Consultar patrons més amunt.
175	Inducció	És trobar l'estructura o part comuna entre dues observacions. És possible interpretar inducció i deducció en termes de funcionament del sistema que utilitza una xarxa neuronal. Recordar que emergeixen del funcionament del sistema nerviós (de la xarxa neuronal). És molt important recalcar que, amb les xarxes neuronals, el que tenim és una estructura (en realitat seria un sistema; no només hi ha neurones sinó que cal considerar tot el sistema en el seu conjunt) que amb la seva pròpia dinàmica ha de poder explicar l'obtenció de patrons. Donats un conjunt d'estats inicials i un conjunt d'estats finals. Donades diverses observacions. S'infereix la part comuna entre les diferents observacions.
172	Inferència causal	Premisses (estat inicial del sistema); premisses a l'exterior del sistema serien impressions (percepcions). Sistema de deducció. Inferència té tangència conceptual clara amb deducció. Inferència és el procés que permet passar de una premissa a una conclusió; d'un estat inicial a un estat final o output. Inferència causal seria amb memòria episòdica o procedimental. Determinar el subconjunt d'estats inicials que origina el subconjunt d'estats finals en una observació.
180	Inferència lògica	Premisses (estat inicial del sistema); premisses a l'exterior del sistema serien impressions (percepcions). Sistema de deducció. Inferència té tangència conceptual clara amb deducció (inferència és el procés que permet passar de una premissa a una conclusió; d'un estat inicial a un estat final o output). S'utilitza una lògica

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		per executar aquesta inferència.
248	Inspirar-se	Utilitzar observacions anteriors per a crear quelcom nou.
203	Instruccions (verbals)	Consultar comunicació.
163	Integració	Integració del nou coneixement amb l'antic. Relacionem nou coneixement amb coneixements previs. Consultar memòria declarativa. Memòria semàntica.
161	Intencions	Estat desitjat.
249	Interès	Relacionada amb atenció.
236	Interpretació	Concepte matemàtic molt tangent amb ambigüitat. Assignació. Interpretar també equival en llenguatge ordinari al procés de obtenir un output que descrigui l'estat actual de l'univers (sistema intern i sistema extern). Davant d'un patró, d'uns estats inicials és possible abstractre coincidències i relacions de causa efecte de manera que s'entén allò que s'observa.
182	Judicis	
256	Llegir	
226	Memòria	Ja explicada en apartats anteriors.
222	Memòria a curt termini (short-term memory)	Ja explicada en apartats anteriors.
223	Memòria a llarg termini (Long-term memory)	Ja explicada en apartats anteriors.
225	Memòria-working memory	Ja explicada en apartats anteriors.
262	Memorització	Ja explicada en apartats anteriors.
408	Fatiga mental (mental fatigue)	Ja explicada en apartats anteriors.
276	Modificar	
284	Moral	
188	Motivacions	
261	Negociació	
221	Oblit	Ja explicada en apartats anteriors.
425	Particularització	El contrari de generalització. Seria localitzar les característiques d'un patró que el converteixen en un element o objecte independent. Un element que, encara que pot pertànyer a altres conjunts d'elements, té unes característiques que fan que es pugui classificar a un conjunt on l'element és l'únic integrant del conjunt.
207	Percepció	Ja explicada en apartats anteriors.
407	Fatiga física (Physical fatigue)	
189	Planificació	Supervisada o no supervisada. Implica executar la dinàmica de prospecció. Planificació seria doncs un cas de la capacitat que de calcular el futur i preveure seqüències d'execució d'accions... Hi ha molts conceptes relacionats amb la planificació: objectiu (goal), decision, deliberation, decision making, condicions externes, condicions internes, procediment, motivació, volició, estat inicial, estat final, accions potencials, seqüències d'accions

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		potencials, elecció, condicionants d'elecció, ponderació variables, cicle de decisió (decision cycle), recompensa, càstig, pèrdua, guany, probabilitat execució correcte, error en l'execució, avaluació, funció avaluació. Si la planificació és supervisada internament, implicaria presa de decisions conscient però observar també que hi pot haver presa de decisions (funcionament del sistema equivalent) sense necessitat de supervisió o consciència.
190	Planificació accions	Consultar planificació.
169	Predicció (prediction)	La capacitat de a partir d'uns estats inicials preveure els estats finals del sistema. Consultar: planificació; prospecció; simulació. La predicció està relacionada amb sovint amb models del món que han estat apresos en observacions passades (Hutter, 2012). Relacionada amb planificació. Es té present el context i objectius (goal) per elegir una seqüència d'accions correcte (Anderson et al. 2004).
243	Preferència	
271	Preguntar	
186	Presa de decisions	Consultar planificació. Consultar elecció.
218	Priming	Memoritzar quelcom degut a la seva repetició.
423	Aprenentatge de procediments (Procedural learning).	Fa referència a l'aprenentatge de procediments. Observar que en realitat aquí es posa l'accent en el què i queda camuflat en el com... Consultar memòria.
424	Regles de producció (Production rules)	
278	Produir	
217	Prompt	Consultar priming
206	Propiocepció	Dinàmica que permet tenir informació sobre els propis estats actuals.
167	Prospecció (prospection)	Consultar també codi 170 (simulació). La memòria permet, a més de preservar experiències passades, anticipar-se a experiències futures. Aquesta dinàmica s'anomena prospecció (prospection) (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Es refereix a la capacitat del sistema per, a partir d'estat actual, anticipar o preveure o deduir o calcular un potencial estat final. La simulació, a més, pot ser conscient o en casos més reactius, podria ser inconscient (no traduït a paraules; bàsicament seria no expressat en llenguatge natural). La dinàmica de simulació interna, estaria a la base de la prospecció, la funció clau que utilitza la memòria episòdica i que permet anticipació en el procés cognitiu (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). La memòria episòdica (memòria de les experiències) i memòria semàntica (memòria de fets) faciliten diferents tipus de prospecció (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Memòria episòdica permet tornar a experimentar el nostra passat i també fer una predicció de l'experiència que viurem al futur (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Hi ha evidències, continua l'autor, que projectar-nos a nosaltres mateixos cap endavant en el temps és important quan ens fixem un objectiu (goal), creant una imatge mental de nosaltres mateixos actuant i llavors utilitzem la

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		memòria episòdica per a determinar un pla per arribar a l'objectiu (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Els autors comenten que la utilització de la memòria episòdica per a prospecció (prospection) s'anomena "episodic future thinking"; un terme segons els mateixos autors, proposat per Atance I O'Neill per referir-se a l'habilitat de projectar-se un mateix endavant en el temps per a experimentar un esdeveniment abans que ocorri. Prospecció és un concepte central per explicar els processos cognitius. Per a l'autor prospecció seria també quan un agent, a partir de la seva percepció sensorial en un moment determinat, pot anticipar esdeveniments futurs (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). Consultar planificació.
156	Raonament (reasoning)	Consultar més amunt.
258	Recerca	
268	Recitar	
230	Recompensa (reward).	Recompenses (reward). (Anderson, 2007). L'aprenentatge per reforçament (repetició però també amb premis i càstigs que demostren la relació entre els diferents mòduls del sistema...). Existeix el reforçament positiu (positive reinforcement); plaent per a l'individu i el reforçament negatiu (negative reinforcement); no plaent.
177	Reconeixement (recognition); pattern recognition; Recognition memory	Donat un input (un patró) s'activa el sistema; l'output és conegut. El sistema pot identificar que està davant d'una idea ja coneguda. És possible explicar reconeixement com el resultat del funcionament del sistema nerviós; davant un input (normalment l'associem amb input extern en forma de percepció però també valdria per input intern en forma de qualia o conjunt de idees actives) el sistema reconeix el patró. Podria ser no supervisat o supervisat. El resultat final és la constatació que allò reconegut ja estava a la memòria prèviament al seu reconeixement. És important adonar-se que el sistema permet diferenciar d'alguna manera entre allò que ja estava present al sistema (a la memòria del sistema) i allò que és nou per el sistema (que es memoritza de nou).
178	Recordar (retrieve), recuperar (recall), (remember)	Recordar és la dinàmica més comú relacionada amb la memòria (Anderson, 2007). La capacitat de recuperar idees (coneixement, informació) del sistema nerviós. Per a recuperació abans hi ha hagut dinàmica de memorització. El context influeix molt alhora de la memorització i també alhora de la recuperació (Baddeley et al. 2010). L'autor ho anomena claus contextuais. Les claus (claus és un sinònim de patrons d'activació) han de ser les adequades. Hi ha experiments i estudis que demostren que la recuperació depèn de l'estat i del context de l'individu; el record millora si es repeteixen les condicions en les que fou après (Baddeley et al. 2010). La recuperació és un procés que tindria lloc amb la memòria a llarg termini. Però afegim que, en certa manera, per a la memòria de treball o a curt termini, també estem recuperant quelcom que acabem de memoritzar. A partir de la primera vegada que el sistema ha generat una idea, es tracta de recuperació. També cal diferenciar entre record i reconeixement (Baddeley et al. 2010). És diferent reconèixer un objecte o

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		quelcom que es presenta a l'individu que recordar-ho sense la presència d'aquest objecte. Cal observar també que reconèixer quelcom és més fàcil que recuperar-ho de la memòria (Bitgood, 1994). De recordar s'exclou la generació de noves idees; consultar la imaginació o altres dinàmiques, com deducció, que permeten obtenció de noves idees a partir de la dinàmica del sistema. Hi ha processos de recuperació d'informació voluntaris i altres que són relativament automàtics o involuntaris (Baddeley et al. 2010). Hi ha diferència entre oblidar i error en la recuperació (Baddeley et al. 2010).
164	Reforçament	Consultar priming.
232	Relació causal (causal relation)	Consultar inferència. Connexió entre estat inicial i estat final d'una observació. Si s'observa el patró inicial llavors també s'observa un patró al final. Es repeteix un patró entre diverses observacions.
266	Reproduir	
181	Resolució de problemes; problem solving rules.	Es tracta d'utilitzar unes regles de resolució de problemes. Es coneixen i estan memoritzades. Li permeten resoldre un problema sistemàticament. Sovint de manera conscient. Consultar production rules. Problem solving es podria definir com dinàmica orientada als objectius (Hutter, 2012). Hi pot haver problemes de diferent natura i moltes altres dinàmiques es poden considerar com instàncies de problem solving (per exemple planificació) (Hutter, 2012).
220	Retenir (retention); memòria	Ja explicada en apartats anteriors.
265	Selecció	Consultar elecció.
245	Sentiments, sensacions relacionades amb	Consultar sentiments
170	Simulació	Consultar codi 167 (prospecció). Vernon, Beetz i Sandini (2015) afirmen que la dinàmica de simulació interna, estaria a la base de la prospecció, la funció clau que utilitza la memòria episòdica i que permet anticipació en el procés cognitiu. Les diferents formes de simulació, tenen (poden tenir) una orientació diferent (passat, present o futur) i cada una es refereix a la perspectiva de primera persona o una altra persona. Si acceptem que la dinàmica principal és simulació llavors emergeix la possibilitat que, donada una predicció, el subjecte comprovi que la predicció ha estat correcte o incorrecte. Si la predicció és correcte estariem davant de coneixement. Si la predicció és incorrecte estariem davant d'error. Simulació aquí, és doncs, dinàmica del sistema que permet a partir d'alguna cosa abstruir'n una altra. L'autor inicialment aplica prospection a memòria episòdica però també ho fa extensible a simulació d'accions i simulació d'interaccions, particularment amb embodied interaction. L'autor proposa conceptes amb significat tangencial, simulation, internal simulation, mental simulation, proposa també el terme de emulació (emulation) per descriure el mecanisme mitjançant el qual es produeix la simulació (Grush, 2004) que és citat per Vernon, Beetz i Sandini (2015), parla de la <i>simulation hypothesis</i> ;

Dinàmiques		
Codi	Nom	Descripció
		hi ha moltes altres teories de la simulació, però la dels autors que anomena (Hesslow, 2002, 2012) seria una de les més influents. Assumeix 3 coses. La primera que les regions del cervell responsables del control motor poden ser activades sense causar moviment del cos. En segon terme, les percepcions poden ser causades per l'activitat interna del cervell i no només per estímuls externs. Finalment, el cervell té mecanismes associatius que permeten que comportament motor o activitat perceptual evoqui altres activitats perceptuals. La primera permet la simulació d'accions i sovint rep el nom de <i>covert action</i> o <i>covert behavior</i> . La segona permet fer simulacions de percepcions. El tercer permet simular accions per comprovar si les percepcions originades són com les que tindran lloc si l'acció s'acaba executant. Hi ha evidències que suporten aquestes tres assumpcions, l'autor cita a (Svensson et al., 2013). Si considerem aquestes assumpcions conjuntament, veiem que la simulation hipòtesis ensenya com el cervell pot simular seqüències de percepció-acció-percepció ja que les percepcions simulades permeten simular accions i aquestes permeten simular les percepcions que es derivarien. L'habilitat que tenim per a simular internament els resultats de possibles accions i seleccionar aquelles que semblen més apropiades segons la situació o estat actual (Vernon, Beetz i Sandini, 2015). La memòria es pot entendre com un mecanisme que permet a un agent preparar-se per actuar (Vernon, Beetz i Sandini, 2015).
254	Síntesi	
409	Estrès (Stress)	
183	Tractament de la incertesa (uncertainty)	Incertesa. No es coneix tota la informació. D'una manera general la informació sempre és incompleta; relacionat amb patrons; xarxes neuronals; desambiguació; inducció. El sistema pot omplir els buits en una percepció; el sistema pot tractar la falta d'informació per a classificar un objecte; el sistema pot planificar sense tenir tota la informació. Això és gràcies a la configuració del sistema nerviós com a xarxa neuronal.
202	Traducció	
227	Unificació	
279	Utilitzar	

5.1.12 Llenguatges

Un llenguatge és un conjunt de conceptes i les seves relacions. Hi ha diferents llenguatges per a descriure els processos educatius; aquests llenguatges es coneixen com a Educational Modelling Language (EML). EML és també un vocabulari definit en Extensible Markup Language (Torres J. i altres, 2014). EML contempla els conceptes de rol, activitat i interaccions en un ambient educatiu. EML va ser desenvolupat per la Open University of the Netherlands (OUNL). EML considera el procés educatiu com un

conjunt d'activitats que no tenen una inclinació específica a cap aproximació pedagògica (L.E. Anido-Rifón i altres 2014).

Integrated Management Systems-Learning Design (IMS-LD) és un altre dels llenguatges més utilitzats. IMS-LD deriva de EML i fou desenvolupat per el IMS Global Learning Consortium (2003). Segons el Global Learning Consortium, IMS-LD tampoc es centra en cap aproximació pedagògica concreta; aquest llenguatge permet expressar una activitat educativa utilitzant una gran diversitat d'enfocaments pedagògics; també permet contemplar un espectre elevat de situacions d'aprenentatge (Torres et al, 2014). IMS-LD és un bon llenguatge per el disseny d'aprenentatge però és només un dels molts possibles que es poden utilitzar (Britain, 2004). IMS-LD té diferents nivells de definició. El nivell A inclou la definició de conceptes d'activitat, recursos, serveis, entorn, rol de usuari i descripció del mètode pedagògic. El nivell B contempla també els concepte de propietats i condicions de manera que es poden definir fluxos d'aprenentatge condicional segons els usuaris. S'afegeix la possibilitat de personalitzar l'aprenentatge segons els coneixements previs i les preferències de l'estudiant. El nivell C incorpora la possibilitat de definir notificacions de manera que es poden gestionar diferents fluxos d'aprenentatge depenent de si ocorren determinats esdeveniments, com per exemple, enviament de correus electrònics; també es poden gestionar els esdeveniments en temps real; es permet l'automatització de les activitats activades per esdeveniments, com per exemple, pel compliment d'algunes tasques. Així doncs IMS-LD no es centra només en el disseny d'aprenentatge.

Aquests llenguatges comentats però estan centrats en poder ser utilitzats amb un Learning Management Systems (LMS); això els converteix en llenguatges força complexos. IMS-LD, desenvolupat en eXtensible Markup Language (XML), és doncs un llenguatge molt formalitzat i això implicava que no és un llenguatge entenedor per a determinats grups d'usuaris. Botturi (2008), cita a Harrer y Malzah que afirmen que IMS-LD no és prou pràctic i aquesta seria la raó per la qual s'han desenvolupat llenguatges i eines més visuals (els visual design languages). Tanmateix, la versatilitat d'aquests llenguatges ha significat poder utilitzar i adaptar molts dels conceptes per utilitzar-los al disseny d'exposicions i activitats educatives en museus.

Alguns llenguatges com Educational Environment Modeling Language (E2ML), proposat per Botturi (2008) o Coopertive Unified Modeling Language (COUML) que proposen Derntl y Motschnig-Pitrik (2008) són més accessibles per al públic general. E2ML, per exemple, contempla també conceptes com el d'objectiu educatiu, recursos educatius, eines, les accions de l'estudiant, les accions del professor i la definició de l'entorn on tindrà lloc l'activitat educativa (Botturi, 2003). Un diagrama de dependències mostra les relacions entre els diferents elements. S'hi enumeren les activitats que es portaran a terme i l'ordre en el que es desenvoluparan.

Unified Modeling Language (UML) tenia com objectiu inicial estandarditzar el disseny de programes informàtics. Molts dels seus conceptes són aplicables al disseny i modelat d'un sistema en general. ArgoUML és una eina que té com a base UML i permet representar visualment diferents diagrames; el diagrama de casos d'us o el diagrama d'activitats poden resultar útils per el disseny d'activitats educatives; encara que potser estan massa especialitzats per el disseny de continguts educatius i propostes educatives en museus.

Aquests i altres llenguatges han servit per a desenvolupar diverses eines. Hi ha un elevat nombre d'eines software dissenyades per assistir als professors a planificar els objectius educatius, els mètodes d'avaluació i molts altres aspectes de l'aprenentatge.

Molts dels llenguatges que comentàvem en apartats anteriors han estat utilitzats per a desenvolupar eines informàtiques (software) com Scene edit, Open Graphical Learning Modeler (OGLM), COLlaborative LeArning desiGn Editor (COLLAGE) o Compendium Learning Design (Compendium LD). Algunes d'aquestes eines avui ja no estan actives. L'objectiu d'aquestes eines és assistir als educadors en el disseny de continguts, planificar els objectius educatius, els mètodes d'avaluació i altres aspectes de l'aprenentatge (Prieto i altres, 2013). Aquest nombre d'eines tant elevat dificulta als investigadors i als dissenyadors de continguts trobar una l'eina més adequada als seus objectius (Prieto i altres, 2013).

Modelar l'aprenentatge i la instrucció és una tasca difícil (Prieto et al., 2013). És necessari desenvolupar un llenguatge comú (Mor i Craft, 2012; Dalziel et al., 2016). No s'ha desenvolupat encara un llenguatge estandarditzat que permeti modelar totes les situacions d'aprenentatge i instrucció. D'intentar definir una notació general i els conceptes se'n deriva, directament, una millor comprensió dels processos d'aprenentatge i instrucció (Dalziel et al., 2016). Això és el que s'intenta fer en aquesta tesi.

Precisament, un dels resultats d'aquesta tesi és la definició d'un llenguatge i un prototipus de programa informàtic que continuï essent compatible amb modelar les activitats educatives de l'educació formal però que serveixi també per a modelar i auxiliar en el disseny de les activitats educatives pròpies del museu.

5.1.13 Eines de disseny de propostes educatives analitzades

Les activitats educatives que ofereixen les institucions museístiques es consideren educació no formal. Tanmateix, si les analitzem des de la perspectiva de l'educació ens adonem que tenen molts aspectes en comú amb les propostes i activitats educatives pròpies de l'educació formal.

Per auxiliar al disseny d'activitats educatives formals hi ha diversos software. La majoria de software es basa en algun dels llenguatges més estesos; com comentàvem, hi ha una gran diversitat de llenguatges i, a més, no tots incorporen els mateixos conceptes. Avui, conviuen, encara, diferents intents d'estandarditzar el disseny d'activitats educatives (Anido-Rifón et al., 2014). S'observa que algunes eines i el llenguatge que utilitzen permeten modelar l'educació en algun context però no són suficients per modelar l'educació en altres contextos (Anido-Rifón et al., 2014). Cap eina contempla, així, tots els requeriments en les diferents situacions educatives (Mor y Craft, 2012). Moltes de les eines analitzades tenen, a més, com objectiu l'e-learning i la utilització de LMS.

Molts llenguatges tenen una representació visual (gràfica). Utilitzar una representació gràfica és determinant (Figl et al., 2010; Gray i Boling ,2015). Un bon software hauria de tenir, doncs, una correspondència clara entre els conceptes que gestiona el model i la seva representació visual. En l'article publicat (Bosch-Bonacasa, 2020) derivat dels treballs d'aquesta tesi, es van localitzar uns 17 software de disseny d'instrucció.

Cadmos (Katsamani i Retalis, 2013); Collage-Reload-WebCollage (Hernández-Leo, Jorrín-Abellán, Villasclaras-Fernández, Asensio-Pérez, i Dimitriadis, 2010); Compendium LD (Brasher, A., Conole, G. ... i White, J., 2008, Brasher, A. i Cross, S. (2015); CPM-TOOL (Laforcade, 2005); Edit (Bafail, Tepper, Liggett, i Banakhr, 2017); Euterpe (Welie, Veer, i Eliëns, 1998). Euterpe és un gestor de tasques que no fou dissenyat específicament per al disseny de propostes educatives però inclou la possibilitat de modelar entorns on hi ha cooperació entre diferents individus. GLUE!-PS (Prieto, Asensio-Pérez, Dimitriadis, Gómez-Sánchez, i Muñoz-Cristóbal, 2011); Open Graphical Learning Modeller (OGML), Derntl (2015); LAMS (Dalziel, 2006). Lams és un altre LMS molt centrat també en el disseny d'activitats de l'educació formal. LdShake (Hernández-Leo et al., 2011); LDTool (Agostinho, 2011) LD tool , que està integrat a la plataforma ILDE es pot utilitzar on-line. Learning Design Studio (Mor i Mogilevsky, 2013); Learning Designer (LDSE) de Laurillard et al. (2013). LDSE seria, sobretot, una eina per a classificar objectes educatius. LPCEL (Torres, Resendiz, Aedo, i Doderó, 2014); ReCourse (Griffiths, Beauvoir, Liber i Barrett-Baxendale, 2009). ScenEdit (Emin, Pernin, i Aguirre, 2010); Telos MOT+LD (Paquette i Léonard, 2008). Es constata que molts dels software han estat desenvolupats per a poder dissenyar continguts compatibles amb un Learning Management System (LMS). Entre els 17 candidats se'n van seleccionar set que foren instal·lats. Els 7 seleccionats foren Collage-Reload-WebCollage, Compendiu LD, Euterpe, Lams, LDtool, LDSE i OGLM. A la taula següent (Bosch-Bonacasa, 2020) es poden consultar els software que foren seleccionats.

Taula 2. Software seleccionat.

Software	Seleccionat
Cadmos	
Collage-Reload-WebCollage	✓
Compendium LD	✓
CPM-TOOL	
Edit	
Euterpe	✓
GLUE!-PS	
LAMS	✓
LdShake	
LDTool	✓
Learning Design Studio	
Learning Designer (LDSE)	✓
LPCEL	
Open Graphical Learning Modeller	✓
ReCourse	
ScenEdit	
Telos MOT+LD	

Es va comprovar si contemplaven els conceptes considerats clau per al disseny d'exposicions educatives i també si contemplaven les relacions entre objectes. Es van presentar els resultats en forma de taula. A la taula de resultats s'hi podien observar els diferents conceptes i si aquests estan contemplats per el software educatiu (Bosch-Bonacasa, 2020).

Taula 3. Software analitzat. Conceptes localitzats.

	Collage	Compendium LD	Euterpe	LDTtool	OGLM	LAMS	LDSE
Conceptes i relacions							
Actors	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rol, visitant (estudiant)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rol, guia (educador)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Rol, qualsevol altre rol		✓	✓		✓		
Perfil		✓	✓		✓	✓	
Grups		✓	✓			✓	
Objectius educatius	✓	✓		✓	✓	✓	✓
Classificació dels objectius educatius	✓						✓
Objectes educatius	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tipus de significant							
Percepció, sentits							
Conjunt d'objectes	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Eines	✓	✓			✓	✓	
Prerequisits	✓	✓			✓	✓	
Prerequisit coneixement	✓	✓			✓	✓	
Prerequisit habilitat	✓	✓			✓	✓	
Accions	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Estat inicial			✓				
Estat final			✓				
Intervals de temps, duració	✓		✓		✓	✓	✓
Seqüència d'accions	✓	✓	✓		✓	✓	
Bifurcació d'accions		✓	✓		✓	✓	
Unió d'accions		✓	✓		✓	✓	
Esdeveniments			✓				
Espai							
Espai i recorregut							
Espai i ubicació objectes							
Mètodes avaluació de resultats		✓			✓	✓	
Seqüència visita real						✓	
Resultats educatius reals	✓				✓	✓	✓
Resultats educatius inesperats					✓		✓
Produccions del visitant		✓		✓		✓	✓
Acció-objectius educatius	✓	✓			✓	✓	
Acció-rol actor		✓	✓		✓	✓	
Acció-objecte educatiu	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Acció-eines		✓	✓		✓	✓	
Acció-prerequisit	✓	✓			✓	✓	
Accions-produccions		✓				✓	
Accions-resultats reals		✓					
Accions-resultats educatius inesperats		✓					
Prereq. Coneixement-objecte educatiu	✓	✓					
Prerequisit tècnic-eina		✓					
Prerequisit coneixement-perfil		✓					
Prerequisit tècnic-perfil		✓					
Perfil-objectiu educatiu		✓	✓		✓	✓	
Perfil-recorregut espai							

Perfil-seqüència teòrica accions	✓	✓	✓	✓
Individu- recorregut real a l'espai				
Individu- seqüència real accions				✓
Individu-objectiu educatiu				✓
Individu-resultats inesperats				
Individu-produccions		✓	✓	✓
Objectiu educatiu-objecte educatiu	✓	✓	✓	✓
Objectiu educatiu-eina	✓	✓	✓	✓
Objecte educatiu-espai				
Representació visual		✓	✓	✓

Es va concloure que cap dels software analitzats s'adequava completament al disseny d'activitats educatives pròpies dels museus. També es va concloure que, de tots els software analitzats, Compendium LD era el que més conceptes contemplava. Però tenia limitacions. Compendium LD no contempla, per exemple, aspectes relatius a la distribució dels objectes educatius a l'espai ni tampoc la descripció dels recorreguts dels visitants.

De totes les eines analitzades també destaquem que OpenGLM es podria considerar representatiu de tots els software destinats a dissenyar activitats educatives amb un LMS. És interessant incorporar aquí una descripció d'aquest software. Tal com es va comentar a Bosch-Bonacasa (2018), OpenGLM és un software basat en IMS-LD. Hi ha diferents nivells de profunditat en la definició de les activitats. Està enfocat a l'educació formal. La interfície del software és visual. L'objectiu d'aquesta eina és reduir la dificultat d'expressió dels continguts utilitzant el llenguatge IMS-LD. Ho fa creant un entorn més amigable per el dissenyador. Permet també intercanvi de recursos educatius mitjançant una biblioteca. S'hi poden modelar activitats i també cursos (educació formal) complets. Els dissenys poden exportar a altres formats compatibles amb altres LMS, atenent a les especificacions IMS-LD. El concepte central a OpenGLM és el d'activitat. Les activitats tenen el seu propi símbol i es representen a la finestra de disseny. Es pot introduir en format text la descripció de l'activitat. Es poden connectar les diferents activitats amb alguna relació de precedència. És possible representar quan l'estudiant té la possibilitat de seleccionar entre diferents activitats. Es pot representar també quan les activitats es portaran a terme de forma asincrònica. Molts dels conceptes, com objectius educatius, recursos, prerequisits no tenen una representació visual directe. Les dades s'introdueixen a formularis. Al fer clic a determinats icones s'obren aquests subformularis on és possible seleccionar els diferents actors que participen a l'activitat, assignar materials (recursos), determinar els objectius educatius, els prerequisits o les eines que s'utilitzaran per executar aquesta activitat. Els objectes poden ser de diverses tipologies; per exemple, recursos web o arxius. Els recursos es poden importar també d'Open Icooper Content Space (OICS). Els rols s'assignen a l'activitat i tenen un color identificatiu segons el tipus de rol. Els objectius educatius es poden definir també per a cada una de les activitats. No es poden assignar objectius educatius globals per un conjunt d'activitats. Els prerequisits s'omplen al formulari corresponent dintre d'un atribut de text. Els objectius educatius també s'omplen a l'atribut d'un formulari com a text. Els materials poden ser digitals o no digitals i no tenen una representació gràfica pròpia. Els materials s'assignen a cada activitat i són necessaris per a la seva execució. Hi ha alguns mètodes d'avaluació relacionats amb algun dels tipus d'activitat. Però hi ha pocs mètodes d'avaluació i tots relacionats amb

l'objectiu d'avaluacions en un context d'educació formal. Així, les activitats que millor es poden definir amb OpenGLM estarien basades en la formació on-line gestionada mitjançant un LMS.

Compendium està publicat amb llicència Lesser General Public License (LGPL). Compendium no està basat en IMS-LD. Compendium LD permet la creació de nous tipus de nusos o nodes i noves relacions entre aquests nusos; a més, presenta les relacions entre conceptes de manera gràfica. Compendium LD fou desenvolupat per el Knowledge Media Institute, de la Open University de Gran Bretanya <<http://compendiumld.open.ac.uk/>>. Es tracta d'una extensió de Compendium. L'objectiu d'aquesta eina és auxiliar al dissenyador per a representar i crear, de forma visual, els dissenys educatius; per això utilitza una interfície gràfica. Per a la representació visual, Compendium utilitza unes icones que creen els diferents tipus de nodes i vincles: nodes d'activitat, vincles a altres activitats, nodes de rol... Els nodes d'activitats mostren tasques que executaran els individus. Els nodes de rol serveixen per especificar qui executarà la tasca. Els nodes de recurs representen un objecte necessari per a que es pugui executar la tasca. Un node de producció (output node) indica allò que l'usuari o visitant produeix. Al node eina, s'hi defineixen les eines necessàries per al correcte desenvolupament de l'activitat. Als nodes objectius educatius s'hi descriu el resultat que s'espera un cop executades les tasques. Hi ha altres nodes que podríem considerar auxiliars per el disseny com el node de notes (comentaris). Hi ha regles que es poden introduir com a nodes condicionals (regles if-then). El node stop es pot utilitzar per indicar quan una activitat finalitza. A la finestra de disseny de Compendium es poden afegir nodes i relacions amb fletxes. Així doncs, els nodes representen els elements clau. Els nodes es poden moure i també es pot canviar la seva etiqueta descriptiva. Les fletxes indiquen relacions de dependència o relacions de precedència entre nodes. Compendium LD permet un tipus de representació visual de les seqüències d'accions previstes de presentació dels continguts. Permet etiquetar el temps esperat d'inici de l'activitat i la seva duració prevista.

Afegim que es tracta, sobretot, d'una representació visual. No es desenvolupen els atributs (camps) que poden tenir els nodes. No queden les seqüències d'accions ben relacionades entre elles. Tanmateix, Compendium permet a l'usuari que observa la representació visual respondre algunes de les preguntes interessant relacionades amb el disseny i l'avaluació de resultats de propostes educatives, encara que la informació no està emmagatzemada internament de tal manera que sigui possible abstraure determinada informació de manera automàtica.

Al model que plantegem en aquesta tesi es presenta una representació visual que alhora, permet abstraure la majoria d'informació automàticament per el programa. La informació no només està representada visualment sinó que a més internament tota aquesta informació està emmagatzemada de manera molt ordenada.

El prototipus i el model conceptual que es presenta en aquesta tesi aprofita allò més interessant dels llenguatges i les eines software analitzades.

5.1.14 Representació del coneixement

Tots els llenguatges i eines software analitzats són una representació del coneixement (knowledge representation); una representació del coneixement (coneixement aquí

inclou qualsevol tipus de fet) mitjançant algun tipus de formalisme. Una representació es fa amb uns objectius determinats (Davis, Shrobe i Szolovits, 1993). Cal considerar quina és la utilitat que ha de tenir la representació. Hi ha d'haver alguna correspondència específica entre la representació i el seu referent al món. En una representació també ens hem de preguntar quina és la fidelitat de la representació en relació a la realitat; quins atributs de l'original capturem i fem explícits i quins ometem (Davis, Shrobe i Szolovits, 1993). La fidelitat perfecte és impossible perquè qualsevol representació que no sigui la cosa mateixa, és necessàriament diferent de la cosa mateixa. Així, la única representació acurada d'un objecte és l'objecte mateix (Davis, Shrobe i Szolovits, 1993). En una representació, continuen els mateixos autors s'assumeixen, per tant, simplificacions. Es poden representar tant objectes tangibles, com seria un objecte d'un museu, com nocions més abstractes: accions, processos, creences, causalitats, categories...

És important representar visualment allò que està implícit o explícit en una activitat educativa. Tanmateix, arribar al nivell de detall que han proposat els diferents sistemes de representació del coneixement proposats al llarg de la història, no és possible ni necessari en aquesta tesi. Així, s'ha decidit utilitzar en alguns aspectes el llenguatge natural per a expressar la descripció dels continguts de l'activitat educativa; per a modelar, es proposa definir les accions i eleccions i representar-les visualment (gràficament) recolzades per un model conceptual que permeti descriure accions i conceptes que s'han trobat com a determinants per al disseny d'activitats educatives. A continuació s'inclouen les reflexions i observacions que han portat a adoptar la solució d'utilitzar en algunes parts el llenguatge natural i la representació visual elegida. Per aconseguir amb l'objectiu de la tesi era necessari presentar un formalisme prou amigable perquè pugui ser utilitzat per a qualsevol usuari interessat en el disseny de continguts i l'avaluació de resultats sense necessitat de grans coneixements.

El llenguatge natural (escrit i parlat) és una representació del coneixement. És una representació de la realitat. El llenguatge natural és altament expressiu (Sowa, 2009). Aquesta expressivitat del llenguatge natural fa impossible que cap formalisme pugui expressar de manera prou simple totes les característiques del llenguatge natural (Sowa, 2009). El llenguatge natural és, així, el mètode més flexible per expressar coneixement però, alhora, és molt difícil de formalitzar (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012). Tant és així que, el problema de trobar un formalisme que permeti expressar qualsevol informació expressable amb el llenguatge natural encara no està solucionat (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012). En canvi, quelcom que pot expressar-se en qualsevol dels llenguatges formals pot expressar-se, també, en llenguatge natural (Sowa, 2009). Així doncs, cap dels llenguatges presenta, avui, la capacitat de poder representar tot allò que necessitem representar. Hi ha grans dificultats que expliquen les limitacions que tenim per a una correcta representació del coneixement i que, alhora, sigui simple. Seria necessari, per exemple, poder gestionar la incertesa, disposar d'un sistema per a mesurar l'expressivitat de la representació, la relació entre el llenguatge de representació i l'aprenentatge, representar l'adquisició de nou coneixement o l'eficiència del raonament... (Luger, 2009).

Hi ha hagut diversos intents de representació del coneixement; aquestes aproximacions a la representació del coneixement provenen de diferents camps de la ciència (Davis, Shrobe i Szolovits, 1993). La representació del coneixement intenta definir un

formalisme mitjançant el qual sigui possible aplicar procediments (emular dinàmiques del nostre sistema nerviós com per exemple el raonament) sobre tot allò expressat amb el formalisme elegit. Amb una representació, és possible reflexionar també en relació al coneixement (Davis, Shrobe i Szolovits, 1993). L'emulació de les dinàmiques de raonament i la seva representació també s'ha intentat des de diferents aproximacions. Davis, Shrobe i Szolovits, 1993) descriuen les principals aproximacions i els autors que representarien millor cada una d'aquestes; per exemple, una aproximació lògica-matemàtica on s'hi podrien incloure autors com Aristòtil, Descartes, Boole, Frege, Peano, Godel, Post, Church, Turing, Davis o Putman. Un exemple d'implementació (informàtica) d'aquest tipus d'aproximació a la representació seria el llenguatge Prolog (un llenguatge declaratiu). També hi ha hagut aproximacions en psicologia amb autors com James, Hebb, Bruner, Miller, Newell o Simon; exemples d'aquestes aproximacions serien les arquitectures cognitives com Soar (en diferents punts de la tesi es fa referència a les arquitectures cognitives i les seves aportacions). Des del punt de vista de la biologia caldria destacar els treballs de Lashley, Rosenblatt, Ashby, Lettvin, McCulloch, Pitts, Heubel o Weisel; exemples d'aquest enfocament serien les aproximacions englobades sota la denominació de connexionisme (en aquesta tesi també es fa referència a una aproximació connexionista en diferents punts). Des del punt de vista de l'estadística amb Laplace, Bernoulli, Bayes, Tversky o Kahneman (un exemple d'implementació des d'aquest punt de vista serien les xarxes de causes o causal networks). També hi ha hagut aproximacions des de punt de vista de l'economia; els principals autors que han utilitzat aquesta perspectiva serien Bentham, Pareto, Friedman, Von Neumann, Simon o Raiffa; els agents racionals (rational agents) serien exemples d'aquesta aproximació.

Luger (2009) considera altres aproximacions a la representació del coneixement: basats en regles (rule-based), sistemes experts (expert systems); agents basats en models (model-based reasoners) i (agents basats en casos) case-based reasoners; Luger (2009) descriu les fortaleses i debilitats dels enfocaments en la resolució de problemes (problem solving) d'aquestes aproximacions.

Kennedy, (2012), apunta que hi ha moltes formes de representació del coneixement però la representació del coneixement humà generalment s'accepta que, finalment, pren dues formes bàsiques: la declarativa, el coneixement declaratiu de fets, i la procedimental, típicament representada per regles si-llavors introduïdes, com hem comentat en apartats anteriors, per Newell al 1990 i per Anderson al 2007. La representació del coneixement està estretament relacionada, així, amb els tipus de memòria comentats; la memòria declarativa i la memòria procedimental.

En educació, ens cal un formalisme amb dos utilitats principals; una utilitat seria la de poder representar la informació, les idees, que hi ha incloses explícitament o implícitament en una activitat educativa o objecte educatiu. Això seria expressar de manera formal els continguts, els fets. L'altre representació del coneixement que ens interessa és la de poder representar tot allò que ocorre durant l'execució d'una activitat educativa (allò procedimental, de fet). Expressar doncs, el disseny i l'execució de l'activitat educativa de la manera el més formal possible. Expressar-ho formalment té diferents avantatges. Aquests avantatges, principalment, estarien relacionats amb l'adopció d'un estàndard que pugui ser comprensible ràpidament per als diferents dissenyadors de continguts educatius i que permeti també estandarditzar les avaluacions de resultats educatius reals de les activitats educatives.

Hem fet una distinció entre el què i el com. La representació del coneixement es centra en la representació del què (que pot ser declaratiu o procedimental). En realitat, a cada un dels tipus de memòria li podria correspondre una representació del coneixement i una dinàmica que fa emergir aquest tipus de memòria. Hi hauria d'haver un sistema de representació del coneixement per a cada sistema de memòria (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012). També per exemple, en aspectes de la memòria sensorial en tant que dependent dels sentits (Goertzel, Pennachin i Geisweiller, 2012).

Representar coneixement declaratiu i coneixement procedimental és, així, el principal objectiu. Com hem comentat, la memòria, és l'estat del sistema i la dinàmica del sistema al mateix temps. No és l'objectiu d'aquesta tesi definir una dinàmica que pugui tractar automàticament -mitjançant un algoritme- la informació declarativa i la informació procedimental. Emular les dinàmiques és una tasca d'altres disciplines. Si que és objectiu de la tesi, representar la informació declarativa i la informació procedimental (ententent que l'execució de l'activitat educativa és un procediment).

Notacions per a representar el coneixement:

Per poder transformar el llenguatge natural a un llenguatge formal cal anar definint tots els conceptes a partir d'altres conceptes més generalistes. Això és el que intenten, per exemple, diverses lògiques. Cap lògica ha aconseguit representar els principals aspectes del coneixement simultàniament. No són completes en aquest sentit. Els avenços són importants però hi ha dificultats en el tractament del temps, de l'espai, de móns possibles... per a fer tot això s'han desenvolupat lògiques temporals, espacials... però no hem trobat cap lògica a partir de la qual pugui emergir una representació que ens pugui ser útil per els nostres objectius (deixant a banda la dificultat conceptual per comprendre aquestes lògiques). Finalment l'objectiu de les lògiques és que puguin tenir sistemes que permetin obtenir deduccions de manera formal. Si elegim algun dels formalismes més robusts, la representació seria massa complexa i els usuaris (ni dissenyadors de la proposta ni tampoc usuaris per a avaluacions de resultats) difícilment podran utilitzar-la. Ens cal, doncs, una representació més assequible.

Una representació utilitza símbols. Els símbols mai no poden contenir completament el significat. Sempre hi ha coneixement implícit de l'usuari -descarrega o procediments a executar per obtenir idees- a una representació simbòlica. L'usuari executa determinats procediments que assignen el significat que no està explícit a la notació simbòlica. Tal com comentàvem a l'apartat anterior, només si el sistema físic (la realitat) fos el llenguatge tindriem una representació completa. La realitat seria l'únic llenguatge que descriu completament els fets. Alhora, el sistema nerviós i la seva dinàmica es poden considerar un llenguatge també. Sempre hi haurà una barrera entre el funcionament físico-químic del sistema nerviós i la representació del coneixement. Les aproximacions connexionistes són les que intenten prescindir de la representació simbòlica però això implica un desconeixement total del que està passant a l'interior d'una xarxa neuronal; així que, quan més ens apropem a considerar la dinàmica com un llenguatge més perdem una representació simbòlica comprensible.

Així doncs, la representació del coneixement pot fer-se amb diferents notacions. Molts sistemes utilitzen una representació visual o gràfica (Chein i Mugnier, 2009). La representació del coneixement basada en grafs aporta els avantatges dels models gràfics que poden ser interpretats més fàcilment, aporten claredat visual i a més (en alguns casos), presenten viabilitat computacional (Rajangam i Annamalai, 2016). Per

incorporar aquests avantatges, en aquesta tesi es presentarà també una representació visual. Establirem una correspondència clara entre la representació visual i el model conceptual proposat que serveix per a desenvolupar el prototipus.

La intel·ligència artificial es centra en la representació del coneixement utilitzant símbols abstractes (Binder i Desai, 2011). Això porta cap a al creació de noves tècniques com les xarxes semàntiques (semàntic nets), llistes (feature list), ontologies i els esquemes (Binder i Desai, 2011).

Els tres formalismes de representació visual mes comuns són els gràfics conceptuals (conceptual graphs), els concept maps (mapes conceptuals) i les xarxes semàntiques (semàntic networks). Els concept graphs són similars als conceptual graphs (Rajangam i Annamalai, 2016). Els conceptes i les relacions es representen com a nodes i línies respectivament. Els grafs conceptuals (conceptual graphs) constitueixen una família de notacions formalment robusta (Sowa, 2009).

Pel que fa al coneixement declaratiu, si utilitzem relacions semàntiques per a enllaçar conceptes, en resulta una organització dels conceptes en una estructura en forma de graf (Jakus et al., 2013). Pel que fa a la informació declarativa, la representació jeràrquica és una manera simple d'organitzar conceptes (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012). Sovint, s'utilitza la relació "és un" (is_a) per organitzar conceptes en forma d'arbre taxonòmic. Hi ha altres tipus de relacions (per exemple, has_a, can_a) que són útils per a construir associacions addicionals entre nodes. La relació is_a inclou herència de propietats dels conceptes superiors en la jerarquia cap als inferiors (Lee, Szymanski i Włodzisław, 2012). Com veurem, en el model conceptual adoptat en aquesta tesi s'utilitza la representació jeràrquica per a modelar diversos aspectes. Sobretot relacionats amb l'assignació de pertinences d'una elements a un conjunt d'elements (per exemple, gestionar que un recurs està format per un conjunt de recursos); així és possible modelar els objectes i els seus integrants.

La solució que s'ha adoptat en el model és que es contempli el llenguatge natural (això no és incompatible amb la utilització d'algun formalisme més robust en un futur per a descriure els continguts). El que si que es fa és relacionar els continguts amb una idea que és allò que volem transmetre al visitant. Així doncs, la nostre representació visual seria més aviat simbòlica però basada en el connexionisme.

Cal insistir en el fet que, expressar els continguts d'una activitat educativa és diferent que expressar les accions o interaccions que hi haurà entre els objectes educatius de l'activitat educativa i el visitant.

Com comentàvem, per a l'expressió dels continguts, entre els diversos sistemes de representació del coneixement esmentats, s'ha decidit utilitzar el llenguatge natural per a descriure algunes característiques dels elements. Allò declaratiu sovint s'expressa mitjançant llenguatge natural i també en forma de declaracions del programa. En molts casos utilitzarem, per exemple, directament el text que hi ha a un plafó per a descriure el contingut d'aquest text. No ho farem amb un llenguatge formal. Si però que es relaciona aquest recurs o objecte educatiu amb unes idees que n'és portador. Aquestes serien les idees que s'intenten transmetre (recordar la proximitat conceptual entre memòria i idees).

Els objectius educatius, finalment, es representen com a output de les accions de percepció o de les accions de dinàmica interna. També es relacionen els inputs i els outputs amb fletxes de dependència diferents que les de precedència per assenyalar gràficament que un input és conseqüència d'un output. S'utilitzarà també plegar i desplegar parts del diagrama per analitzar els seus integrants. L'espai també tindrà la seva representació. El temps es representarà amb node temps i l'espai amb node espai on tenen lloc les accions. Les fletxes de precedència signifiquen precedència temporal. La seqüència exacta d'execució es pot saber mitjançant els node temps que incorporen les accions. Així s'ha intentat modelar el disseny d'una activitat educativa i també l'execució. A partir del disseny i de l'execució es podran abstractre els paràmetres a les avaluacions.

En els punts següents de la tesi s'aprofundirà en els conceptes representats, les relacions entre aquests conceptes i la seva representació visual.

5.1.15 Introducció a la representació visual

Molts dels aspectes d'una proposta educativa són susceptibles de ser representats visualment; per exemple els objectius educatius, les accions que executarà els visitant, la relació entre recursos i objectius educatius, els recorreguts dels visitants, aspectes relacionats amb la descripció de la visita a la nostra exposició o a l'execució d'una activitat educativa. Tal com hem comentat, encara que no estan centrats en el disseny de propostes educatives, alguns llenguatges gràfics s'han inspirat o estan basats en Unified Modeling Language (UML), que té com objectius ser un estàndard per a modelar processos; ArgoUML, encara que és un software massa especialitzat per a les nostres necessitats, és un exemple de software que ofereix la possibilitat de dissenyar una gran varietat de diagrames UML per a definir aspectes del nostre disseny. Hi ha altres diagrames, menys especialitzats, com els que permeten executar l'aplicació Compendium o com els definits per E2ML. E2ML defineix tres tipus de diagrames principals: definició d'objectius educatius (goal definition), diagrames d'acció (Action diagrams) i els diagrames descriptius (overview diagrams) que serien de dos tipologies: diagrames de dependències i diagrames de flux d'activitat (activity flow) (Figl et al., 2010). Per a representar les accions que portarà a terme un visitant en relació a una línia de temps es podria utilitzar també un diagrama PERT. Una classificació de diferents llenguatges de representació visual es pot trobar a Botturi et al (2006).

Els diagrames UML són molt utilitzats. Els UML s'utilitzen per el disseny d'aplicacions informàtiques però, com veurem, algunes tipologies de diagrames poden ser utilitzats per a modelar activitats educatives on hi ha molta interacció entre estudiant i l'activitat educativa. Hi ha dos grans tipologies de diagrames UML. Els que representen una visió estàtica (static view) i els que representen una visió dinàmica (dynamic view). Molts d'aquests diagrames que es proposen a UML no són gaire útils per al disseny d'activitats educatives. Tanmateix, els descrivim tots una mica a continuació. El diagrama de classes (class diagram) representa entitats com classes o interfícies, el seu contingut i les seves relacions. El diagrama de paquets (package diagram) permet organitzar les classes en paquets; mostra totes les relacions entre paquets i permet observar les dependències en el sistema. El diagrama d'objectes (object diagram) mostra les classes en un estat específic; equival a una captura (snapshot) del funcionament del sistema. Els diagrames de composició d'estructura (composite structure diagram)

permeten representar l'estructura interna d'un objecte complex durant una línia de temps. Mostra com l'objecte interacciona amb el sistema. El diagrama de components (component diagram) mostra tots els components del sistema en termes de base de dades, programes web... és una visió del sistema. El diagrama de desplegament (deployment diagram) indica com es despleguen els diferents components.

Els diagrames dinàmics tenen molt més interès per els objectius de la tesi; en els diagrames dinàmics s'hi mostren els diferents escenaris. Es mostra com es comporten les entitats, no només com estan definides. El diagrama de casos d'us (use case diagram) representa el que el nostre sistema hauria de fer. Ajuda a clarificar i identificar actors i diferents característiques que ha de tenir el sistema. El diagrama d'estats (state diagram) fou creat per a representar diferents estats d'una màquina. Cada un dels estats és conseqüència d'un esdeveniment. Amb aquest diagrama es pot observar els estats del sistema quan passa alguna cosa. Un exemple seria: quan polsem el botó de la màquina la màquina queda en estat de iniciar el motor. El diagrama d'activitats (activity diagram) és un tipus de diagrama de flux amb branques i condicions. És molt fàcil d'entendre per els usuaris finals. És un dels més importants. El diagrama de seqüència (sequence diagram) mostra un escenari complet amb tots els actors i com les accions s'encadenen. La seqüència s'inicia amb un actor que vol fer alguna cosa. Això activa (trigger) una acció en el següent actor i així successivament. Mostra com funciona el sistema. El diagrama de comunicació (communication diagram) és una altre manera de representar les coses que ocorren en un diagrama de seqüència. El diagrama d'interaccions (interaction overview diagram) és un diagrama d'activitats on cada node representa un altre diagrama (per exemple un altre diagrama d'activitat). El diagrama de temps s'utilitza per a mostrar estats dels elements que canvien al llarg d'una línia de temps.

En definitiva, es disposa de molts de tipus de diagrames i molts enfocaments que, en alguns casos, són difícils de presentar simultàniament. El fet és que integrar diferents tipologies de diagrames en una sola aproximació seria de gran utilitat per a la comunitat de dissenyadors d'instrucció (Figl et al., 2010). Una solució seria utilitzar el concepte de diferents capes de disseny (multi-layered language); el concepte de multi-layer ofereix la possibilitat de mostrar un conjunt de representacions per a descriure entitats de diferent tipus, com persones, rols, activitats o recursos educatius en diferents capes de disseny (Figl et al., 2010). Cada un dels conceptes addicionals incorporats a la representació pot aportar informació útil. Utilitzar una sola representació i que el resultat sigui fàcilment comprensible, és més difícil a mesura que incorporem més conceptes (Figl et al., 2010).

Els mapes conceptuals són una representació visual que permet organitzar i representar coneixement. Un mapa conceptual inclou conceptes, que normalment estan inscrits dintre cercles o caixes d'algun tipus, i relacions entre conceptes indicades per una línia que connecta i relaciona els dos conceptes. Un concepte es una regularitat percebuda entre esdeveniments o objectes i es designa amb una etiqueta. Les proposicions serien afirmacions sobre dos conceptes que es connecten utilitzant el tipus de relació. A vegades les preposicions s'anomenen unitats semàntiques (semantic units) o unitats de significat (units of meaning).

Es coneixen com a visual instructional design languages (VIDL) aquells llenguatges centrats en el procés educatiu. La utilització de llenguatges i notacions gràfiques s'utilitza per assistir al disseny i especificar sistemes d'aprenentatge. Hi ha diverses

propostes però poques poden modelar tasques col·laboratives. Molina, Redondo i Ortega, (2012) identifiquen les principals característiques que cal considerar per a modelar activitats educatives col·laboratives i proposa una notació que anomena CIAN per aquest propòsit. El Cognitive Dimensions framework (Molina, Redondo i Ortega, 2012) és un sistema utilitzat per avaluar la idoneïtat de les representacions visuals (visual notation languages).

Darrera de cada representació visual hi ha un llenguatge. Un formalisme. Darrera la representació visual proposada en aquesta tesi hi ha el llenguatge format per tots els conceptes i les seves relacions que s'han enumerat i s'aniran definint. La representació visual que es proposa en aquesta tesi es classificarà com a VIDL.

Per a representar alguns conceptes s'utilitza un símbol determinat. Hi ha informació que s'incorpora en forma de text. Molts dels conceptes es representen conjuntament i de manera simultània en la mateixa vista o representació. Com s'ha comentat al paràgraf anterior, un llenguatge multi capa ofereix un conjunt de representacions visuals que descriuen entitats de diferents tipologies a diferents capes. Cada capa contindria informació relacionada amb alguna part del disseny (Figl et al., 2010). Hi ha una gran diversitat de tipus de diagrames associats a diferents llenguatges que tenen un propòsit similar. Integrar diferents tipus de diagrames o representacions en una de sola representació, un model unificat, seria molt beneficiós per poder donar suport a les tasques del disseny d'instrucció (Figl et al., 2010). Moltes de les capes o vistes utilitzades en aquesta tesi estan integrades per diferents capes. La integració de diferents representacions és difícil. Cal tenir present que, cada perspectiva que afegim afegim més detall i aspectes del problema però la integració cognitiva (la capacitat per entendre la representació visual) es torna cada vegada més difícil (Figl et al., 2010); els mateixos autors, proposen algunes recomanacions per arribar a sintetitzar les diferents representacions visual en un model unificat de VIDL.

En molts altres dominis del coneixement s'ha demostrat que, establir un estàndard de representació visual, pot ser de gran ajuda; per exemple UML (ja comentat) adaptat al disseny de software de Business Process Modeling Notacion (BPMN), (Figl et al., 2010). Hi ha software que permet fer representacions visuals, diagrames, UML com ArgoUML publicat sota llicència pública de codi obert Eclipse Public License.

Hi ha representacions derivades d'altres representacions. Un canvi de vista. Els canvis de vista permeten fer síntesis i anàlisis. O observar els integrants d'alguns elements, per exemple (Figl et al., 2010).

Moltes representacions visuals tenen els mateixos conceptes representats. Són equivalents. Un diagrama equivalent seria una representació visual que conté la mateixa informació que un altre. Gràficament difereixen, però s'hi representen els mateixos conceptes. És important que la forma de representació sigui entenedora i ordenada. Però el més important és que els conceptes necessàries apareguin representats d'alguna manera. També que hi hagi equivalència entre els conceptes representats a la representació visual i els conceptes explícits del model conceptual.

Una representació visual es pot plegar o desplegar per a mostrar més ordenadament determinada informació. Serien diferents vistes de la representació visual. Tots els diagrames que es presentin han de ser consultes o fraccions d'altres diagrames i tots a partir de les dades que estiguin introduïdes en el model de dades.

La representació visual proposada l'anirem definint als apartats següents.

5.2 Conceptes incorporats al model

En aquest apartat es presenten els principals conceptes que s'han incorporat al model amb l'objectiu de poder descriure completament una activitat educativa. Aquests conceptes deriven de les reflexions de l'apartat anterior. Al principi de l'apartat es descriuen els **aspectes generals del model conceptual** i es defineix el concepte d'**activitat educativa**. A continuació es defineixen els conceptes que han estat incorporats explícitament al prototipus de programa informàtic. Són els conceptes bàsics a partir dels quals es podran anar definint els conceptes més complexos: accions i l'expressió d'una activitat educativa com un procediment (conjunts d'accions). Per a cada concepte es presenta: la seva **definició conceptual**; es descriu la seva **implementació** al prototipus i, finalment, es proposa la seva **representació visual**.

A partir de l'anàlisi dels diferents llenguatges, de les diferents representacions del coneixement, de les propostes de representacions visuals, del software analitzat, de l'anàlisi de diferents avaluacions i estudis de públic consultats s'han obtingut els principals conceptes relacionats amb el disseny d'instrucció; aquests conceptes s'han adaptat a la realitat de les exposicions educatives i activitats educatives dels museus. S'han plantejat també conceptes nous ja que no apareixen en cap dels llenguatges de disseny d'instrucció, en cap dels llenguatges de representació visual analitzats, ni tampoc estan contemplats en cap de les eines per a disseny d'instrucció. S'ha definit, també, una representació visual equivalent per a cada un dels conceptes. S'ha descrit per a cada un dels conceptes com s'han incorporat al model.

Un model de dades té com a objectiu documentar una sèrie d'aspectes clau d'allò que volem modelar i com ho modelem. Consisteix, normalment, en els tipus d'entitat (conceptes), els atributs d'aquestes entitats, el tipus de dades d'aquests atributs, les relacions entre entitats, les regles d'integritat i les definicions clares d'aquestes entitats. També pot incloure diversos diagrames UML per especificar aspectes de funcionament intern. Molta d'aquesta informació queda definida en diferents parts de la tesi. L'objectiu de la tesi però no és documentar exhaustivament el model de dades. Ens limitem a presentar els aspectes més rellevants. Per això, el terme que utilitzem a la tesi és el de model conceptual.

Els conceptes presentats en les diferents parts de la tesi estan plantejats de manera que han fet possible la seva implementació a un prototipus de programa informàtic. Hi ha altres conceptes de funcionament intern (per exemple, codis de registres, botons per obrir formularis) no documentats de manera explícita en aquesta tesi. Un model de dades inclou també els principals càlculs (consultes) i operacions que es poden fer amb les dades introduïdes al model. La informació que ha de contenir i les consultes que hauríem de poder fer a les dades també es defineixen en aquesta tesi. Tanmateix, el programa informàtic, a nivell d'usuari, no s'ha desenvolupat completament. El principal objectiu no és fer un programa amb el funcionament completament optimitzat sinó comprovar que la base conceptual és robusta. Així doncs, s'ha desenvolupat un prototipus que no té totes les funcionalitats incorporades. Algunes d'aquestes

funcionalitats es descriuen però no ha estat necessari implementar-les. S'inclouen, sovint, unes reflexions sobre com implementar-les, de manera que és suficient per adonar-nos que, tot allò plantejat és compatible amb la seva incorporació. També s'ha prestat atenció a definir un entorn amigable a nivell d'usuari però no ha estat una prioritat. El fet és que millorar aspectes com la introducció de dades, es pot anar fent a mesura que es van executant les proves de funcionament del programa. La implementació ha estat provada en diverses avaluacions sobre el terreny de manera que s'ha anat comprovant i adaptant el model i el disseny del prototipus a mesura que s'hi treballava.

La implementació al prototipus s'ha executat en una base de dades relacional. Per tant, parlem d'elements (anomenades taules o tuples o registres), atributs (camps) i valors que pot prendre cada atribut. Per a cada atribut es coneixen el tipus de dades que conté. Els atributs tenen un nom. Els noms dels atributs s'han elegit de manera que, encara que alguns són molt llargs i no serien els que elegiria un programador, permeten al lector de la tesi fer-se una idea del concepte només llegint el nom. La majoria de les taules tenen un atribut que és la clau principal amb tipus de dades autonumèric. S'implementen també les relacions entre aquestes dades. Per exemple, s'especifica si els valors que seleccionem per a un dels atributs prové dels valors introduïts a una altre taula de dades.

La majoria d'aspectes del que volem modelar, està contemplat explícitament al prototipus; també pot estar-hi de forma implícita o pot no estar contemplada. Quan és explícita l'usuari pot entrar directament la informació i aquesta queda emmagatzemada directament (sovint es tracta d'una dada introduïda per l'usuari del programa). Estem davant d'informació implícita quan es pot treure informació a partir de la informació explícita i això es porta a terme executant procediments interns a les dades. En el cas de la informació no emmagatzemada, és l'usuari o observador qui interpreta la informació. En la representació visual hi ha, per exemple, molta informació implícita o no especificada en el sentit que som nosaltres, observant, els que li donem significat i interpretem el que està representat o responem preguntes a partir de la informació representada. És important adonar-se d'això. La clau està en cercar un equilibri entre la representació i la consistència de les dades. Al final, el problema de modelar quelcom, es redueix en expressar explícitament allò necessari, el mínim necessari, per a poder contestar les preguntes i aplicar els càlculs automatitzats que ens interessin.

Així doncs, a continuació, s'introdueixen els conceptes i s'adapten a la realitat de l'educació en una institució museística. També es presenta una representació visual dels conceptes. També una representació visual del disseny de l'exposició o activitat en el seu conjunt. La definició de l'activitat educativa es fa a partir del concepte d'acció. Així, el concepte d'acció, com veurem, és l'eix central de la descripció. La definició dels conceptes i les seves interrelacions permetran al lector, al dissenyador de d'exposicions i activitats educatives i a l'encarregat de les avaluacions i estudis de públic utilitzar una descripció estandarditzada de tota l'exposició o activitat educativa.

Cada un dels conceptes incorpora la representació visual elegida. A mesura que s'avanci en les definicions s'anirà descrivint com aquestes representacions es fan en el seu conjunt. També, per a cada concepte, es defineix com s'ha implementat al prototipus.

Així, mentre definim tot això ens aproparem a la definició d'un llenguatge estàndard.

Aspectes generals del model conceptual:

Per a gestionar conjunts de registres i jerarquies, el prototipus utilitza una taula UNICA i una taula DECLARACIO. En la descripció de molts conceptes presentats en els punts següents es fa referència a aquesta estructura. L'expliquem aquí perquè és la mateixa solució per a tots ells.

A la taula UNICA hi ha registres. La taula UNICA té atributs. Segons el tipus d'element que és el registre s'omplen les dades d'un subconjunt dels atributs de UNICA.

Mitjançant una declaració, es defineix que un registre de UNICA pertany a un conjunt de registres. Amb aquest model es pot gestionar el que serien les jerarquies d'objectes. Qualsevol cosa que s'organitzi amb jerarquies (taxonomies), es pot tractar amb aquest sistema de declaració de pertinença. Així mateix, amb les declaracions, és possible declarar que un element UNIC pot pertànyer simultàniament a diversos conjunts. No cal introduir l'element a totes les taules de dades. En el prototipus, les declaracions s'introdueixen de manera manual. Però en realitat, l'assignació de un únic a conjunts seria un procediment més automatitzat i més simple per a l'usuari. En el prototipus i el model de dades s'ha prestat atenció, sobretot, a l'existència i la possibilitat de poder tractar correctament tota la informació.

The screenshot shows a form titled 'UNICA'. It contains the following fields:

- CODI_UNIC:** A text box containing the number '5'.
- NOM_UNIC:** A text box containing the text 'Producció, és una'.
- COMENTARIS:** A larger text box containing the text: 'En aquest cas es tractaria de output de tipus recurs. Una cosa física. Una producció seria un recurs que no existia prèviament a l'acció i que és resultat de una acció.'
- TXT_UNIC:** An empty text box.

Figura 1. Un registre de la taula unica.

Aquesta i la resta de figures del document han estat executades per l'autor de la tesi.

The screenshot shows a table titled 'DECLARACIO'. The table has the following columns: CODI_DECLARACIO, CODI_OBJECTE_1, CODI_TIPUS_DECLARACIO, CODI_OBJECTE_2, CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_INICI, CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_FINAL, and DIGIT ORDRE. The table contains 13 rows of data. At the bottom of the table, there is a status bar that reads 'Registros: 14 de 521'.

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_INICI	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_FINAL	DIGIT ORDRE
32	1	5	7	1	1	0
33	29	5	15	1	1	0
34	30	5	23	2	3	0
35	31	5	23	1	1	0
36	1	5	23	1	1	0
37	32	5	6	1	1	0
38	33	5	6	1	1	0
39	34	5	6	1	1	0
40	35	5	6	1	1	0
41	36	5	6	1	1	0
42	1	5	6	1	1	0
43	34	5	32	1	1	0
44	35	5	32	1	1	0

Figura 2. Formulari declaracions

Activitat educativa:

EMS-LD utilitza el nom d'unitat d'aprenentatge (unit of learning), que abrevia com a UOL, per a referir-se a continguts educatius en educació formal; aquests continguts poden ser una lliçó o un curs complet. S'anomena escenari d'aprenentatge a un disseny que té associats uns recursos i en el que s'han definit uns rols i s'han especificat unes accions que un estudiant (visitant, en el nostre cas), executa (Sobreira i Tchounikine, 2015). Altres autors, de manera similar, utilitzen el concepte d'activitat (Koper, 2001). Podríem utilitzar qualsevol d'aquestes denominacions -unitat d'aprenentatge, escenari d'aprenentatge, activitat- per a definir allò que ofereix un museu des del punt de vista educatiu. En aquesta tesi utilitzarem el concepte d'activitat educativa o exposició indistintament.

Una exposició museística es pot considerar un conjunt d'objectes educatius (recursos). Per exemple, una vitrina que conté una peça del museu i un text. En aquesta tesi activitat educativa és un conjunt d'objectes educatius juntament amb les accions que s'espera que executi el visitant. Cal recordar que hi ha una relació directa entre els objectius educatius i el conjunt d'objectes educatius (recursos) d'una activitat educativa.

Un subconjunt d'objectes educatius que formen part d'una activitat educativa és també una activitat educativa. Així, una activitat educativa, és, simplement, agrupar conjunts d'objectes educatius i les accions que hi estan relacionades.

Un dels avantatges d'estandarditzar la descripció d'una activitat educativa és augmentar la probabilitat de localitzar aquelles combinacions d'objectes educatius i de presentació dels continguts que permetin obtenir resultats positius; amb l'estandardització de la definició del disseny i de l'execució d'una activitat educativa i la seva comparació utilitzant diferents sistemes d'avaluació, és possible arribar a definir patrons de disseny que es poden aplicar posteriorment a altres activitats educatives. L'obtenció de patrons educatius permetria compartir bones pràctiques per a poder ser aplicades al disseny d'aprenentatge i reduir el temps de treball i esforços dels dissenyadors (Gros, Escofet i Marimón-Martí 2016).

Recordem que, una activitat educativa d'un museu (exposició o qualsevol altre activitat) s'esdevé, sovint, en un espai físic. Al mateix temps, un visitant té unes determinades característiques físiques; el visitant es desplaça físicament per l'espai de l'exposició o l'activitat educativa al llarg d'uns intervals de temps que poden ser previstos en la fase de disseny de l'exposició. El visitant, a més, executarà determinades accions: accions de desplaçament d'una posició a una altre; percepció dels objectes educatius de l'exposició mitjançant els seus sentits; accions relacionades amb la cognició (que en aquesta tesi englobem amb el terme de acció de dinàmica interna); accions de producció d'objectes; interaccions amb els objectes educatius... Si el disseny és correcte, el visitant, assolirà els objectius de educatius. Insistim també -i així ens allunyem dels models purament conductivistes- en que, els objectius educatius poden ser tant variats com recordar un fet (memòria declarativa), aprendre un procediment (memòria procedimental), adoptar una determinada actitud davant d'una problemàtica, transmetre sentiments o sensacions...

5.2.1 Actor

Molts llenguatges i eines de l'educació formal, com IMS-LD, utilitzen el nom d'actor per a definir qualsevol individu que intervé en una activitat educativa. Hi ha diferents

tipus d'actors. La majoria de llenguatges i eines defineixen com estudiant aquell individu que executa les accions relacionades amb l'aprenentatge. En el cas d'una exposició utilitzem el terme visitant. El visitant, així, és el destinatari de l'activitat educativa. Aquests llenguatges i eines també utilitzen el concepte d'educador (instructor); es pot fer una equivalència entre el concepte d'educador i el de guia d'una exposició o responsable d'un taller. Així (ho ampliarem en els apartats següents) veurem que un actor té assignat un rol determinat en l'activitat educativa.

Els visitants executaran unes determinades accions; executaran, per exemple, accions de desplaçament, percepció mitjançant els seus sentits, accions de dinàmica interna del sistema nerviós a partir de les quals emergirà l'aprenentatge, interaccions amb l'activitat educativa... Els actors, així, tenen uns objectius, tenen un control sobre la seva voluntat (executive control) i les accions (action) (Baars i Gage, 2010). Els actors amb rol guia d'exposició, per altre banda, executaran altres accions pròpies d'aquest rol. Si es declara que un individu pertany a un tipus de rol determinat, les característiques d'aquell rol es poden predicar de l'individu. Per a una millor definició de rol consultar rol en els apartats següents.

Cal observar que, sovint, una exposició d'un museu es pot visitar d'una manera autònoma sense la necessitat que ningú supervisi al visitant.

Els actors, com comentàvem, tenen unes característiques físiques determinades. En els apartats següents es defineixen les característiques biològiques i físiques dels visitants així com altres característiques que permeten classificar l'actor en un o altre perfil. Un perfil és un conjunt d'actors que tenen unes característiques comunes. Aquí no les reproduïm.

Pel que fa al prototipus, al dissenyar una activitat educativa seleccionarem un actor teòric en cada una de les accions que defineixen la proposta educativa. En l'execució d'una activitat educativa es podrà seleccionar un actor real. En alguns casos agruparem actors en conjunts d'actors. Els conjunts d'actors s'anomenaran grups. Els grups poden ser grups teòrics quan dissenyem l'activitat educativa o grups reals que estem modelant l'execució real de l'activitat educativa.

Actor teòric:

En el disseny de l'activitat educativa s'assignen com a executors d'accions a actors teòrics. Seria un actor amb unes determinades característiques (genèric) que es considera que executa l'acció. Algunes accions no tenen seleccionat un executor. Hi hauria, doncs, dues grans tipologies d'accions. Aquelles que necessiten seleccionar executor o grup d'executors i aquelles que no. En el model de dades adoptat, cada actor executa una acció i el conjunt d'accions es poden aglutinar a una activitat simulant, si hi havia diferents actors, la col·laboració.

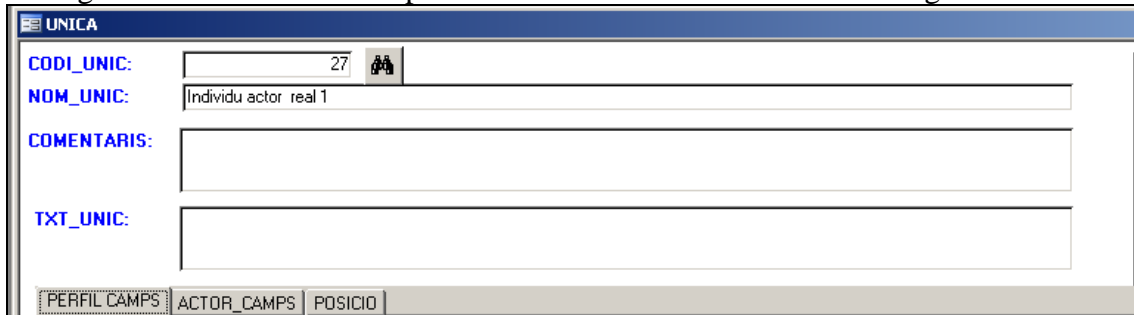
Actor real:

En l'execució real de l'activitat educativa es poden seleccionar com a executors de l'acció actors reals. Individus reals.

Implementació:

S'utilitza la taula UNICA i la taula DECLARACIO.

Un registre de la taula UNICA pot ser un actor. S'introdueix un nou registre a UNICA.



The screenshot shows a web form titled 'UNICA'. It contains the following fields:

- CODI_UNIC:** A text input field containing the number '27' and a small icon of two people.
- NOM_UNIC:** A text input field containing the text 'Individu actor real 1'.
- COMENTARIS:** A large empty text area.
- TXT_UNIC:** A large empty text area.

At the bottom of the form, there are three tabs: 'PERFIL CAMPS', 'ACTOR_CAMPS', and 'POSICIO'. The 'ACTOR_CAMPS' tab is currently selected.

Figura 3. Introducció d'actors.

A la taula de DECLARACIO es declara que un registre pertany a actor real o actor teòric.

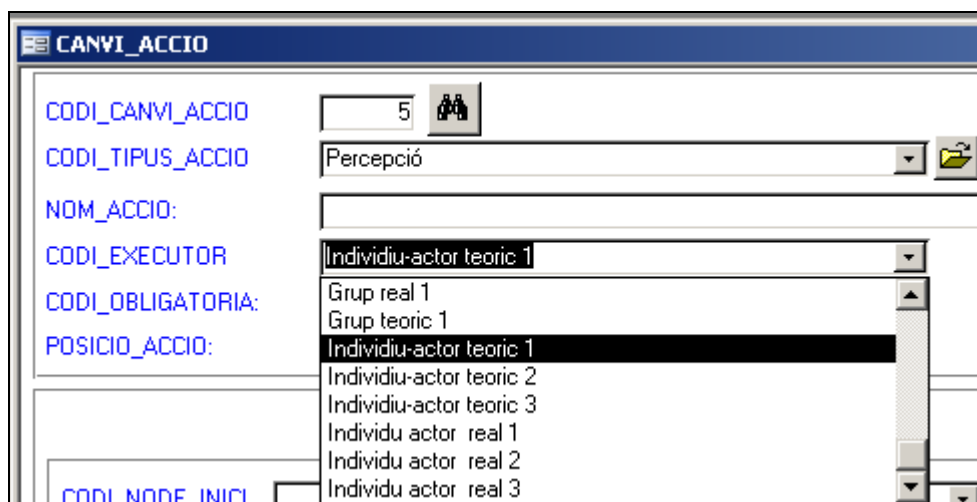


The screenshot shows a web form titled 'DECLARACIO'. It contains the following fields:

- CODI_DECLARACIO:** A text input field containing the number '30'.
- CODI_OBJECTE_1:** A dropdown menu containing '27' and 'Individu actor real 1'.
- CODI_TIPUS_DECLARACIO:** A dropdown menu containing '5' and 'Pertany'.
- CODI_OBJECTE_2:** A dropdown menu containing '8' and 'Actor real, és un'.

Figura 4. Declaració que un unic és un actor.

Selecció de l'executor a l'acció. Al formulari acció (canvi_accio) es selecciona un codi_executor.



The screenshot shows a web form titled 'CANVI_ACCIO'. It contains the following fields:

- CODI_CANVI_ACCIO:** A text input field containing the number '5' and a small icon of two people.
- CODI_TIPUS_ACCIO:** A dropdown menu containing 'Percepció' and a folder icon.
- CODI_EXECUTOR:** A dropdown menu containing 'Individu-actor teoric 1'.
- CODI_OBLIGATORIA:** A dropdown menu containing 'Grup real 1', 'Grup teoric 1', 'Individu-actor teoric 1', 'Individu-actor teoric 2', 'Individu-actor teoric 3', 'Individu actor real 1', 'Individu actor real 2', and 'Individu actor real 3'.
- POSICIO_ACCIO:** A dropdown menu (partially visible).
- CODI_NODE_INICI:** A dropdown menu (partially visible).

Figura 5. Assignar un actor a una acció

Atributs dels actors:

Els actors tenen determinades característiques. Per exemple, el nivell d'estudis, l'edat, diferents graus de discapacitat... En algunes ocasions (en avaluacions d'execució de l'activitat educativa) ens pot interessar introduir les dades relatives a les característiques del visitant. Normalment no caldrà introduir aquesta informació; seria suficient seleccionant un perfil per a l'actor. Consultar perfil en els apartats següents. A partir de les dades individuals del visitant (de l'actor) introduïdes o observades, es podria cercar un perfil que tingués aquestes característiques. Llavors assignariem aquest perfil a l'actor.

Hi ha tota una sèrie d'atributs i valors que poden prendre aquests atributs. Atributs com el nom, l'edat...

Implementació dels atributs:

A la taula UNICA s'hi afegeixen els atributs (camps d'una base de dades). Alguns atributs tindran valors seleccionats d'una llista (per exemple el nivell d'estudis) i altres directament un valor (per exemple data naixement, si s'escau). Al prototipus, la majoria de les llistes es creen també amb UNIC i declaracions de pertinença d'aquest únic a una llista.

Cerca i assignar un perfil segons les dades introduïdes als atributs particulars:
Seria una consulta als valors dels atributs introduïts per un actor i mostrar els perfils existents que tenen inclosos aquests valors. En el cas d'alguns atributs com l'edat es filtrarien segons un interval d'edat seleccionat al perfil. Els perfils segons l'edat, per exemple, s'obtidrien amb uns atributs `data_menor_interval` i `data_major_interval` que permetrien filtrar els registres amb una data dintre de l'interval. El prototipus mostra els perfils potencials que es poden assignar segons els valors particulars seleccionats al perfil. L'usuari assigna el perfil al visitant. Així, l'actor conserva els valors dels atributs particulars i alhora es declara que aquests atributs particulars permeten classificar a l'actor dintre un dels perfils existents. En alguns casos l'usuari pot decidir assignar un perfil que sap que el visitant compleix, sense necessitat de cercar-lo.

Representació visual:

A la representació visual del disseny o l'execució de l'activitat es representaran els node actor com un hexàgon amb el codi de l'actor i el nom de l'actor al seu interior.

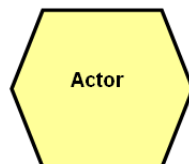


Figura 6. Representació visual d'un actor

A la representació visual, un actor queda associat gràficament a una acció. Una acció es representa com un triangle. En l'exemple següent tindriem una acció que és executada per un actor teòric. La resta de components visuals de la representació d'una acció s'explicaran més endavant.

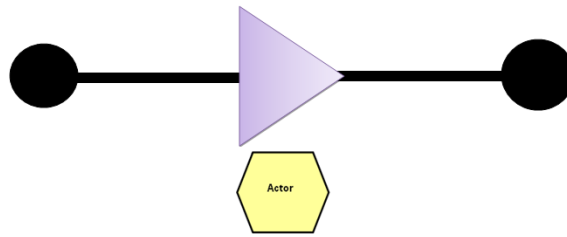


Figura 7. Una acció amb la representació de l'actor que l'executa.

Els atributs apareixen com un desplegable al costat de la representació de l'actor. Al clicar els desplegable apareixen els atributs de l'actor.

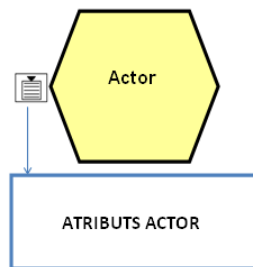


Figura 8. Desplegament atributs actor

5.2.2 Rol

Tal com comentàvem al descriure el concepte d'actor, els llenguatges defineixen com estudiant aquell individu que executa les accions; estudiant es pot assimilar a visitant d'una exposició. Seria el destinatari de l'activitat educativa. Com comentàvem, també es pot fer una equivalència entre el concepte d'educador utilitzat per els llenguatges i el de guia d'una exposició o responsable d'un taller. Tant un actor teòric com un actor real poden tenir un rol. Consultar la definició d'actor més amunt per a més informació.

Tipus de rol introduïts al prototipus:

Visitant:

Un visitant és assimilable al rol d'estudiant que utilitzen els llenguatges en educació formal. Visitant té unes connotacions que el diferencien d'estudiant. Encara que els visitants poden ser, també, estudiants que realitzen una visita escolar al museu.

Guia:

El rol de guia de l'exposició, seria assimilable al d'educador o professor.

Responsable d'un taller:

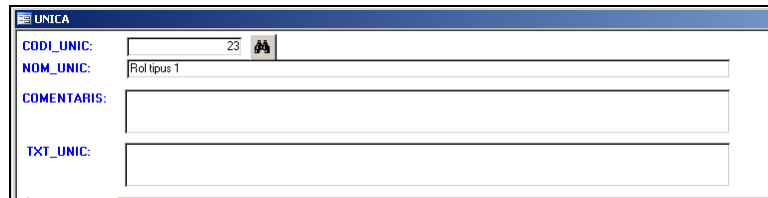
El rol de responsable d'un taller educatiu seria assimilable al d'un educador o professor.

Implementació:

Cal tenir present que el model permet definir altres rols que es puguin considerar adequats per els objectius.

Declaració de un tipus de rol:

S'introdueix un tipus de rol a taula UNICA.

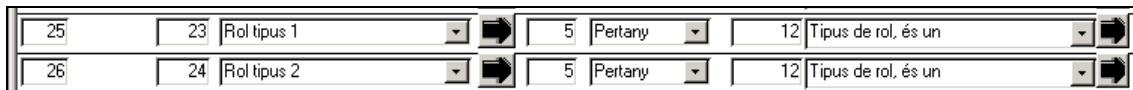


The screenshot shows a form titled 'UNICA' with the following fields:

- CODI_UNIC:** A text input field containing the value '23'.
- NOM_UNIC:** A text input field containing the value 'Rol tipus 1'.
- COMENTARIS:** A large empty text area.
- TXT_UNIC:** A large empty text area.

Figura 9. Entrada d'un nou tipus de rol.

Es declara que un UNIC és un tipus de rol.



The screenshot shows a table with two rows of data:

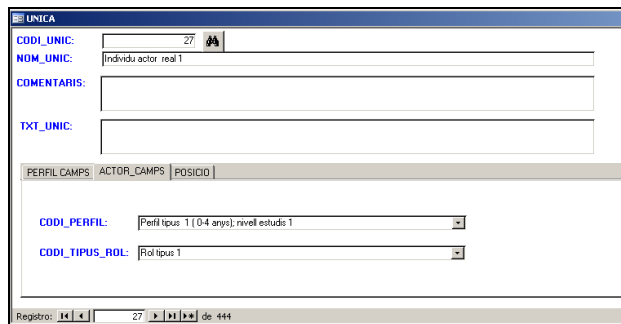
25	23	Rol tipus 1	5	Pertany	12	Tipus de rol, és un
26	24	Rol tipus 2	5	Pertany	12	Tipus de rol, és un

Figura 10. Declaració un unic és un tipus de rol

Declaració que un actor (real o teòric) té un tipus de rol :

A un registre que és actor_teòric o actor_real se li assigna un tipus de rol.

A taula UNICA, a l'atribut CODI_TIPUS_ROL es selecciona un dels tipus de rol (CODI_TIPUS_ROL) de consulta a taula DECLARACIO filtrant per "tipus de rol, és un".



The screenshot shows the UNICA form with the following fields and values:

- CODI_UNIC:** 27
- NOM_UNIC:** Individu actor real 1
- COMENTARIS:** (empty)
- TXT_UNIC:** (empty)
- PERFIL CAMPS:** (selected)
- ACTOR_CAMPS:** (selected)
- POSICIO:** (selected)
- CODI_PERFIL:** Perfil tipus 1 (0-4 anys): nivell estudis: 1
- CODI_TIPUS_ROL:** Rol tipus 1

At the bottom, it shows 'Registro: 27 de 444'.

Figura 11. Selecció d'un tipus de rol

Representació visual:

Tal com hem comentat a l'apartat anterior, una acció porta associat un actor. Un desplegable al clicar-hi permet mostrar el tipus de rol associat a aquest actor. Òbviament, hi hauria la possibilitat d'assignar diferents símbols (o colors) als diferents tipus de rol.

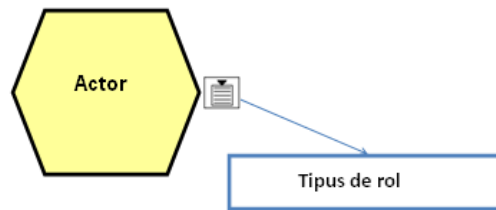


Figura 12. Representació visual del tipus de rol d'un actor

5.2.3 Perfils

Tal com comentàvem, els actors tenen determinades característiques. Per exemple, el nivell d'estudis, l'edat, diversos graus de discapacitat... Diferents actors poden tenir unes característiques o atributs semblants. Per exemple, es poden agrupar els visitants segons les característiques que podrien ser l'edat, el nivell d'estudis o la mobilitat... Un perfil és un conjunt de característiques que s'apliquen a un actor. Així, si es vol, no és necessari introduir cada vegada les característiques de l'actor. Simplement assignem un perfil a un actor i sabem ja moltes de les seves característiques importants.

Dissenyem (hauríem de dissenyar) els continguts de l'activitat educativa pensant en un determinat perfil. Així, al dissenyar una activitat educativa, seleccionarem, com a executor de les accions, un actor_tèoric que tindrà un determinat perfil. Així, podem assignar un perfil (unes característiques que considerem comunes) a un actor tèoric i a continuació es pot seleccionar un actor tèoric com a executor d'una acció.

Cal adonar-se que en una exposició educativa, a diferència de l'educació formal, on hi ha certa homogeneïtat entre la majoria d'integrants d'un curs, hi conviuran i visitaran molts perfils diferents. Així doncs, una exposició educativa d'un museu ha d'estar dissenyada per cobrir les necessitats simultàniament de diferents perfils de públic. Això és una dificultat afegida al disseny d'exposicions educatives; l'existència d'una gran varietat de perfils (que es poden localitzar en determinats estudis de públic) ens indica que els continguts s'haurien de dissenyar de manera que fossin adequats per a diferents perfils simultàniament. Els continguts haurien d'estar adaptats a les diferents necessitats creant exposicions i activitats educatives que tinguessin presents, tant les necessitats del públic especialitzat, com les necessitats i els interessos d'audiències menys exigents i diverses (Luckerhoff i Falk, 2016). De fet, aquesta circumstància, provoca tensions entre el disseny d'exposicions destinades al públic especialitzat i aquelles que opten per intentar captar un públic més ampli (Luckerhoff i Falk, 2016). Creiem que, cada perfil hauria de poder identificar amb facilitat els continguts que van destinats al seu perfil.

La importància de poder introduir un actor real que es correspongui a un determinat perfil ve donada per la necessitat de poder realitzar avaluacions personalitzades a un visitant (observació de recorreguts, de temps, avaluacions relacionades amb l'assoliment de continguts de l'activitat educativa...). Les avaluacions es porten a terme a individus particulars que poden definir-se amb els seus atributs particulars o seleccionar algun dels perfils disponibles.

Implementació:

Es crea un únic i es declara que aquest registre és un perfil.

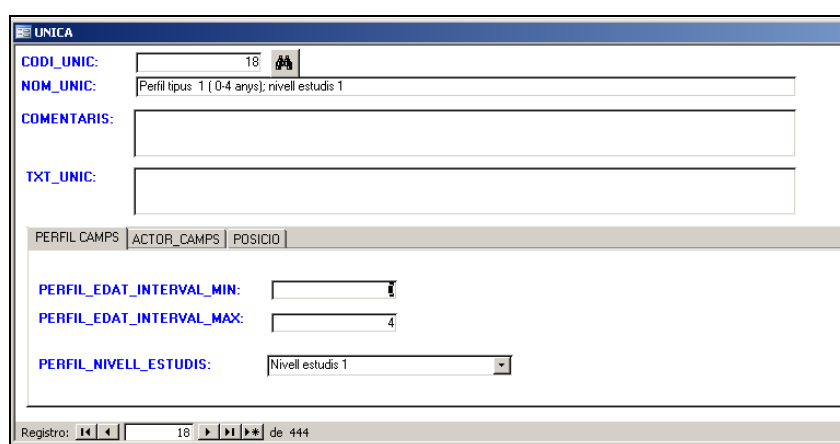


The screenshot shows a window titled 'DECLARACIO'. It contains a table with four columns: 'CODI_DECLARACIO', 'CODI_OBJECTE_1', 'CODI_TIPUS_DECLARACIO', and 'CODI_OBJECTE_2'. The first row has the following values: '17', '19', 'Perfil tipus 2', and 'Perfil, és un tipus de'. There are navigation arrows between the columns.

Figura 13. Es declara que un registre és un tipus de perfil.

Per definir les potencials característiques d'un perfil:

Un únic té atributs (camps).



The screenshot shows a window titled 'UNICA'. It contains several fields: 'CODI_UNIC:' with value '18', 'NOM_UNIC:' with value 'Perfil tipus 1 (0-4 anys); nivell estudis 1', 'COMENTARIS:', and 'TXT_UNIC:'. Below these is a tabbed interface with tabs for 'PERFIL CAMPS', 'ACTOR CAMPS', and 'POSICIO'. Under 'PERFIL CAMPS', there are fields for 'PERFIL_EDAT_INTERVAL_MIN:' (value '1'), 'PERFIL_EDAT_INTERVAL_MAX:' (value '4'), and 'PERFIL_NIVELL_ESTUDIS:' (value 'Nivell estudis 1'). At the bottom, there is a 'Registro:' field with value '18' and 'de 444'.

Figura 14. Atributs i el tipus de dades dels perfils.

Els perfils podrien incorporar atributs relacionats amb el tipus de sentits que tenen els individus que integren el perfil. En les exposicions museístiques sovint es presta molta atenció a quin tipus de sentits té el visitant o les necessitats especials com a resultat de limitacions físiques en algun dels seus sentits.

A la taula unica s'hi defineixen també els valors que poden prendre les diferents característiques. Es crea una llista de valors potencials d'una característica (un conjunt) mitjançant declaracions a taula única. Els valors es seleccionen al formulari. Igual que es feia amb el tipus de rol, es selecciona un perfil per a cada actor.

Representació visual:

Es pot desplegar la informació del perfil si cliques a la icona corresponent d'actor.

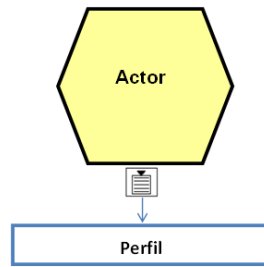


Figura 15. Desplegable de la informació del perfil assignat a un actor

5.2.4 Grups tipus

Hi ha accions que son executades per un grup d'individus. Activitats col·laboratives per exemple. Exemples de grup serien: una família o un grup de companys que efectuen la visita conjuntament o un grup d'estudiants que ha de realitzar la mateixa acció de manera col·laborativa. També pot ser convenient analitzar el comportament del grup. Normalment el concepte de grup s'utilitza en educació formal per a poder modelar aquelles activitats que es resolen en grups d'estudiants. Podria ser que cada estudiant tingui associat un rol diferent dintre del grup. Es tractaria doncs, com hem dit, activitats educatives col·laboratives.

Executor accions:

Cal tenir present que es pot formar un grup però que si cada membre del grup executa accions diferents caldrà seleccionar a l'atribut `executor_acció`, l'actor que realitza l'acció. Normalment serà un actor teòric que tindrà un perfil assignat. L'actor teòric també tindrà un rol assignat. Cal adonar-se que els diferents integrants del grup podrien tenir diferents perfils. Igual que passava amb els actors s'ha de poder contemplar la creació d'un grup tipus definit per actors amb un perfil tipus.

Sovint hi ha algun tipus de comunicació entre els membres d'un grup de visitants (un grup és un conjunt de individus que executa l'objecte educatiu conjuntament; sense separar-se) o entre visitants que es coneixen i que han entrat a la visita junts.

Implementació:

Normalment es crearan grups teòrics. S'introduiran les dades relatives a cada un dels actors teòrics que integraran el grup (tindrien assignat un perfil). S'assigna també el rol de cada un dels integrants del grup. Recordem que poden tenir assignats rols diferents. Es crea un registre. Es declara que aquest registre és un grup. Llavors es fan declaracions de pertinença dels diferents actors teòrics (cada un pot tenir el seu perfil i el seu rol en el grup) al grup. Amb això tenim definit el grup i els actors integrants del grup.

També es poden seleccionar com a integrants d'un grup actors reals. Aleshores parlarem de grup real.

S'utilitza la taula UNICA per introduir els actors (consultar actors més amunt). Es seleccionen perfils i rols. Es poden crear grups teòrics i grups reals.

Per aglutinar actors en un mateix grup, es fan les declaracions de pertinença dels actors a un grup:

DECLARACIO							
CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1		CODI_TIPUS_DECLARACIO			CODI_OBJECTE_2	
298	25	Individu-actor teoric 1	5	Pertany		26	Grup teoric 1
299	251	Individu-actor teoric 2	5	Pertany		26	Grup teoric 1
300	252	Individu-actor teoric 3	5	Pertany		26	Grup teoric 1

Figura 16. Declaració que uns individus pertanyen a un grup

Es pot seleccionar un grup com a executor d'una acció en els casos que tot el grup executi la mateixa acció. En els casos que cada membre del grup executi una acció diferent caldrà introduir les diferents accions i seleccionar els actor teòric a codi_executor.

Representació visual:

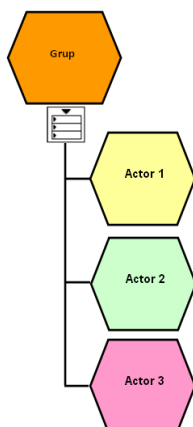


Figura 17. Representació visual d'un grup i els actors integrants del grup

Per a Grups teòrics es seleccionen dades dels actors teòrics. Per a grups reals es seleccionen dades d'actors reals. Tenir ben definits els grups ens pot ser útil per a determinats tipus d'avaluacions. També és possible introduir les dades reals de cada un dels integrants del grup per a poder fer una avaluació i seguiment personalitzat.

5.2.5 Idea

Recordar que idea és un terme general per expressar quelcom que ocorre a l'interior del sistema nerviós de l'individu. Pot ser conscient o no conscient. Per a més reflexions sobre idea consultar, més amunt, l'apartat coneixement, idea a conceptes introductoris.

Classifiquem les idees en diversos tipus: idea interna, objectiu educatiu, resultats educatius acomplerts, resultat educatiu no acomplert, resultats inesperats, prerequisits (habilitats i coneixement).

Implementació:

S'utilitza el sistema declaratiu. La taula UNICA i la taula DECLARACIO per declarar que un unic pertany a "idea, és una".

Es crea un registre i es declara que aquest registre és una idea. Es pot declarar també a quin tipus d'idea pertany l'unic. Els objectius assolits i objectius no assolits es tractaran quan parlem d'accions.

Representació visual:

Totes les idees es representaran com a cercles. Segons es tracti d'un tipus d'idea el cercle es representarà amb uns colors diferents o amb tipus de línia del perímetre diferent. S'afegeixen colors o cercles concèntrics al cercle per a especificar el tipus d'idea. Si no s'hi afegeix res es correspon amb una idea interna (tots els tipus d'idea es descriuen en els apartats següents).

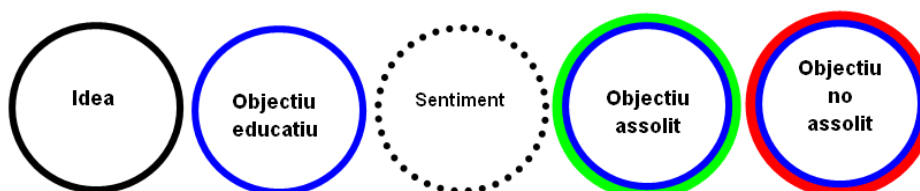


Figura 18. Representació visual d'elements idea

A l'interior del cercle hi pot anar una breu descripció de la idea i el seu codi UNIC identificador. Si es clica a la idea es mostraria la informació completa d'aquella idea. En la representació visual es poden omplir els cercles amb diferents colors amb l'objectiu de diferenciar-les entre ells i simplificar la seva localització en el diagrama de la representació visual.

5.2.6 Idea (interna o intermèdia):

Les idees interna o intermèdia s'utilitzen, sobretot, en les accions de dinàmica interna. Una dinàmica interna és allò que ocorre a l'interior de l'individu (al seu sistema nerviós).

Idees internes són aquelles les quals normalment, l'usuari en té consciència. Idees que no són objectius educatius però cal que l'usuari les assoleixi per aconseguir els objectius.

Totes les idees que no són objectiu educatiu es poden considerar internes (serien idees intermèdies).

Implementació:

Quan es declara que un registre és una idea, si no es declara que és un objectiu educatiu o no es declara que és algun altre tipus d'idea es tracta de una idea interna.

S'utilitza el sistema declaratiu. La taula UNICA i la taula DECLARACIO per declarar que un unic pertany a "idea, és una".

Representació visual:

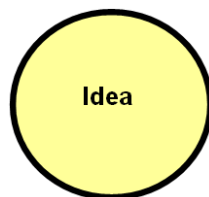


Figura 19. Representació visual d'una idea interna

Per a la representació visual utilitzem un cercle amb el perímetre negre i línia continua negra. La resta tenen el perímetre d'altres colors. El color intern pot servir per identificar diferents idees en la representació visual de l'activitat educativa.

Per a la selecció d'idees a les accions com a input o com a output consultar les accions.

5.2.7 Objectius educatius

Botturi (2003), citant a Gronlund (1995), apunta que, un objectiu educatiu (goal), descriu l'estat final de l'aprenent com a conseqüència dels canvis desenvolupats durant l'activitat educativa (Botturi, 2003). Hi ha diferents noms que s'utilitzen freqüentment i que podem considerar equivalents a objectius educatius: objectiu d'aprenentatge (learning objective), resultat d'aprenentatge (learning outcome), competències (competencies), objectius d'instrucció (instructional objectives) i competències objectiu (target competencies).

Recordem que, si considerem que un individu és un sistema, l'aprenentatge seria la modificació del sistema com a conseqüència de dinàmiques pròpies de la cognició. Exemples de dinàmica, ja ho hem comentat en els apartats anteriors, serien la modificació de la memòria declarativa quan memoritzem fets o la modificació de la memòria procedimental per memoritzar les seqüències d'accions que cal executar per anar d'un estat inicial a un estat final.

En aquesta tesi, els objectius educatius es consideren un tipus d'idea. Recordem que, ja ho hem comentat, dintre el concepte d'idea s'hi inclou tot allò que té significat (inclús significat inconscient) a l'interior de l'individu; idea, seria doncs, un estat del sistema de l'individu; porta implícit un canvi en el sistema de l'individu; en la memòria de l'individu; en el seu sistema nerviós. Tal com hem vist, no totes les idees són però objectius educatius; així, no hi ha una equivalència completa entre idea i objectiu educatiu. Per exemple, hi ha idees que són requisits o hi ha idees inesperades (resultats inesperats). Sensacions i sentiments són també idees segons el concepte que hem definit; són també quelcom resultat d'una dinàmica interna de l'individu. Hi ha objectius educatius que poden ser sensacions o sentiments.

Cal formular els objectius de manera precisa perquè es puguin avaluar en les diferents etapes de l'exposició o proposta educativa (Pérez Santos, 2000).

Implementació:

S'ha declarat prèviament que un únic és una idea. Ara es declara que un únic és també un objectiu educatiu.

L'objectiu s'assigna com a objectiu (output, estat final) d'una acció de l'activitat educativa (accions de percepció, i accions de dinàmica interna). S'incorpora un dígit per declarar la importància de la idea per a una determinada activitat educativa. És possible, doncs, ordenar aquestes idees per ordre d'importància en una activitat educativa. Per veure com un objectiu educatiu s'assigna a una activitat educativa (a un objecte educatiu) consultar la definició de les diferents tipologies d'accions.

S'utilitza la part declarativa del model per a declarar que un element (ja declarat com a idea) és un objectiu educatiu. El model conceptual permet consultar el llistat de tots els objectius educatius. Per obtenir aquest llistat de tots els objectius educatius (amb independència de si han estat seleccionats com a output a una o altre proposta) es fa una consulta a la taula DECLARACIO on objecte_2 és la declaració "objectiu educatiu, és un".

Per gestionar la importància de les idees en una proposta educativa. S'utilitza l'atribut digit_ordre_importancia_idea de la taula canvi_accio_conjunt_output (la taula on s'emmagatzemen els output de les accions que en alguns casos són objectius educatius). Allí, cada vegada que es selecciona un objectiu educatiu com a output, s'hi pot introduir el valor de la importància d'aquella idea per aquella activitat educativa. Llavors al mostrar el llistat d'objectius educatius d'una proposta educativa (idees que són objectiu educatiu seleccionades com a output d'una acció) es poden ordenar per ordre d'importància en aquella activitat educativa.

Representació visual:

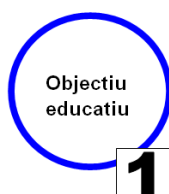


Figura 20. Representació visual d'un objectiu educatiu

Aquesta seria la representació visual d'un objectiu educatiu. També hi apareix la importància de l'objectiu educatiu a la proposta. En aquest cas es tracta de l'objectiu més important.

5.2.8 Classificació dels objectius educatius

Els objectius educatius es poden classificar. S'han proposat diverses taxonomies per a classificar-los. L'objectiu de la tesi no és unificar aquestes taxonomies en una sola taxonomia. Així, pel que fa a la classificació d'objectius educatius, la tesi es limita a presentar un model conceptual que permeti tractar les diferents taxonomies i, posteriorment, assignar, a cada objectiu educatiu, el tipus d'objectiu educatiu segons les diferents taxonomies que es poden introduir al programa. El model conceptual permet

que les taxonomies puguin ser ampliades a mesura que es van localitzant noves tipologies d'objectius educatius.

A continuació, es localitzaran i presentaran les principals característiques de les taxonomies més importants. Es descriurà el sistema per introduir i gestionar les diferents taxonomies al programa i es definirà el model que permet assignar (classificar) cada objectiu educatiu a un tipus d'objectiu educatiu.

Recordem que idea, en aquesta tesi és el nom que hem adoptat per a descriure qualsevol cosa que pot esdevenir-se al sistema nerviós. Els objectius educatius són idees. Hi ha objectius educatius relacionats amb el comportament, amb la conducta, amb la creativitat, la inspiració, les habilitats motrius... la classificació dels objectius respon, així, a criteris organitzatius. Cal recordar també, tal com hem comentat quan parlàvem dels diversos tipus de memòria, que, en darrera instància, cada un dels objectius educatius tindria una correspondència amb alguna de les dinàmiques definides i amb algun dels tipus de memòria (declarativa, procedimental...).

Taxonomies:

Una de les primeres classificacions fou la de Bloom i Krathwohl al 1956 (Botturi, 2006). Botturi (2006) apunta que, molts autors han proposat models i classificacions dels objectius educatius: l'autor anomena a Bloom (1964) a Gagné, Briggs, i Wager (1992) i també a Merrill (1983). Dick et al. (1996) descriuen un mètode que permet desglossar els objectius educatius en unitats més petites (subgoals). Alguns autors han proposat expressar visualment els objectius educatius (Botturi, 2006): per exemple, han utilitzat graelles per a representar-los com la matriu Merrill (1983). Hi ha també la taxonomia revisada de Bloom (Anderson i Krathwohl, 2001) i el model QUAIL de Botturi (2003). IMS Global Learning Consortium (2003) apunta que els prerequisits i els objectius educatius poden ser descrits utilitzant el format que es descriu a IMS Reusable Definition of Competency or Educational Objective (RDCEO). A Beetham i Sharpe (2007) hi apareixen també classificacions dels objectius educatius. Anido-Rifón et al. (2014) afirmen que hi ha un altre document de IMS on s'hi poden trobar definits els objectius educatius: Reusable Competencies Definition Information Model Specification. El document IEEE Standard for Learning Technology, Data Model for Reusable Competency Definitions, també té un llistat de competències. Trobem una altre classificació dels objectius (learning outcomes) al Learning Designer Support Environment (Pedagogical Pattern Collector) de Laurillard (2013). Finalment, igual que Bloom (1956), molts autors proposen una llista de verbs per descriure i classificar els objectius educatius. En alguns casos, els objectius educatius es redacten com a frases completes; en aquests casos, no es pretén utilitzar explícitament una taxonomies. Hi ha, encara, altres intents de classificació...

El problema de cercar una taxonomia adequada és que qualsevol cosa és susceptible de ser apresada (memoritzada). Per exemple, hi ha un gran nombre d'habilitats que poden ser apresades. Inclús moltes de les dinàmiques que hem descrit a l'apartat corresponent, poden ser apresades i per tant, poden ser ensenyades. Això converteix algunes dinàmiques del sistema nerviós en possibles objectius educatius. Poden ser objectius educatius, sobretot, aquelles dinàmiques que podem executar de manera conscient; aquelles dinàmiques que poden ser supervisades per persones externes o per el mateix visitant o estudiant (recordem que hi ha altres dinàmiques que no són supervisades: aquelles que

el sistema nerviós aprèn de manera inconscient). Cal tenir present que, moltes de les dinàmiques que emergeixen a partir del funcionament del sistema nerviós, no són pas innates en el sentit que cal aprendre-les.

Sobrepassa l'àmbit d'aquesta tesi la unificació de les taxonomies en una sola taxonomia, però cal tenir present que, en darrera instància, la majoria (inclús tots) dels objectius educatius han de poder classificar-se en algun tipus de memòria (i entre les memòries la majoria podrien classificar-se com del tipus de memòria declarativa o memòria procedimental). Així, creiem que per a fer una bona classificació dels objectius educatius caldria, primer, identificar el tipus de memòria involucrada en cada un dels objectius educatius. Això permetria evitar la duplicitat en les classificacions. Per exemple: accionar una palanca o muntar a cavall poden ser explicats en termes de memòria procedimental; la majoria d'objectius educatius proposats per diferents taxonomies que consisteixen en una seqüència d'accions, podrien ser classificats, en realitat, com a modificadors de la memòria procedimental.

Tot això ens porta a concebre que el model conceptual hauria de permetre classificar els objectius educatius a alguna taxonomia, inclús a diverses taxonomies simultàniament. També cal poder classificar l'objectiu educatiu en el tipus d'idea de memòria declarativa o el tipus d'idea de memòria procedimental.

Implementació:

Considerem que el prototipus ha de poder incloure una descripció textual dels diferents tipus d'objectius educatius. Els tipus d'objectius serien les diferents classificacions que descriu cada taxonomia. També ha de permetre la descripció textual de cada un dels objectius educatius assignats a un tipus. Es tracta, sobretot, de poder gestionar la classificació dels objectius en algun dels tipus d'objectius. Per un costat, cal poder gestionar les taxonomies i per l'altre cal poder assignar a un objectiu educatiu la seva tipologia d'objectiu segons la taxonomia elegida.

L'estructura declarativa adoptada en aquesta tesi, permet introduir classificacions (taxonomies) i ordenar els objectius de forma jeràrquica. També es poden gestionar aquestes classificacions d'objectius. Això s'aconsegueix mitjançant declaracions de pertinença. Es pot, llavors, introduir una declaració que sigui l'assignació d'un objectiu educatiu a un tipus d'objectiu educatiu (o a varis tipus d'objectius educatius diferents). També és pot seleccionar directament el tipus d'objectiu educatiu a l'atribut corresponent de única.

La gestió de taxonomies es pot fer mitjançant una estructura de jerarquia. S'introdueix el nom de taxonomia. S'introdueixen els tipus d'objectius educatius de la taxonomia a única. Es fan les declaracions de pertinença del tipus de objectiu educatiu com a pertany a la taxonomia.

Per a declarar que un objectiu educatiu pertany a un tipus d'objectiu educatiu es fa també amb declaracions de la forma: "L'objectiu educatiu pertany al tipus d'objectiu educatiu".

Representació visual:

Al seleccionar o desplegar informació relativa a un objectiu educatiu (fent doble clic, per exemple) es mostraria la classificació d'aquest objectiu educatiu. Així doncs, el tipus d'objectiu educatiu no cal que es mostri explícitament en la seva representació visual. Només alguns tipus d'objectius educatius, com els sentiments, que descriurem a continuació, creiem que tenen prou entitat per tenir una representació visual específica.

5.2.9 Objectius educatius assolits

És important diferenciar entre allò que eren objectius educatius i allò que realment ha estat assolit per el visitant. Els objectius adquirits o assolits (learning outcomes) es localitzen en la fase d'avaluació. La fase d'avaluació és posterior a la fase d'execució. Diversos mètodes d'avaluació permeten esbrinar si un objectiu ha estat adquirit. Consultar els mètodes d'avaluació a l'apartat corresponent.

En la descripció d'una execució, els objectius educatius es representaran visualment de diferent manera segons si l'objectiu ha estat assolit (aconseguit) o si ha estat no assolit (no aconseguit).

Implementació:

Molts dels sistemes d'avaluació utilitzen la descripció de l'execució de l'acció. També es comprova si els objectius educatius han estat assolits. Als formularis d'acció (canvi_accio) s'hi introduirà un valor a l'atribut verd_vermell que s'omplirà només en les accio_canvi que integren una execució. Si es posen a verd se sap (mitjançant l'avaluació corresponent) que un usuari, realment, ha assolit o tenia aquests prerrequisit idea o prerrequisit habilitat.

Si un objectiu ha estat assolit apareix en verd a l'acció corresponent que descriu l'execució. Si apareix en vermell, l'objectiu no ha estat assolit.

Pel que fa als objectius educatius, interessa saber tant si una idea d'una acció de percepció ha estat adquirida com si una acció de dinàmica interna ha ocorregut. Interessa també saber si un prerrequisit idea de dinàmica interna era realment coneguda per el visitant. També interessa saber si un prerrequisit d'habilitat per a utilitzar una eina era conegut; per tant, seleccionar verd o vermell és aplicable també a aquests elements. A la representació visual s'utilitzarà color verd o vermell per indicar si la idea ha estat assolida.

Al formulari canvi_accio_conjunt_output corresponent es selecciona verd o vermell a l'atribut codi_verd_vermell depenent del que s'observa segons el mètode d'avaluació elegit.

CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT					
CODI_UNIC_OUTPUT:		CODI_VERD_VERMELL:		DIGIT_ORDRE_IMPORTANCIA_IDEA:	
436	Idea: La selva inundada és humida	VERD	DEPENDENTS	UNIC	0
437	Idea: a la selva inundada la tempera	VERMEL	DEPENDENTS	UNIC	0
438	Idea: A la selva inundada hi plou sovint	-	DEPENDENTS	UNIC	0
1	Idea: a la selva inundada la temperatura és elevada		DEPENDENTS	UNIC	0
	Idea: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior				
	idea: cal posar la clau i girar-la per engegar				
	Idea: eleccio de opcio_1 pantalla_2				
	Idea: La selva inundada és humida				
	Idea: potencial eleccio de opcio_1 pantalla_2				
	Idea: potencial eleccio de opcio_2 pantalla_2				

Figura 21. Objectius educatius assolits.

Representació visual:

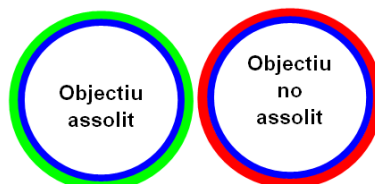


Figura 22. Representació visual d'un objectiu segons si assoliment

Si un objectiu educatiu ha estat assolit s'utilitzarà, a la representació de l'execució, un cercle concèntric de color verd. Si no ha estat assolit es representaria amb un cercle vermell.

5.2.10 Idees inesperades (side-effects).

En relació a les idees inesperades, abans de continuar, cal tenir present que, en realitat, en una execució, hi poden ocórrer moltes altres tipologies de coses inesperades. Per exemple, accions inesperades (accions de moviment no previstes, accions de producció no previstes...).

En alguns casos, com assenyala Botturi (2006), també apareixen competències adquirides fruit de l'execució d'accions però que no estan directament relacionades amb els objectius del dissenyador (side-effects). Algun dels tipus d'avaluació, ja ho veurem en l'apartat corresponent, permeten detectar aquests assoliments no planificats en el disseny de l'activitat educativa. D'aquesta manera, com hem vist, els resultats poden classificar-se en objectius assolits (resultats educatius reals), objectius no assolits i resultats imprevistos.

Implementació:

Una acció, entre altres coses, està definida per un conjunt de inputs i un conjunt de outputs. Al fer una avaluació pot aparèixer aquest tipus d'output en alguna de les accions executades i el sistema d'avaluació permet identificar l'acció que origina aquest output inesperat. Cal adonar-se que no tots els mètodes d'avaluació permeten localitzar aquests efectes inesperats. Si no preguntem per ells a l'avaluació, és difícil que la persona avaluada els comuniqui i que puguin ser identificats.

En el cas que sigui un output d'una acció ja definida s'introdueix en l'execució aquest output. En el cas que sigui una acció no contemplada en el disseny s'introdueixen les dades corresponents a l'acció que ha originat aquest efecte inesperat. Aquestes accions noves serien, normalment, accions de dinàmica interna o percepcions. Sovint, identificar l'acció que ha originat aquest efecte inesperat requerirà una investigació exhaustiva. Caldria declarar també, que aquest output és del tipus efecte inesperat. Això es portaria a terme mitjançant una declaració a la taula de declaracions. El registre (de taula única) queda classificat, així, com a side-effect. Aquest únic s'introduiria, com a output, a una acció (acció_canvi) existent o a una nova acció_canvi.

Representació visual:

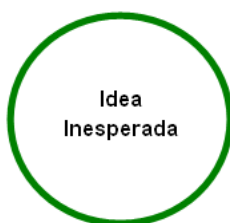


Figura 23. Representació visual d'una idea inesperada

La representació visual podria ser un cercle amb perímetre verd fosc amb línia contínua. Aquesta representació només apareix als diagrames d'execució; a les representacions visuals de les execucions. No apareix, òbviament, als diagrames de disseny de l'activitat.

5.2.11 Idees Prerequisits.

Són prerequisits aquelles idees (sovint declaratives o procedimentals) que coneix el visitant o estudiant i que no tenen el seu origen en l'activitat; són idees que estan presents al sistema nerviós (memòria) d'un individu amb anterioritat a executar l'activitat. Cal adonar-se que, una idea que és output d'una acció de dinàmica interna o de percepció i que llavors és input d'una acció posterior no s'anomena prerequisit. La condició perquè una idea sigui anomenada un prerequisit és que existeixi a l'interior de l'individu (al seu sistema, a la seva memòria) abans d'iniciar l'activitat educativa. Els prerequisits són, així, aquells coneixements que un estudiant (visitant) ha de tenir abans d'iniciar l'activitat (Botturi 2006). Alguns llenguatges d'educació formal utilitzen el nom de prerequisit (learning prerequisit) i altres pre-coneixement (pre-knowledge).

IOMS Global Learning Consortium (2003) apunta que els prerequisits (i els objectius educatius) poden ser descrits utilitzant el format que es descriu a RDCEO. La versatilitat del prototipus, en el que podem fer declaracions de pertinença i tractar jerarquies d'elements, permet gestionar les diferents tipologies de prerequisits i gestionar les diferents classificacions (d'una manera similar a la descrita quan parlàvem d'objectius educatius. Així, utilitzant declaracions, podem també classificar un prerequisit dintre d'una d'aquestes tipologies.

Tal com hem comentat, una classificació que ens pot ser útil és distingir entre prerequisits de coneixement o prerequisits d'habilitats (tècnics, procedimentals).

a) Prerequisit coneixement (declaratiu) :

Els coneixements declaratius es poden classificar com a memòria declarativa.

Els visitants sovint tenen coneixements previs que els han de permetre interpretar correctament l'exposició o activitat educativa i utilitzar les eines necessàries per gaudir de la visita. Aquests prerequisits són idees que, alhora, són input no originats a cap acció anterior.

Així, les idees que existeixen al sistema nerviós abans d'executar l'activitat educativa, són aquelles que no són outputs de cap altre acció. Així doncs: totes les idees que estan seleccionades a input d'una acció i no tenen el seu origen en un output d'una acció són prerequisits idea.

Implementació:

Per a prerequisits de coneixement (i com veurem, també per a prerequisits habilitats) s'utilitzen declaracions. Un registre de taula UNICA es declara que pertany a "prerequisit coneixement, és un". Els prerequisits es poden seleccionar com a input d'algunes accions (dinàmica interna). Això es fa seleccionant aquest registre al subformulari (canvi_accio_conjunt_input) on es seleccionen els input de l'acció corresponent.

CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1			
CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMEL	PREREQUISITS	
55 Eina 1	VERD	DEPENDENCIA	UNIC
41 Idea_1	VERD	DEPENDENCIA	UNIC
42 Idea_2 (prerequisit coneixement)	VERMELL	DEPENDENCIA	UNIC
1 -	-	DEPENDENCIA	UNIC

Figura 24. Idea prerequisit coneixement seleccionada a una acció

Representació visual:



Figura 25. Representació visual d'un prerequisit tipus coneixement

b) Prerequisit d'habilitats (procedimentals):

Aquestes idees estan relacionades amb la memòria procedimental. Hi ha prerequisits habilitats que són necessaris per executar l'activitat; per exemple, tenir l'habilitat de llegir o l'habilitat d'utilitzar una pantalla tàctil sense que s'hagi d'explicar el funcionament al visitant. Els prerequisits d'habilitat són, així, idees (sovint habilitats) que han de ser conegudes per la persona per a poder utilitzar una eina o per assolir una idea de l'activitat educativa.

Implementació:

Per a introduir els prerequisits d'habilitats (i els prerequisits de coneixement) s'utilitzen declaracions. Un registre de taula UNICA es declara que pertany a "prerequisit habilitat, és un". Els prerequisits d'habilitat estan associats a eines o a recursos. Una eina és un UNIC que té la tipologia d'eina. Un exemple d'eina seria un martell o un ordinador (no confondre l'ordinador com a eina amb el contingut educatiu que conté aquest ordinador); tampoc hem de confondre eina amb recurs (objecte educatiu). Una eina és recurs perquè existeix físicament però perquè un recurs sigui una eina cal que sigui un objecte necessari perquè hi hagi una interacció.

Un recurs o objecte seleccionat a input a una acció de percepció o d'interacció pot tenir també un prerequisit per a ser percebut; per exemple, saber llegir és una habilitat necessària per a percebre correctament un objecte de tipus text.

Un altre exemple d'eina seria una audioguia. Es necessita saber polsar botons, gestionar el volum de l'explicació... Alhora una audioguia té uns continguts (des del punt de vista dels continguts es tracta d'un recurs que és objecte educatiu; així el recurs observat com a objecte educatiu és diferent que des del punt de vista de l'eina). Finalment, doncs, una audioguia pot aparèixer com a eina però també com a activitat o objecte educatiu. Quan ens referim al contingut podríem anomenar-la, per a distingir de l'eina, audioguia +el contingut de l'activitat educativa ("contingut audioguia visita Ullastret", per exemple).

Vist així, una acció de percepció es pot considerar també una acció d'interacció. Llavors, tenir olfacte i saber olorar o tenir vista i saber llegir es pot seleccionar com a prerequisit habilitat.

Així doncs, una eina pot tenir prerequisits d'habilitats. Un recurs (per a poder ser utilitzat o interpretat) pot tenir també prerequisits d'habilitat. Per exemple: saber llegir és necessari per a poder llegir un text d'una cartela.

Així doncs podem trobar prerequisits d'habilitat en les accions de percepció (associats al recurs) i en les accions d'interacció (associats a una eina o a un recurs).

7	
Eina 1	
_PREREQUISIT	
DI_UNIC_PREREQUISIT	CODI_VERD_VERMELL:
51 Prerequisit tecnic_1	2 VERD
1	1

Figura 26. Un prerequisit habilitat per utilitzar una eina

Amb el model conceptual definit és possible especificar, per a cada eina o element seleccionat a input d'una acció, quins són els prerequisits necessaris per a poder executar l'acció correctament. És possible llistar també tots els prerequisits d'una activitat educativa.

Per seleccionar un prerequisit, es selecciona primer una eina a input d'una acció. Al formulari de definició de l'eina s'hi poden seleccionar els prerequisits necessaris. Els prerequisits necessaris són registre de la taula unica que s'han declarat com a prerequisit prèviament.

Representació visual:



Figura 27. Representació visual d'un prerequisit habilitat.

5.2.12 Idees emocions, sentiments, sensacions.

Les emocions són una modalitat d'experiència similar a les experiències sensorials o motores (Binder i Desai, 2011). Diversos estudis comentats per Baddeley (1999), demostrarien una clara relació entre l'estat anímic i l'aprenentatge. Els estats d'ànim o emocions poden augmentar la predisposició del visitant a l'aprenentatge. Els conceptes i les paraules, per exemple, varien en el tipus i la magnitud de les emocions que evocuen, i les emocions són, sovint, una part important del significat d'aquestes

paraules (Binder i Desai, 2011). Damasio (2008), com ja hem comentat, examina la relació entre sentiments, emocions i la presa de decisions. Hi ha interrelació entre les emocions i la resta de sistemes (Damasio, 2008). Emocions i sentiments estarien doncs molt relacionats conceptualment.

Els outputs d'algunes accions de percepció i els output d'algunes accions de dinàmica interna seran emocions. És possible dissenyar activitats educatives que despertin sentiments i emocions al visitant o estudiant. Per tot això, es contemplen les emocions. Les emocions es consideren un tipus d'idees perquè tenen lloc a l'interior de l'individu. No es presenta en aquesta tesi un llistat d'emocions però el model (que permet tractar jerarquies mitjançant declaracions) pot incorporar-los: alegria, tristesa, por... Moltes emocions són estats dels individus en un moment determinat.

Les emocions són quelcom que pot ser assolit per els individus i que es pot preveure en el disseny (sentiments o emocions d'alegria, tristesa, curiositat, empatia, decepció...). Tots aquests sentiments que podrien ser també un tipus d'objectiu educatiu cal que puguin ser modelats. Una acció percepció o una acció de dinàmica interna pot originar idees del tipus sentiments com a output.

Degut a la importància d'aquesta tipologia d'idees s'inclou la possibilitat de gestionar-les i fer-ne una representació visual. També seria possible tenir una representació visual diferenciada d'altres tipologies d'objectius educatius (de tipus habilitat per exemple) però no es considera tant important per a la tesi.

Els sentiments i emocions difícilment poden ser classificables com a memòria declarativa o memòria procedimental (encara que la dinàmica que els origina pugui tenir tangències amb les altres idees).

El tractament de les sensacions es fa de manera similar a la dels sentiments i emocions. Per exemple, les sensacions de fred, de calor, sensació d'humitat, sensació de pes d'un objecte, sensació de rugositat d'un objecte. Les sensacions es tracten com a idees i es poden relacionar amb un tipus de sentit.

Implementació:

El tractament de les emocions, sentiments i sensacions és igual que el de les altres idees. Seria doncs, una implementació semblant a la ja descrita per a definir un objectiu educatiu. Per a gestionar-los es crea una tipologia d'idea que és "sentiment, és un", "sensació, és una", "emoció, és una" i s'assignen idees utilitzant declaracions; llavors és possible seleccionar-los com a output d'accions de dinàmica interna o a output d'accions de percepció.

Representació visual:

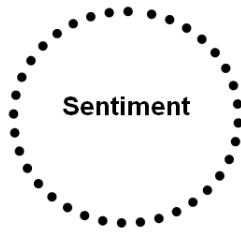


Figura 28. Representació visual idea sentiment

5.2.13 Recursos

Els recursos són elements que poden ser percebuts. A una activitat educativa s'hi utilitzen recursos. Un recurs és allò que hi ha a l'exterior de l'actor (de la persona). Un recurs és tot allò que utilitzem en una exposició o activitat educativa perquè el visitant assoleixi els objectius educatius. Aquests recursos poden classificar-se segons la seva funció principal. Són recursos: les activitats educatives (objectes educatius), els recursos auxiliars, les eines i les produccions. Els recursos es poden agrupar i estar a integrats per altres recursos. Per exemple: una panell explicatiu pot estar format per un text i una imatge.

Un objecte educatiu (learning object), és una entitat, digital o no digital, que pot ser utilitzada, reutilitzada i que fa referència a un aprenentatge (Koper 2001). Exemples d'objecte educatiu serien una peça de museu, un interactiu o un panell explicatiu. Un objecte educatiu, és portador d'una idea (modifica algun dels tipus de memòria, com la declarativa o la memòria procedimental). Alhora, un objecte educatiu pot estar integrat per altres recursos portadors d'idees i pot estar integrant també per recursos que no són portadors d'idees (recursos auxiliars). Exemples de recursos auxiliars serien una làmpada per a il·luminació o un suport per a l'objecte educatiu. Els recursos auxiliars, així, no són portadors d'idees que siguin objectius educatius ni idees internes (intermèdies, idees que permeten a la persona generar idees que sí que són objectius educatius).

Una eina, com per exemple, un ordinador és un recurs amb el qual una persona interactua. Tal com hem explicat, l'eina és l'ordinador i l'objecte educatiu és el contingut educatiu que es gestiona amb l'ordinador.

Les produccions dels actors (dels estudiants o visitants) també es consideren recursos perquè són quelcom que, un cop generat per l'actor, passa a existir físicament i pot ser percebut.

Una activitat educativa es pot definir com un disseny o com una execució. Una activitat educativa està integrada per accions (un conjunt d'accions), eleccions (en disseny una descripció de les possibles accions) i altres activitats educatives (conjunts d'activitats educatives). Una activitat (normalment integrada per diferents objectes educatius) també es pot considerar un recurs; a més, una activitat educativa estarà integrada per recursos que s'utilitzen en les diferents accions.

En alguns casos pot ser útil que els usuaris introdueixen o relacionin imatges amb un recurs. Les imatges sovint informen sobre la composició del recurs. A cada objecte educatiu li correspondrà també una tipologia d'objecte educatiu com el que es descriu,

més avall, a l'apartat de tipus d'objectes. Als dissenys i execucions de l'activitat educativa els recursos es descriuran textualment o gràficament però, al poder classificar els objectes en algun dels tipus de recurs, ens podem fer una idea de com era l'objecte educatiu originàriament en l'exposició concreta avaluada. Per exemple, classifiquem un recurs com a gravació sonora i això ens dona informació de com es presentava el recurs a l'exposició encara que el dissenyador no inclogui aquesta gravació a la descripció de l'objecte i introdueixi el contingut al programa informàtic en forma de text.

Representació visual:

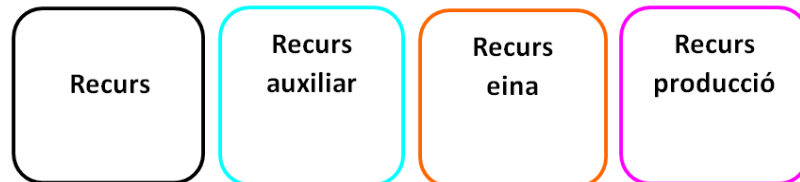


Figura 29. Representació visual dels diversos tipus de recurs

Objectes educatius:

A continuació es descriu com es poden definir els objectes educatius amb el model conceptual; s'explica també que els objectes educatius es poden classificar en estàtics i dinàmics; com es gestionen els agrupaments de recursos per a formar altres recursos; com assignar una idea a un recurs; com es seleccionen els objectes educatius com a input a una acció; es descriu també com gestionar les característiques físiques dels recursos; també com assignar a cada recurs el tipus de sentit que hi està involucrat; finalment es presenta un llistat de tipus d'objectes educatius.

Així doncs, la resta de l'apartat s'organitza de la següent manera:

- a) Definició d'objecte educatiu; objectes educatius estàtics i dinàmics.
- b) Relació d'un objecte educatiu amb una idea.
- c) Selecció de recursos (objecte educatiu) com a input en una acció (accio_canvi).
- d) Característiques físiques dels recursos.
- e) Tipus de sentit.
- f) Llistat d'objectes educatius.

a) Definició d'objecte educatiu.

Un objecte educatiu està integrat per recursos portadors d'idees i recursos auxiliars (recursos no portadors d'idees). Cal observar que, quan a un recurs se li assigna una idea (que serà, a més, la idea que apareixerà com a output al disseny d'una acció percepció), automàticament, aquest recurs, es considera un objecte educatiu. Cal observar també que, si es declara que un recurs està integrat per recursos, i alhora, algun d'aquests integrants té assignat una idea, automàticament, el recurs és també un objecte educatiu. El model que permet assignar una idea a un objecte educatiu es descriurà al punt b) d'aquesta secció (s'utilitzen declaracions). Recordem també que, si un recurs no té assignada cap idea, és un recurs auxiliar. Els recursos auxiliars també es poden tractar amb declaracions de pertinença i organitzar amb jerarquies (mitjançant aquestes

declaracions de pertinença). Recordem també que, mitjançant la declaració de pertinença corresponent, es pot declarar que un únic és un objecte educatiu.

Objectes educatius estàtics i dinàmics.

Un objecte pot existir de manera constant (estàtic, sense canvis) durant tota la visita o execució de l'objecte educatiu. Però hi ha objectes educatius, més complexos de definir, que estan formats per conjunts d'objectes que apareixen i desapareixen en una línia de temps (objectes dinàmics). Per exemple, una pel·lícula és una seqüència d'esdeveniments o canvi integrat per recursos que apareixen i desapareixen a l'observador. La percepció d'aquests objectes sempre serà una seqüència d'accions que pot ser definida per el dissenyador. Aquests objectes educatius es poden modelar també com a declaracions que són vigents durant un interval de temps delimitat per dos node temps. Així per un audiovisual que està format per imatges i so es poden posar com a recursos integrants (amb el seu tipus sentit associat) les diverses imatges i els sons. El dissenyador decideix el nivell de detall i pot decidir no desglossar totes les imatges integrants del vídeo.

Així doncs, els objectes educatius es poden classificar com a objectes estàtics o objectes dinàmics. Un objecte estàtic és un objecte en el que cap dels seus integrants varia al llarg del temps de l'activitat educativa. Ni apareixen objectes, ni desapareixen, ni varia cap dels seus integrants. Un exemple d'objecte estàtic seria una vitrina que conté un objecte i la seva descripció textual a una cartela; un altre exemple d'objecte estàtic seria una pòster on hi apareix un text i una imatge.

Un objecte dinàmic, en canvi, seria un objecte en el que algun dels seus integrants apareix, desapareix o canvia al llarg d'una línia de temps. Serien recursos que ocorren durant una seqüència de temps. Un exemple d'objecte dinàmic seria un vídeo o una gravació d'una veu en off que narra alguna cosa. Un objecte dinàmic té una duració determinada. El sistema per definir i modelar els objectes dinàmics i estàtics s'explica a continuació.

Model d'objectes amb declaracions. Introducció.

Cal observar que quan utilitzem declaracions no estem definint quina serà la seqüència d'accions que portarà a terme l'actor (persona, visitant) durant l'execució de l'activitat educativa. Utilitzant les declaracions ens limitem a relacionar dos conceptes o a indicar que un objecte és integrant d'un altre objecte (d'un conjunt d'objectes en realitat).

Podem utilitzar una declaració a taula_declaracio per a declarar que un UNIC és un recurs. Podem utilitzar una declaració a taula_declaracio per a declarar que un UNIC és un objecte educatiu. Podem utilitzar una declaració a taula_declaració per a declarar que un UNIC és un recurs auxiliar.

Per a gestionar conjunts de recursos utilitzarem la forma declarativa del prototipus.

Exemple d'un recurs estàtic:

52	43	Recurs_1	5	Pertany	38	Recurs, és un
53	44	Recurs_2	5	Pertany	38	Recurs, és un
56	45	Recurs_3	5	Pertany	38	Recurs, és un

Figura 30. Declaració de recursos

A les declaracions de la figura anterior es declara, per exemple, que un objecte (recurs_1) és un recurs. (pertany al conjunt recurs).

Exemple de declaració d'un recurs que és un objecte educatiu o un recurs auxiliar:

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2
335	46 Recurs_1_1	5 Pertany	286 Objecte educatiu, és un
336	47 Recurs_1_2	5 Pertany	285 Recurs auxiliar, és un
337	48 Recurs_1_3	5 Pertany	286 Objecte educatiu, és un

Figura 31. Declaració que un recurs és objecte educatiu o recurs auxiliar

A la figura anterior, a la segona declaració, podem observar com es declara que un recurs (Recurs_1_2) és un recurs auxiliar. Es declara que un recurs és pertany al conjunt “recurs auxiliar, és un”. A la primera declaració i a la tercera es pot observar una declaració conforme els recursos seleccionats a objecte_1 són (pertanyen) objectes educatius (pertanyen al conjunt “objecte educatiu, és un”).

Al gestionar recursos dinàmics, volem expressar també l'aparició i la desaparició de recursos (per exemple una exposició oral que apareix en un moment determinat i que desapareix un cop s'ha exposat), i utilitzarem els node_temps de la declaració. L'aparició o la desaparició d'un recurs es pot gestionar també amb les declaracions de pertinença. Aquesta concepció ens permetria també definir (no és necessari arribar a aquest nivell de detall) com els diferents fotogrames d'una pel·lícula van apareixen i desapareixent). Cal observar que, els node_temps es seleccionen a la declaració. A node temps, quan són estàtics, hi podem seleccionar el node_temps_inici de l'activitat educativa i a node_temps_final de la declaració hi podem seleccionar el node_temps final de l'activitat educativa.

Exemples de recursos dinàmics:

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_INICI	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_FINAL
338	46 Recurs_1_1	5 Pertany	286 Objecte educatiu, és un	52 0	57 5
339	47 Recurs_1_2	5 Pertany	286 Objecte educatiu, és un	52 0	59 7
340	48 Recurs_1_3	5 Pertany	286 Objecte educatiu, és un	57 5	58 6

Figura 32. Recursos dinàmics

En l'exemple de la figura anterior es pot observar com el recurs_1_1 apareix a inici (node_temps és zero) i desapareix a node_temps 5. El recurs_1_2 està present des del node_temps zero fins al node_temps 7. El recurs_1_3 apareix al node_temps 5 i desapareix al node temps 6. Això és el que passaria, per exemple, a un audiovisual.

Els node_temps, ja ho veurem en major profunditat quan tractem el temps, poden estar expressats de manera relativa a un node_temps inicial.

Conjunts de recursos per formar objectes educatius:

Un recurs és sovint un conjunt de recursos. Podem utilitzar el llenguatge natural per a descriure l'objecte educatiu i els objectes que l'integren. Això ens permet fer-nos una idea del tipus de recurs que hi ha realment a l'exposició. Sovint, això pot significar estalvi de temps alhora d'omplir les dades; els usuaris potser no volen arribar a un nivell de detall que descriu tots els integrants d'un recurs. El fet és que, en molts casos, no val la pena entrar a detallar tots els components. Per exemple, si es presenta una màquina de fer fotografies antiga al visitant, no cal introduir dades conforme està formada per una lent, una suport... És el dissenyador el que decideix quin nivell d'aprofundiment vol en la definició.

El model conceptual és compatible amb la gestió de conjunts de recursos per aquells casos que es consideri necessari.

El prototipus permet plegar i desplegar un recurs de manera que observem el nivell de detall de la descripció dels recursos que considerem necessària. Això ens ajuda també a descriure els objectes educatius.

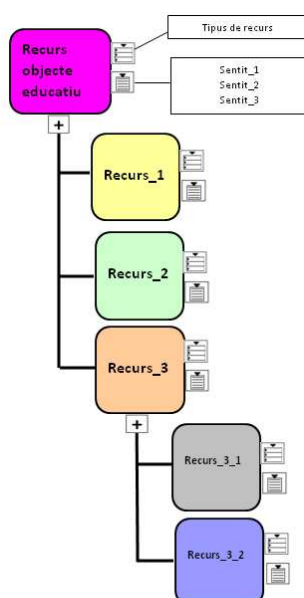


Figura 33. Objecte educatiu i recursos que pertanyen a l'objecte educatiu

Exemple de declaracions de pertinença de recursos a un recurs superior:

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2
57	46 Recurs_1_1	5 Pertany	43 Recurs_1
58	47 Recurs_1_2	5 Pertany	43 Recurs_1
59	48 Recurs_1_3	5 Pertany	43 Recurs_1

Figura 34. Declaració de pertinença a un recurs superior

Les declaracions, com podem veure a la figura anterior, ens permeten gestionar també la creació de jerarquies. El recurs_1_1, el recurs_1_2 i el recurs_1_3 pertanyen al recurs_1 (són integrants del recurs_1).

Objectes educatius a partir d'accio_canvi i conjunt_canvi_accio. Objectes definits com a procediment.

El disseny d'una activitat educativa inclou accions de percepció. Les accions de percepció tenen recursos seleccionats a input. A output hi tenen idees. Així, els objectes educatius poden ser seleccionats com a input a accio_canvi del tipus percepció. La condició per a ser seleccionat a input és que siguin un recurs. Quan es selecciona un recurs ens trobem en algunes d'aquestes circumstàncies:

- 1) El recurs és integrant d'altres recursos.
- 2) Altres recursos integren aquest recurs.
- 3) Aquest recurs no està integrat per altres recursos ni s'integra a altres recursos.

Per a cada recurs és possible consultar els recursos integrants d'aquest recurs. També és possible localitzar a declaracions els recursos on aquest recurs forma part. El programa, amb el model definit, un cop introduïdes les dades en forma de declaracions, permet calcular i mostrar els objectes integrants d'un recurs seleccionat com a input i també permet consultar els objectes dels quals el recurs seleccionat n'és integrant.

Cal recordar que, una activitat educativa, és també un recurs. A més, una activitat educativa, es pot considerar també un objecte educatiu. Els objectes educatius es seleccionen com a inputs a les accions. Així doncs, també es pot seleccionar una activitat com a input d'una acció.

Així doncs, en el model conceptual hi conviuen dues formes d'expressar els recursos integrants d'una activitat. Una manera seria la comentada anteriorment utilitzant declaracions. Definir amb declaratives que l'activitat està composta d'aquells recursos que al mateix temps, són seleccionats com a inputs a les accions que defineixen l'activitat. Una altre seria considerant les accions que defineixen una activitat (canvi_accio_integrants d'un conjunt_canvi); en aquest cas, per a localitzar els recursos integrants, es podria executar una consulta de cerca de recursos a partir dels recursos seleccionats com a inputs a cada una de les accions integrants; cal tenir present que, com a input d'una acció, només podem seleccionar recursos que són objectes educatius; no podem seleccionar recursos auxiliars; la definició de recursos auxiliars es fa amb declaracions.

Cal adonar-se que, a partir de les accions integrants d'un conjunt_canvi, seria possible automatitzar l'expressió dels recursos, els integrants dels recursos i els recursos on un recurs hi està integrat com a declaracions.

Així doncs, hi ha diversos sistemes per obtenir un llistat dels recursos. Una forma seria consultar directament a l'estructura de jerarquia expressada amb declaracions; una altre forma seria localitzar tots els recursos seleccionats a input d'una acció i llavors, per a cada un dels recursos, cercar els seus integrants i els recursos on hi estan integrats; una altre forma (s'entendrà millor quan s'hagi consultat l'apartat de definició d'un objecte educatiu com un procediment, un conjunt d'accions) seria localitzar totes les accions integrants d'un procediment (canvi_accio_integrants d'un conjunt_canvi) i llavors, per a cada una de les accions, localitzar, com explicàvem abans, els recursos que s'han seleccionat a input i, posteriorment, els seus integrants o els recursos on hi estan integrats. Finalment, ja que un procediment pot incloure altres procediments (un conjunt_canvi pot tenir conjunts_integrants també), en aquest cas, seria cercar, per a

totes les activitats les accio_canvi integrants; a continuació localitzar els recurs seleccionats a input; posteriorment cercar a declaracions on el recurs és integrant i els integrants d'aquest recurs.

És important adonar-nos que, sempre, a mesura que es van afegint nivells (objectes educatius integrats per altres objectes educatius), es podria arribar a programar que les declaracions s'introduïssin automàticament a partir de les accions. Com a mínim, per aquells recursos que no són recursos auxiliars. Així obtindríem l'expressió dels recursos que integren una activitat integrada alhora per activitats en forma de declarativa. Aquest procediment automatitzat equivaldria a que, el dissenyador, a mesura que va construint conjunts de recursos i activitats vagi fent les declaracions a la taula de declaracions.

b) Relació d'objecte educatiu i idea:

Es pot declarar que un recurs permet transmetre idees a un visitant; en aquest cas es tracta d'un objecte educatiu.

A la taula de declaracions, es contempla un tipus de relació que té com a significat: "és una idea (objecte_1) continguda en el recurs (objecte_2)". Això vol dir que, una acció de percepció sobre aquest recurs, originarà (hauria d'originar) la idea. Més endavant veurem que també es generen idees noves o intermèdies mitjançant l'acció de dinàmica interna. Aquestes idees intermèdies també es podran declarar com contingudes en un recurs o objecte educatiu.

Un exemple seria aquest:

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2
72	41 Idea_1	6 Idea conting	43 Recurs_1
74	42 Idea_2 [prerequisit coneixemer	6 Idea conting	43 Recurs_1

Figura 35. Idea continguda en un recurs

Això s'interpreta com: la idea_1 és una idea que el visitant abstruï al percebre el recurs_1. Assignar una idea a un recurs només implica que un conjunt d'accions que s'executen i on aquest recurs hi participa, originarà la idea. Cal adonar-se que Idea_1 podria ser el resultat d'una acció de dinàmica interna que emergeix a partir de la percepció del recurs_1.

Així, per a localitzar quines idees estan contingudes en un objecte educatiu, podem utilitzar la declaració un a un entre recurs i una idea. Però hi ha una altra manera; es podrien consultar les accions que originen una idea i els objectes educatius que estan a accions de percepció vinculades a aquesta idea. Cal adonar-se que, si expressem la relació entre recurs i idea (és una forma relativament senzilla d'executar) amb declaratives no sabem exactament en quin moment el dissenyador considera que es transmet la idea. En canvi, si ho fem amb accions, es pot veure exactament on s'origina aquella idea. Hi ha doncs un doble enfocament. Aquest doble enfocament possible s'origina perquè, en el cas d'accions, el que es descriu és un procediment (seqüència d'accions) que origina una idea. El procediment l'executa el visitant. En el cas de fer-ho amb declaratives no especifiquem les accions que executa el visitant. Així, és molt més informatiu definir-ho amb un procediment. Expressar-ho com a procediment permet

transformar-ho (quasi automàticament) a declaracions. En canvi , a la inversa, no és possible. Tanmateix, el cost en temps per a l'usuari és major si introdueix les accions del procediment.

Si gestionem els agrupaments de recursos amb declaracions i també gestionem amb declaracions que un objecte és portador de una idea estem resumint el procediment de diverses percepcions i dinàmiques internes i inclús tota la resta d'accions, perquè només ens fixem amb quin recurs origina finalment una idea, ignorant la definició de com ho fa; expressar-ho amb declaracions equivaldria, doncs, a un resum. I aquest resum podria ser útil per als objectius de molts dissenyadors i avaluadors de resultats.

Idees dels recursos integrants d'altres recursos:

Un recurs pot estar integrat per altres recursos. Quan un recurs no està integrat per altres recursos es diu que és un recurs extrem. Recurs extrem, és un recurs que, el dissenyador, decideix que no es fraccionarà en més recursos. Així doncs, quan es descriu una jerarquia de recursos sempre apareixen recursos extrems. En el moment en que es declara que un altre recurs pertany a un recurs extrem, aquest recurs deixa de ser extrem. Els recursos extrem poden ser portadors d'una idea. El dissenyador assigna aquesta idea al recurs extrem. Els recursos extrems han de ser percebuts amb algun dels sentits. Per a la gestió d'integrants d'un recurs consultar més amunt.

Podem saber quina és la idea que aporta el conjunt de recursos i això, a vegades, és el resultat d'accions de percepció i, en alguns casos, de dinàmica interna. El dissenyador, declara la relació un a un, entre un recurs (que pot estar integrant per altres recursos que aquests si que serien extrems) i una idea. Cal observar que, si analitzem un recurs (per exemple, la paraula poma) podríem definir la seva percepció com una seqüència d'accions de percepció de cada una de les lletres. Cada una de les lletres és portadora d'una idea. Però, per elles soles, no aporten la idea de poma. Cal observar que és necessària una acció de dinàmica interna per aconseguir la idea de poma. Una dinàmica que interpreta les 4 lletres conjuntament i a partir de la qual, emergeix la idea de poma. Així, podem afirmar que els recursos extrems percebuts amb acció percepció originen la idea de cada lletra, i llavors, amb una dinàmica interna, emergeix la idea de poma.

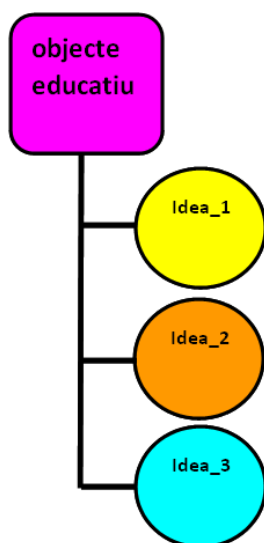


Figura 36. Idees contingudes en un objecte educatiu

A acció percepció només s’hi seleccionen recursos que son portadors d’una idea. A output de l’acció percepció s’hi selecciona alguna de les idees de les quals un recurs és portador. Observar que el recurs seleccionat no ha de ser pas un recurs extrem. Cal observar aquí que la versatilitat del model permet seleccionar el nivell de detall que vulguem. Només cal seleccionar un recurs i seleccionar la idea que volem transmetre al disseny. Així en l’exemple anterior de poma, podríem decidir utilitzar només una acció de percepció en el que input sigui “poma” i output sigui la idea de poma. Cal adonar-se que una acció de percepció porta implícita una acció de dinàmica interna.

Recordem que cal tenir expressada, mitjançant una declaració, la relació un a un entre un objecte educatiu i una idea.

Cal adonar-se també que, el model plantejat, és prou versàtil per permetre, per exemple, definir una acció de percepció on l’input de l’acció és tota l’exposició i a output hi seleccionem totes les idees que són els objectius de l’exposició. En aquest cas haver fet les declaracions de pertinença prèviament és la única manera que permetria anar a buscar sempre quin integrant del recurs (de l’exposició) és portador de cada una de les idees.

Recordem que, amb el model plantejat, els recursos auxiliars no es seleccionen directament com a input d’una acció percepció perquè no son portadors d’idees. Els recursos auxiliars d’un objecte educatiu o que apareixen a una proposta apareixen indirectament perquè els recursos o objectes educatius on aquets recursos auxiliars en son integrants han estat seleccionats a input.

c) Selecció d’objectes educatius en una acció:

Els objectes educatius es seleccionen a les accions de percepció.

A continuació es pot observar un exemple d’una acció percepció:

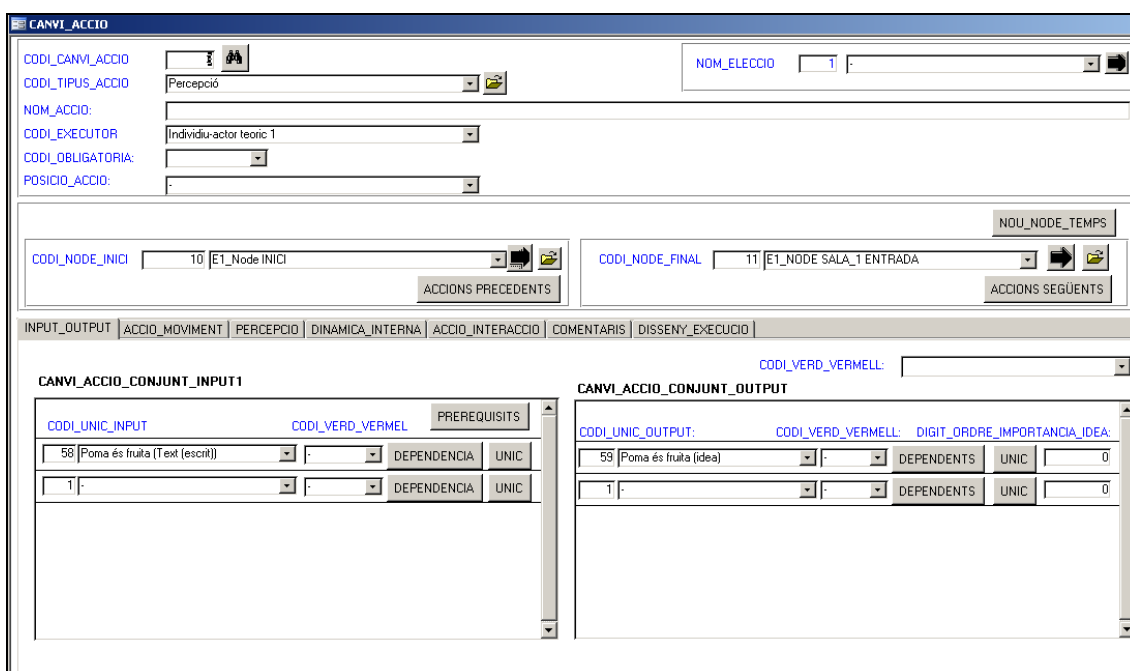


Figura 37. Objecte seleccionat a una acció de percepció

En una acció de percepció l'objecte educatiu es selecciona en el desplegable de input. La idea es selecciona en el desplegable de output. Cal tenir present que l'acció de percepció només accepta seleccionar un input.

d) Característiques físiques dels elements (recursos):

Les característiques dels recursos dissenyats són importants per arribar a assolir els objectius. Com exemple, l'aportació de Bitgood (2002), que enumera les directrius per el disseny de carteles relatives a l'extensió del text, a la proximitat física entre l'objecte i el text i el contrast de les lletres de fons... De l'adequació del disseny en depèn una bona interpretació per part del visitant. Les avaluacions permetran detectar quines configuracions poden ser més òptimes per aconseguir els resultats educatius desitjats.

Un objecte educatiu pot tenir diferents característiques. La forma, el color, l'olor el tacte... En el model es contempla la possibilitat d'incloure característiques físiques dels objectes educatius. Les característiques dels objectes educatius són atributs de la taula UNICA. S'assignen valors en aquests atributs quan el tipus de dades són numèriques. Es seleccionen opcions de les llistes d'opcions en els casos d'atributs qualitius. És possible introduir altres atributs.

A continuació es pot veure un llistat amb exemples de característiques que poden tenir els recursos.

Taula 4 Característiques físiques. Exemples

Nom	Resum
Longitud Base	Una dimensió.
Longitud altura	Una dimensió. A l'eix de les y en relació a la base.
Longitud Profunditat	Una dimensió. A l'eix e les z.
Il·luminació	
Color	Atenció perquè aquí és qualitatiu.
Text escrit. Altura de la lletra del	Pérez Santos, Eloisa.(2000)
Text escrit. Paraules per unitat de text	Pérez Santos, Eloisa.(2000)
Text escrit. Nombre unitats de text	
Text escrit. Espais en blanc	
Text parlat, pausa	
Text parlat, paraules per minut lectura típica	

Nom	Resum
Text escrit, longitud frase	
Text escrit, longitud línia	
Text escrit, contrast amb el fons	
Text escrit, Tipus de lletra	
Text escrit, capçalera	
Punt inserció_x	Utilitzat per a disposar elements a un espai. I valor que se sumarà al punt d'ancoratge declarat. Normalment el punt ancoratge declarat és 0.
Punt inserció_y	Utilitzat per a disposar elements a un espai. I valor que se sumarà al punt d'ancoratge declarat. Normalment el punt ancoratge declarat és 0
Punt inserció_z	Utilitzat per a disposar elements a un espai. I valor que se sumarà al punt d'ancoratge declarat. Normalment el punt ancoratge declarat és 0

Cal tenir present que l'estètica i el disseny gràfic dels objectes educatius té una funció important i pot ser determinant per el bon us o la utilització per arribar a l'objectiu educatiu.

e) Tipus de sentit:

Per la definició de sentits consultar també l'apartat dels sentits.

Això està relacionat amb els sentits i les sensacions. Es pot assignar a cada recurs el sentit que s'utilitzarà per a la seva percepció i això està directament relacionat amb el tipus de recurs (vista), olor (olfacte), gust , tacte...

Ja hem comentat que, les exposicions en museus, sovint, presten molta atenció a aquelles persones amb necessitats especials i per això té molt de sentit contemplar el tipus de sentit involucrat en la percepció de cada un dels objectes educatius.

f) Llistat d'objectes educatius

Un recurs o objecte educatiu es pot classificar en diferents tipologies. A la taula que es presenta a continuació es poden observar les tipologies de recursos i objectes educatius. En alguns casos, una tipologia que apareix al llistat, és un conjunt de diferents recursos que pertany a diferents tipologies. Per exemple, un audiovisual, és un conjunt d'objectes educatius format per imatges, vídeos, sons, text parlat, text escrit... Cal recordar que, un procediment, és la descripció d'un objecte educatiu mitjançant seqüències d'accions. Quan es descriu un procediment es selecciona el tipus d'objecte educatiu. Algunes

accions (de percepció normalment) són integrants del procediment (un procediment és un conjunt d'accions) i tindran un tipus d'objecte educatiu.

Taula 5 Tipologies de recursos i objectes educatius

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
90	Animals i plantes vives	Objectes educatius o activitats educatives on s'hi mostren o utilitzen animals vius. Requereixen infraestructures per a vetllar per el seu benestar.	Si
199	Aplicacions escriptori (Desktop applications)	Programes instal·lats a computadores.	No
64	Applets	Es consideren applets un tipus d'aplicacions. Una característica important és que l'usuari interacciona amb l'aplicació introduint valors o canviant paràmetres.	No
110	Audioguies	Dispositius que el visitant porta a sobre i que, al aturar-se en un punt, pot utilitzar per a consultar l'explicació relacionada amb allò que està observant en aquell moment. Com a objecte educatiu es tracta del contingut emmagatzemat a l'audioguia. L'audioguia sense considerar el seu contingut és una eina.	Si
99	Audiovisual	Objecte educatiu format per imatges, vídeos, sons, text parlat, text escrit...presentat en una seqüència comprensible per al visitant. Sovint en sales àmplies i pantalla de dimensions considerables. En alguns casos incorporen diversos projectors que treballen coordinadament.	Si
125	Auricular	El visitant utilitza uns auriculars en els que s'explica quelcom. El contingut és l'objecte educatiu. Els auriculars són una eina.	Si
134	Automatisme	Té moviment i sembla animat.	Si
3	Avatar narrador	Un avatar narrador comunica quelcom als usuaris de la l'activitat educativa. Un avatar té algun tipus de personalitat; és quelcom amb un cert grau d'humanització; sovint animat; normalment generat per ordinador.	Si
65	Avatar usuari	En alguns entorns, els usuaris podrien utilitzar el seu avatar a una institució museística virtual.	Si
188	Beacons	Sensors o balises; dispositius "sense fils" que emeten una senyal de radio de curt abast (fins a uns 50 mts.) amb tecnologia Bluetooth 4.0. Es connecten i mostren la informació al	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		dispositiu de l'usuari. Es tracta d'una eina. El contingut seria l'objecte educatiu.	
115	Biblioteca on-line	Conjunts de recursos consultables en xarxa. Munilla i Sprünker (2009).	Si
4	Blog	Els blocs tenen caràcter participatiu i fan que Internet sigui un lloc on qualsevol persona o institució, es pot expressar. Poden ser útils per a desenvolupar la tasca educativa. Són una mescla entre diari personal (aportacions de la institució) i les aportacions dels lectors.	Si
5	Butlletí (newsletter).	Les institucions poden editar un butlletí electrònic i enviar-lo als usuaris que s'hi hagin subscrit. Aquesta TIC (Tecnologia de la informació i la comunicació) normalment s'associa amb aspectes de presentació d'activitats de la institució; no tant amb aspectes educatius com de difusió de les activitats (activitats puntuals, com inauguracions, conferències, tallers o excursions; una mena d'agenda actualitzada al dia).	Si
96	Cartel·les (etiquetes)	Explicacions. Normalment relacionades amb un objecte. Ubicades prop de l'objecte de referència. Connexió visual amb l'objecte de l'etiqueta (Pérez Santos, 2000).	Si
107	Catàlegs exposicions		Si
6	Catàlegs fons exposició/ Digitalització del catàleg	La institució ha digitalitzat les col·leccions de la institució. Ha donat accés a totes les col·leccions mitjançant bases de dades en línia. El catàleg de les col·leccions s'ofereix als visitants. Un exemple de base de catàleg on-line es pot trobar a http://www.iberiagraeca.com . (data de la consulta 2022/04/15).	Si
112	Cine interactiu	Tipus de narració audiovisual en la que el públic pot modificar el guió mitjançant estructures d'hipertext. Zapatero (2007).	-
183	Codis Bidi	Els codis BIDI són bidimensionals. Formats per quadrats blancs i negres que contenen informació codificada. La informació pot ser un text, un enllaç URL etc. Per a descodificar el contingut només cal tenir un dispositiu (per exemple, un telèfon mòbil) amb càmera i una aplicació instal·lada.	Si
187	Codis QR	Els codis QR són bidimensionals. Formats per quadrats blancs i negres que contenen	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		informació codificada. La informació pot ser un text , un enllaç URL etc. Per a descodificar el contingut només cal tenir un dispositiu (per exemple, un telèfon mòbil) amb càmera i una aplicació instal·lada.	
104	Conferències		Si
66	Correu electrònic, llistes	Una proposta educativa amb llista de correu electrònic permet distribuir informació amb objectius educatius a un conjunt de persones que han decidit formar part de la llista. La informació es transmet via correu electrònic. En alguns casos es pot utilitzar perquè el visitant es posi en contacte amb un expert de la institució per a fer-li alguna pregunta relacionada amb l'espai museístic.	Si
84	Cronologia. Línia de temps dinàmica.	Ubicar quelcom en una línia de temps amb diferents graus d'interactivitat permesa.	Si
109	Cursos	Activitat. (Pérez Santos, 2000).	Si
10	Cursos on-line. Formació.	Utilitzarem aquest nom per a propostes que tenen una durada determinada. No són només una activitat puntual. En alguns casos la institució pot oferir material específicament dissenyat per a ser utilitzat per l'educació formal. Si aquest material té components TIC es considera amb aquesta definició. Hawkey, (2004), distingeix entre les aplicacions on-line i les aplicacions a la seu física del museu. On-Site learning i On-Line Learning. Vegeu també Asensio i Pol, (2002).	Si
131	Decorat	Imitació d'un espai. Escala 1:1.	Si
105	Demostracions científiques	Activitat. Pérez Santos (2000). Hi apareixen alguns consells per a dissenyar les activitats.	Si
182	Dibuix animat		Si
180	Dibuix blanc i negre		Si
181	Dibuix color		Si
117	Diccionaris electrònics	On-line, digitals. Munilla i Sprünker (2009).	Si
91	Diorama	Representació a escala i en tres dimensions d'una escena.	Si
11	Document hipertextual	Els hipervincles permeten la navegació a través d'un text. Es parla de document hipertextual quan l'ordre de lectura del document no està determinada per aquells que l'han conceptualitzat sinó que depèn de les eleccions que el lector tria a mesura que avança pel document.	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
111	Electrografia, copigrafia, fotocopia d'una obra d'art, reprografia, xerografia, copy-art.	Zapatero (2007).	Si
121	Escenificació	Recreació. El visitant no pot moure's per l'interior. A escala 1:1.	Si
13	Etiquetatge col·laboratiu	La web 2.00 permet l'etiquetatge col·laboratiu. Aquesta possibilitat pot ser explotada amb finalitat educatives. Classificació mitjançant la utilització de paraules clau.	Si
14	Experiència en moviment	Experiències per els visitants que integren diferents tipologies de TIC i també moviment del visitant. Controlat per ordinadors o software. Al Museu dels Volcans d'Olot, a la Garrotxa, hi ha una plataforma que vibra simulant un terratrèmol mentre es projecten imatges i text explicatiu en pantalla.	-
86	Experiments	S'ofereixen al visitant escenaris controlats on experimentar.	-
15	Exposició virtual	Considerem que una proposta és una exposició virtual si els usuaris poden gaudir la proposta sense estar-hi físicament presents. Sovint s'espera que les exposicions virtuals no siguin resums de les exposicions reals. No es tracta de tot el museu. Només d'una exposició. Consultar també codi 28 (itinerari virtual alternatiu).	Si
129	Facsimil; rèplica	Una reproducció fidel	Si
16	Fòrums	Un coordinador, normalment, de la institució, exerceix el paper de moderador. Al voltant d'una temàtica es realitza un debat. Classificats com a Computer mediated conferencing per Hawkey, (2004).	Si
184	Fotocomposició		Si
190	Fotogrametria	Imatges 3D d'objectes i edificis	Si
17	Gènesis de continguts web	Relació entre la institució museística i el visitant molt elevada. Utilitzada per exemple en museus d'història contemporània on els visitants es converteixen en narradors de les seves pròpies vivències. Hi ha doncs construcció de coneixement compartit entre usuaris que han viscut experiències o que aporten informació i la institució. Sovint els usuaris aporten informació en forma d'altres recursos com imatges, text. Una creació de	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		base de dades en línia és també una proposta d'aquest tipus.	
202	Gests interpretació (Codified gestures)	El visitant utilitza la gesticulació per interactuar amb l'objecte educatiu.	-
18	Gràfics	Una representació visual de dades o conceptes. La representació visual facilita la comprensió de l'usuari. Hi ha moltes tipologies de gràfics.	Si
101	Guia de mà electròniques	Multimèdia. Poden inclús determinar la posició del visitant.	Si
19	Guies dels museus o exposicions	Es poden editar per part de les institucions museístiques materials que consisteixen en una guia de les seves exposicions. L'objectiu d'un objecte educatiu que es pugui caracteritzar com a guia ha de ser ajudar a l'usuari a orientar-se per l'exposició i alhora augmentar la possibilitat de realitzar una visita amb contingut ben estructurat. Suport físic.	-
146	Gust-sabor		Si
20	Hologrames	Hologrames 3D projectats a algun espai expositiu. Al museu paleontològic de Teruel, ubicat dintre el parc Dinopolis, es pot observar un objecte educatiu amb hologrames.	Si
156	Icones	Es poden utilitzar com a significants icones (representacions) que coneix l'emissor i el receptor ja que formen part d'algun llenguatge conegut per les dues parts. Un exemple d'icona podria ser el símbol de la pau.	Si
175	Imatge alta definició, panoràmica, Fotografia color	Doncs imatges (fotografies normalment) en les que s'arriba a un nivell molt important de detall. Aquest fet fa que tinguin prou entitat per a que les considerem com a tipus de significants. Es necessita per a la seva realització càmeres especials.	Si
23	Imatge alta definició. Imatge panoràmica.	Imatges (fotografies normalment) en les que s'arriba a un nivell molt important de detall. Aquest fet fa que tinguin prou entitat per a que les considerem com a TIC. Es necessita per a la seva realització càmeres especials.	Si
179	Imatge blanc i negre		Si
51	Imatge dinàmica visible en 2D	Imatges reals; un conjunt d'imatges que es projecten (una filmació, per exemple), visible en dues dimensions per l'usuari. No s'inclou el so en aquesta tipologia.	Si
52	Imatge dinàmica visible en 3D	Imatges reals; un conjunt d'imatges que es projecten (una filmació, per exemple), visible	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		en tres dimensions per l'usuari. El visitant, generalment, utilitzarà algun objecte per a visionar les imatges. No s'inclou el so en aquesta tipologia.	
173	Imatge dinàmica visible 3D generada ordinador selectiva		Si
161	Imatge dinàmica visible en 2D, realitat,color	Imatge real; una filmació,visible en dues dimensions per l'usuari. No s'inclou el so aquí.	Si
168	Imatge estàtica visible 3D generada ordinador abstracció color.		Si
166	Imatge estàtica visible 3D generada ordinador hiperreal color		Si
167	Imatge estàtica visible 3D generada ordinador selectiva color		Si
21	Imatge estàtica visible en 2D	Real en el sentit que no està generada per ordinador. Visible 2D perquè els usuaris la veuen en dos dimensions. Exemple: Una fotografia.	Si
158	Imatge estàtica visible en 2D,pintura,color.		Si
22	Imatge estàtica visible en 3D	Real en el sentit que no està generada per ordinador. Visible en tres dimensions per els visitants. Sovint és necessari algun tipus de dispositiu per a visualitzar la imatge.	Si
160	Imatge estàtica visible en 3D, realitat,color.	Real en el sentit que no està generada per ordinador. Visible en tres dimensions per els visitants. Sovint és necessari algun tipus de dispositiu per a visualitzar la imatge.	Si
165	Imatge estàtica, visible 2d generada ordinador abstracció color		Si
40	Imatge generada per ordinador	Imatge no real. Diferents graus de realisme. Hiperrealitat quan s'intenta ser el màxim de fidel, selectives quan la definició no és tant fidel i finalment abstraccions quan la imatge respon a una interpretació.	Si
178	Imatge pixelada		Si
163	Imatge, estàtica, visible 2d generada ordinador hiperreal,color		Si
164	Imatge, estàtica, visible		Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
	2d generada ordinador selectiva color		
162	Imatge,dinàmica visible en 3D, realitat, color	Imatge real; una filmació,visible en tres dimensions per l'usuari. El visitant, generalment, utilitzarà algun objecte per a visionar les imatges. No s'inclou el so aquí.	Si
174	Imatge,dinàmica visible 3D generada ordinador abstracció		Si
172	Imatge,dinàmica visible 3D generada ordinador hiperreal		Si
170	Imatge,dinàmica, visible en 2D generada ordinador selectiva, color.	Imatge no real. Selectives quan la definició no és tant fidel i finalment abstraccions quan la imatge respon a una interpretació. És dinàmica perquè és una seqüència d'imatges.	Si
169	Imatge,dinàmica,visible en 2D generada ordinador hiperreal, color.	Imatge no real. Diferents graus de realisme. Hiperrealitat és el màxim grau de realisme amb el qual es pot generar una imatge per ordinador. El màxim de semblança amb la realitat. És dinàmica perquè és una seqüència d'imatges.	Si
171	Imatge,dinàmica,visible en 2D,generada ordinador abstracció, color	Imatge no real. Diferents graus de realisme. Abstraccions quan la imatge respon a una interpretació. És dinàmica perquè és una seqüència d'imatges.	Si
177	Imatges 360 graus banda horitzontal		Si
176	Imatges 360 graus esfera	Imatges que poden ser manipulades per l'usuari i que li ofereixen una visió de quelcom, des del punt de vista d'un observador estàtic que pot girar 360 graus. Esferes.	Si
26	Imatges interactives	Parts de la imatge es poden seleccionar. Es desplega nova informació al interactuar amb elles.	Si
87	índex	Un Índex del contingut de quelcom.	Si
194	Informació prèvia a la visita (Advance organizers)	Informació per a preparar una visita a l'exposició. Pot incloure resum dels continguts, mapes simplificats. (Screven, 1986).	Si
27	Interactiu físic	Interactius o qualsevol element que permet un elevat grau d'interacció amb l'usuari. Sovint s'esperen seqüències d'accions per part de l'usuari per a descobrir o fer-los funcionar. Reben aquesta denominació aquells objectes	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		educatius en els quals hi pot haver interacció entre l'usuari i l'objecte educatiu. Un interactiu és quelcom físic ubicat en algun punt del museu o exposició.	
60	Interactiu software	Tindran aquesta denominació aquelles propostes que s'espera la interacció de l'usuari; es diferencia d'un joc o una simulació en el fet que l'oci no és una component determinant. Hawkey (2004), distingeix entre les aplicacions on-line i les aplicacions a la seu física del museu. On-Site learning i On-Line Learning.	Si
28	Itinerari virtual alternatiu	Una proposta pot ser descrita així quan presenta certa complementarietat amb la institució física. El visitant pot visitar físicament el museu i també pot visitar el museu o les exposicions que es presenten de manera virtual. És un itinerari alternatiu perquè no és una mera còpia de la institució real. Aquesta proposta es diferencia doncs d'aquells museus virtuals que són una reproducció virtual de la institució física. Consultar codi 15 (exposicions virtuals); consultar codi 33 (museu virtual); consultar codi 42 (reconstrucció virtual del centre).	Si
29	Itineraris personalitzats , construït per usuaris	Utilitzarem aquest concepte per a caracteritzar una proposta que permet a l'usuari gestionar i construir la seva pròpia vivència d'una institució museística. L'usuari pot afegir comentaris personals, seleccionar text o imatges que vulgui veure en un futur. Totes les eleccions i personalitzacions de l'usuari queden emmagatzemades.	-
193	Joc de taula	Algunes institucions utilitzen les possibilitats dels jocs de taula o jocs de taulell	No
192	Joc d'investigació; joc de pistes.	Joc de pistes. Joc de cerca de determinada informació dintre la institució.	Si
30	Jocs interactius electrònics	Una objecte educatiu es pot considerar un joc amb objectius educatius quan hi ha interacció entre els usuaris i la proposta es presenta d'una manera clarament lúdica. Un joc té unes normes clares que l'usuari ha de saber. Un joc sovint ens presenta un resultat final. Les simulacions, que presenten unes característiques prou diferenciadores, es tracten com a objecte educatiu diferent que un	No

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		joc.	
191	Llibre de visites	Document físic on els visitants poden deixar-hi inscripcions.	Si
31	Llibre de visites electrònic	Un llibre de visites electrònic permet que els usuaris deixin els seus comentaris. Pot tenir aplicacions educatives.	Si
124	Maleta didàctica	Maletes amb contingut didàctic per a ser treballat en escoles abans, durant o després de la visita. (observat al Museu del Cinema de Girona).	Si
130	Maqueta	Doncs una reproducció d'un paisatge o edifici a escala. No a escala 1:1. Consultar codi 128 (Reconstrucció a escala 1:1)	Si
132	Marionetes		Si
32	Material didàctic multimèdia per aules escoles	Material per ser utilitzat en una aula. Normalment destinat a públic escolar. Útil en entorns educació formal també. Aquesta proposta es diferencia de curs-on line en el fet que es considera quelcom més puntual. Hawkey (2004), distingeix entre les aplicacions on-line i les aplicacions a la seu física del museu. On-Site learning i On-Line Learning.	Si
108	Materials didàctics físics (text-imatge)	Activitat.(Pérez Santos, 2000). Hi apareixen alguns consells per a dissenyar les activitats.	Si
89	Models d'un objecte	No reproducció. No és facsímil (veure rèplica). És una representació en volum de quelcom. Pot ser un model a escala.	Si
206	Museu presencial	Pot estar format per diverses exposicions relacionades o no.	Si
33	Museu virtual	Recreació virtual del Museu real. Còpia virtual del museu físic real. Usuari navega per el museu i consulta els continguts tal com apareixen al museu però ho fa des de un dispositiu electrònic. El museu virtual no implica ni modifica els continguts de l'exposició real. Veure Mancini, Federica (2008); Zapatero (2007). Consultar codi 15 (exposicions virtuals); consultar codi 33 (museu virtual); consultar codi 28 (Itinerari virtual alternatiu).	Si
127	Objecte real	Doncs una peça de museu; un objecte real.	Si
145	Olor (olfacte)		Si
34	Pàgina Web	L'objecte educatiu és una pàgina web. Consultable a través d'internet.	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
98	Panells de solapa	Tipus de cartells explicatius.	Si
97	Panells estàtics	Poden contenir text i també imatges. Composició de significants molt variats.	Si
157	Pictograma	Allò representat al pictograma té relació amb la realitat. No és completament abstracte. Un senyal de codi de circulació per exemple.	Si
122	Plafó	Bàsicament per indicar que té unes dimensions majors que un panell. Conté molta informació.	Si
102	Plànols orientació		Si
35	Podcasts	Arxiu d'àudio que l'usuari pot descarregar i reproduir. L'arxiu conté dades relatives a l'autor, la data, el tema. Els usuaris es subscriuen a diferents podcasts. Les subscripcions impliquen una gestió automàtica de les actualitzacions i de la incorporació de nous continguts. Es diferencia doncs de la descarrega d'arxius a través d'Internet.	Si
120	Presentació multipantalla		Si
85	Presentacions (slides)	Presentacions de diapositives l'usuari. Conceptes esquematitzats. Generalment utilitzat per a presentar els continguts. Diferents software pot ajudar en aquesta tasca. Propostes que consisteixen en la reproducció de diapositives. Les diapositives poden alhora contenir imatges, sons, animacions. Les presentacions poden ser dinàmiques.	Si
36	Prospectes electrònics	Un recurs que conté informació de la visita Per exemple, informació relativa a horaris, localització telèfons. Poc o nul component educatiu més enllà de la planificació de la visita.	Si
63	Qüestionaris interactius	Una proposta és un qüestionari interactiu si es demana a l'usuari que elegeixi alguna opció entre algunes possibilitats o que respongui preguntes.	-
37	Realitat augmentada. Realitat mixta.	L'usuari té un dispositiu que té una càmera incorporada. L'usuari enfoca amb la càmera i sobreposada a la imatge, apareix una reconstrucció per ordinador de l'aspecte original de l'objecte o paisatge. També es considera realitat augmentada quan a la imatge real del lloc que es veu en pantalla s'hi sobreposa informació generada amb un software determinat. També es pot considerar realitat augmentada quan allò generat	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		virtualment es fa a partir d'unes plantilles o targetes que tenen una determinada forma que una computadora interpreta i genera una imatge 3D que mostra en una pantalla. El concepte de Realitat augmentada guarda certa relació amb el concepte de fotocomposició.	
38	Realitat virtual immersiva	L'usuari interacciona completament amb el món virtual. Utilització de dispositius. Vegeu Gurri i Carreres (2003); Zapatero (2007).	Si
74	Realitat virtual no immersiva. Sistemes finestres.	Realitat virtual sense immersió. No immersiva. Es mostra un món virtual generat per ordinador generalment en algun tipus de pantalla plana. Vegeu Gurri i Carreres (2003); Zapatero Guillén, Daniel (2007);	Si
7	Realitat virtual semi-immersiva. Cave.	Basat en la retroprojecció d'imatges sobre un espai delimitat per tres murs i el terra. La visualització és mitjançant ulleres estereoscòpiques. Sensible al desplaçament de l'usuari per la reproducció. És un tipus de realitat virtual. Vegeu Gurri i Carreres (2003).	Si
128	Reconstrucció a escala 1:1	Un espai reproduït a escala original. Consultar codi 130 (maqueta).	Si
42	Reconstrucció virtual del centre	Es tracta de la "reconstrucció" virtual del Museu físic. No es tracta d'un Museu que només existeix on-line. En aquest cas parlariem més aviat d'exposició virtual. La web del Museu no intenta reproduir l'espai físic del Museu. Consultar codi 15 (exposicions virtuals); consultar codi 33 (museu virtual); consultar codi 28 (itinerari virtual alternatiu).	Si
189	Relleus	Relleus que permeten transmetre una idea de la forma de quelcom a aquelles persones que utilitzen el tacte.	Si
43	Repositoris en línia	Un espai a la xarxa on s'hi emmagatzemen arxius de tipologies diverses és un repositori en línia. Penjar vídeos a YouTube, links a Delicious, imatges al Flickr... Web 2.0. Consultar codi 48 (Streaming).	Si
106	Representacions teatrals o teatralitzades	Activitat. Pérez Santos, (2000). Explica com s'han de dissenyar les activitats.	Si
133	Retallables		Si
116	Revista electrònica		Si
79	Robots		Si
44	Servei RSS	La distribució dels continguts i informació es	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		pot portar a terme amb la sindicació de continguts(RSS). L'usuari sindicat rep informació constant i actualitzada que visualitza amb el seu navegador i l'aplicació corresponent. Com a exemple de sindicació, la Fundació Gala Salvador Dalí ofereix els continguts generats per la secció de notícies del web corporatiu.	
45	SIG per educació	Els sistemes d'informació geogràfica poden ser utilitzats per a les institucions museístiques per a presentar didàcticament dades i localitzacions geogràfiques. En aquest sentit es troben aplicacions que descriuen els itineraris relacionats amb la temàtica del museu o aplicacions que ofereixen a l'usuari la possibilitat d'ubicar els elements d'un complex arqueològic sobre un plànol. És possible consultar ubicacions que donen una idea de la presència de diferents tipologies de jaciments al territori a la web http://www.arqueoxarxa.cat/Itineraris .	Si
147	Símbol	L'objecte o recurs educatiu que es presenta al receptor no té cap mena de relació amb el significat més enllà d'allò que s'ha convingut. Un símbol de quelcom és una representació d'aquest quelcom coneguda, o suposadament coneguda per emissor i receptor.	Si
46	Simuladors	Amb una simulació s'intenta reproduir el comportament d'algun aspecte de la realitat i fer-lo comprensible a l'usuari que pren decisions en aquest entorn. El resultat de la simulació depèn de les eleccions de l'usuari sobre la simulació i els resultats de la simulació ajuden a la comprensió del fenomen o sistema a l'usuari.	-
71	Sistemes de mapeig per vídeo	Filmació mitjançant càmeres de vídeo d'una o més persones i incorporació de les imatges a una altre imatge. Es pot presentar també la possibilitat que l'usuari interactuï amb l'entorn a través de la seva imatge.	Si
72	Sistemes de realitat virtual múltiple	Combinació d'estímuls visuals, auditius, tàctils de moviments amb aplicacions de intel·ligència artificial. El món virtual sembla quasi real.	Si
73	Sistemes de telepresència	Es vinculen sensors remots amb el món real. L'usuari controla quelcom ubicat físicament en	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		un altre lloc.	
200	Smart replicas/originals	Copies digitals	-
153	Sons seqüència musical	So que no es correspon amb el llenguatge humà. Poden ser tant sons que ajuden a la presentació de la proposta com música. Considerem que un seqüència musical pot ser un significant perquè les persones, en general, associen determinades músiques amb estats.	Si
61	Sons, no seqüència musical	La utilització de sons que no es corresponen amb el llenguatge humà. Tampoc són peces musicals; poden ser sons que el dissenyador desitja que l'usuari pugui identificar en un futur (temes musicals, sons instruments, sons de la natura).	Si
155	Sons, no seqüència musical,artificials	Sons que no es poden trobar a la natura.	Si
154	Sons, no seqüència musical, naturals	La utilització de sons que no es corresponen amb el llenguatge humà. Tampoc són peces musicals. Poden ser sons que el dissenyador desitja que l'usuari pugui identificar en un futur (temes musicals, sons instruments, sons de la natura).	Si
48	Streaming	Àudio i vídeo que l'usuari no descarrega a cap dispositiu de manera permanent. L'arxiu sempre s'ubica en servidors de la institució museística o en servidors gestionats per la institució. Consulta codi 43 (Repositoris en línia).	Si
80	Tag Clouds	Força relacionat amb indexació. Un tag clau és un conjunt de paraules que apareixen dimensionades en funció del nombre de vegades que han estat categoritzades o utilitzades; per tant mostren visualment la importància dels diferents conceptes.	Si
137	Taller	Es presenta, normalment en una sala preparada expressament, a un grup d'usuaris, una activitat dirigida.	Si
113	Telemuseu	Utilitzar la televisió per presentar el museu. Zapatero (2007).	Si
49	Test de nivell	Determinats jocs que es presenten a l'usuari en forma de test. Usuari respon preguntes relacionades amb la temàtica. L'usuari es pot fer una idea del nivell de coneixement o assoliment de la temàtica. Es presenten amb una gran varietat de suports: pantalles tàctils,	-

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
		on-line.	
148	Text (escrit)	Text explicatiu en la llengua de l'usuari. Escrit o presentat sobre algun suport. Visual.	Si
149	Text (parlat)	Un text sonor en algun idioma. Una gravació d'un discurs o paraules de qualsevol llenguatge.	Si
150	Text gestual	Doncs quelcom antropomòrfic utilitza el llenguatge de la gesticulació per emfatitzar o complementar el seu discurs. Considerem que el llenguatge de la gesticulació actua de significant en tant que pot reforçar un text parlat, per exemple.	Si
151	Text, braille	Doncs els signes d'aquest llenguatge actuen de significants per a les persones que coneixen el llenguatge.	Si
152	Text, llenguatge signes	Doncs els signes d'aquest llenguatge actuen de significants per a les persones que coneixen el llenguatge.	Si
144	Textura (tacte)		Si
81	Videocast	Arxiu de vídeo que l'usuari pot descarregar i reproduir. L'arxiu conté dades relatives a l'autor, la data, el tema. Les subscripcions impliquen una gestió automàtica de les actualitzacions i de la incorporació de nous continguts. Es diferencia doncs de la descarrega d'arxius a través d'internet.	Si
83	Videoconferències	Es poden visualitzar els oradors a una pantalla.	Si
103	Visites guiades	Un guia acompanya al grup al llarg de la visita. Activitat.	Si
53	Visualisation tools	Es representen quantitats de dades complexos en un format entenedor per a l'usuari. Consultar gràfics.	-
123	Vitrina		Si
54	Web 3.0	El museu té present els Standard de la web semàntica i ofereix els seus continguts o està preparada per oferir els seus continguts.	-
55	Web càmera	El visitant pot visualitzar quelcom a temps real. Si s'espera que l'usuari aprengui quelcom segons allò que es visualitza a través de la càmera estem davant d'un recurs educatiu.	Si
114	Webquest	Proposta didàctica de recerca guiada que utilitza principalment recursos d'Internet. Munilla i Sprünker (2009).	Si

Tipologies de recursos			
Codi	Nom	Comentaris	Modelat
57	Wikis	Els wikis són llocs web formats per pàgines amb continguts proposats per els usuaris i que permeten ser editades de forma col·laborativa.	Si
58	Xarxes socials	Xarxes socials: Facebook, Twitter, LinkedIn, Digg... Els museus s'interessen per l'ús de les noves xarxes socials a Internet perquè poden relacionar-se directament amb el públic o aconseguir visitants.	Si
67	Xat (chat)	Un xat és una conversació en temps real a través de la xarxa utilitzant text escrit per part dels usuaris. S'anomena Xat room aquell xat on múltiples usuaris, que sovint s'han citat a una hora determinada, intercanvien opinions en temps real. Classificats com a Computer mediated conferencing per Hawkey (2004).	Si
135	Xerrades informatives	Petites xerrades al visitant abans de començar una visita al mig de la visita.	Si

És actualització de Bosch-Bonacasa, (2013). Elaboració pròpia a partir de diverses referències. Hawkey (2004); Hooper-Greenhill (1999); Báscones i Carreras (2008); Screven (1986); Bitgood (1994); Allen et al.,(2008); Charitonos (2010); Asensio i Pol (2002); Munilla i Sprünker (2009).

Es pot seleccionar, tal com observem a la figura següent, el tipus d'objecte educatiu quan definim l'objecte com un procediment.

Figura 38. Selecció del tipus d'objecte educatiu

5.2.14 Eines

Una eina és un objecte (recurs). Per executar les accions de producció, les accions d'interacció i algunes accions de percepció s'utilitzen eines. Les eines es seleccionen com a input al formulari de l'acció. Per exemple, a una acció de producció es selecciona llapis i paper com a input per indicar que s'utilitzen per executar l'acció (a output es selecciona la producció). Un altre exemple: a una acció de percepció es selecciona una audioguia perquè volem especificar que cal que l'usuari sàpiga utilitzar-la. Cal adonar-se que, una acció de percepció, en certa manera és el resultat d'una interacció entre l'objecte educatiu i el visitant que l'observa. Pel que fa a les accions d'interacció que s'executen a un interactiu (un mapa d'una zona amb botons que permeten il·luminar algunes localitzacions, per exemple) es pot seleccionar l'interactiu a input com a eina ja que és quelcom amb el qual l'usuari interacciona.

L'avantatge de seleccionar les eines a input és que ens permet -utilitzant els formularis de prerequisits- especificar quins prerequisits són necessaris per a poder utilitzar cada eina. Per exemple, per a poder utilitzar un ordinador cal saber fer anar el ratolí (prerequisit habilitat relacionat amb l'eina). Així distingim entre l'element com objecte educatiu i l'element com eina.

Una eina és recurs perquè existeix físicament però perquè un recurs sigui una eina cal que sigui un objecte necessari perquè hi hagi una acció de les tipologies que hem dit (producció, interacció, percepció). Com hem comentat: una audioguia (o un telèfon mòbil) és una eina. Es necessita saber polsar botons, gestionar el volum del so... Alhora una audioguia té uns continguts (des del punt de vista dels continguts es tracta d'un recurs que és objecte educatiu). Una audioguia, és doncs una eina que és portadora d'un contingut educatiu; el contingut educatiu l'especifiquem quan el definim com objecte educatiu. Així, finalment, una audioguia pot aparèixer com a eina però també com a activitat o objecte educatiu. Quan ens referim a objecte educatiu portador d'un contingut podríem anomenar-la, per a distingir de l'eina, audioguia + el contingut de l'activitat educativa (contingut audioguia visita Ullastret , per exemple).

La utilització d'una eina, doncs, pot tenir prerequisits d'habilitat. Un objecte (per a poder ser utilitzat o interpretat) pot tenir també prerequisits d'habilitat. (per exemple: saber llegir és necessari per a poder llegir un text d'una cartela). Per això podem trobar prerequisits d'habilitat en les accions de percepció (associades al recurs), en les accions d'interacció (associats a una eina o a un recurs) i en les accions de producció.

El dissenyador de l'activitat educativa decideix si seleccionar les eines com a inputs d'una acció. Normalment, s'incorporaran al disseny i a l'avaluació de l'execució, només si el dissenyador està interessat en avaluar els prerequisits d'habilitats del visitant per a utilitzar l'eina. Per exemple, volem determinar si els visitants tenen el prerequisit habilitat que s'exigeix per interaccionar amb una pantalla tàctil perquè desconèixer aquesta habilitat podria significar que el visitant no interacciona amb l'objecte educatiu. En molts casos no caldrà que el dissenyador especifiqui l'eina que s'està utilitzant. Però el prototipus i el model conceptual que definim ho permet.

Per a les accions de percepció i les accions d'interacció, una eina és un recurs amb el qual l'usuari hi pot interaccionar d'alguna manera per a mostrar el seu contingut.

Les eines, al model conceptual es consideren recursos seleccionant tipus de recurs eina. Si es selecciona com a input vol dir que l'eina s'utilitza.

Taula 6 Exemples de tipus d'eines

Codi	Nom
110	audioguia
195	Ordinadors desktop or laptop
198	Càmera digital, àudio o vídeo.
196	Pissarra interactiva
197	Tableta

Implementació:

Mitjançant declaracions es declara que un únic és una eina. Llavors es selecciona l'eina en una acció.

L'eina es pot seleccionar com a input a una acció:

The screenshot shows a software interface for defining an action. The main form includes fields for:

- CODI_CANVI_ACCIO**: [Icons]
- CODI_TIPUS_ACCIO**: Producció
- NOM_ACCIO**: [Empty]
- CODI_EXECUTOR**: Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA**: 1
- POSICIO_ACCIO**: E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1
- NOM_ELECCIO**: 1
- CODI_NODE_INICI**: 53 1
- CODI_NODE_FINAL**: 54 2

 Below the main form are two tables:

- CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1**: A table with columns for CODI_UNIC_INPUT, CODI_VERD_VERMEL, and PREREQUISITS. It lists 'Idea 1' (41), 'Eina 1' (55), and '1' (1) as prerequisites.
- CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT**: A table with columns for CODI_UNIC_OUTPUT, CODI_VERD_VERMELL, DIGIT_ORBRE_IMPORTANCIA_IDEA, and UNIC. It lists 'Recurs A' (92) and '1' (1) as outputs.

Figura 39. Eina seleccionada a input d'una acció de producció

Es poden introduir els prerequisits habilitat necessaris per utilitzar una eina al formulari de prerequisits.

Figura 40. Prerequisits habilitat d'una eina

Representació visual:



Figura 41. Representació visual d'una eina

5.2.15 Produccions dels visitants

Una producció (learning output) és el material, producte o objecte dissenyat, desenvolupat o executat durant l'acció (Botturi 2006). Una producció és un recurs que no existia prèviament a l'acció i que és resultat (output) d'una acció. En educació formal, un estudiant produeix, per exemple, text escrit, text parlat o objectes. En una activitat educativa d'una institució museística, com una exposició, no és tant freqüent que el visitant produeixi un recurs. Tanmateix, hi trobem exemples, com quan es demana al visitant que deixi una frase o un dibuix o un vídeo explicant alguna experiència o testimoni d'uns fets.

Així doncs, una producció és un recurs. Un recurs existeix al món físic. Recordem que un recurs pot ser de diverses tipologies (recurs auxiliar, recurs objecte educatiu, recurs eina). Per tant, les produccions poden ser objectes educatius portadors d'idees o poden ser recursos auxiliars no portadors d'idees; podrien, inclús, ser eines si posteriorment s'utilitzen com a eines.

En el cas que les produccions siguin objectes educatius (la producció d'un guia de l'exposició per exemple) aquestes podran actuar com a input d'una acció de percepció

del visitant, per exemple. Un altre exemple seria quan un actor (persona, individu, visitant) diu una frase; la frase seria un recurs que existeix momentàniament al món físic i que, si és percebut, transmet un significat, una idea, al receptor.

Les produccions poden ser recursos estàtics o dinàmics. Consultar les definicions de recurs estàtic i recurs dinàmic quan parlàvem d'objecte educatiu.

Cal observar que molts dels recursos presents en una activitat educativa es poden considerar produccions executades amb anterioritat a l'inici de l'execució de l'activitat. Així doncs, una característica per a distingir quins recursos reben el nom de produccions és que aquests recursos han d'haver iniciat la seva existència a partir d'una acció de producció que ocorre durant l'execució de l'activitat.

Implementació:

Es declara que un registre únic és una producció. A input d'una acció de producció s'hi poden seleccionar recursos auxiliars, eines i idees. Aquests elements es poden seleccionar a input per a definir l'acció de producció. Alhora eines i idees poden tenir prerequisits d'habilitat o prerequisits de coneixement.

Una acció de producció. Allò produït, en el cas de l'exemple que es mostra a la següent figura, és un recurs. El recurs es selecciona al subformulari output de l'acció.

Figura 42. Acció de producció. Output de l'acció.

Representació visual:



Figura 43. Representació visual d'un recurs tipus producció

5.2.16 Execucions. Efectes inesperats

A l'apartat idea es defineix side effect o efecte inesperat com una idea no prevista pel dissenyador. Però hi pot haver quelcom inesperat apart d'una idea no contemplada al disseny de l'objecte educatiu; side effect podria ser, també, qualsevol acció executada no prevista inicialment. Side-effect podria ser també un procediment d'execució o part d'una execució (en tant que seqüències d'accions). En aquest cas podem modelar allò inesperat si ho expressem com accions.

Les accions no contemplades a les opcions (les opcions es definiran en apartats posteriors) es poden modelar també com accions inesperades; per exemple, podria estar contemplada en el disseny l'acció de moviment de a A a B pensant que tothom fa mes o menys això però s'observa que els visitants van cap a C amb una gran freqüència i no era un desplaçament explicitat perquè no es considerava lògic. Això es pot introduir com a acció inesperada. Això ens porta també a considerar que, en certa manera, no és necessari introduir tantes opcions de recorregut com possibilitats (no caldria fer totes les permutacions entre totes les posicions possibles), segurament, es podrien definir les més probables i detectar com a inesperat si s'observa alguna cosa no calculada.

El model conceptual ha de permetre qualificar una acció com a inesperada i descriure-la. Al formulari de l'acció hi ha la possibilitat de seleccionar una acció com a inesperada. Així mateix, tots els outputs de les altres accions es poden també classificar com a inesperats.

The screenshot shows a window titled "CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT". At the top, there are three labels: "CODI_UNIC_OUTPUT:", "CODI_VERD_VERMELL:", and "DIGIT_ORDRE_IMPORTANCIA_IDEA:". Below these are three input fields. The first field contains "92" and "Recurs A". The second field contains "Inesperat" and has a dropdown arrow. The third field contains "DEPENDENTS", "UNIC", and "0". Below these fields is a larger dropdown menu with a list of options: "-", "VERD", "VERMELL", and "Inesperada". The "Inesperada" option is currently selected and highlighted in black.

Figura 44. Selecció d'un recurs com a producció inesperada

5.3 Tractament de l'espai i el temps

En aquest apartat s'aprofundeix en el concepte d'espai i de temps. Potser els conceptes més problemàtics i difícils d'incorporar al model conceptual. Es reflexiona i s'explica la seva implementació al prototipus. També es reflexiona sobre la seva representació visual.

Pocs dels llenguatges analitzats fan referència a l'espai. Botturi (2006), per exemple, fa referències al lloc on es produeix l'aprenentatge formal, com una aula o un laboratori, però no a les característiques físiques ni dimensions d'aquest espai ni a la distribució dels objectes educatius. Altres autors utilitzen el concepte d'ambient (environment) per definir el lloc on ocorre l'activitat educativa (Koper 2001).

Tal com hem comentat l'espai (la distribució dels elements a l'espai, els recorreguts dels visitants) és un concepte clau en moltes de les activitats educatives pròpies dels museus. Hi ha diferents conceptes relacionats amb l'espai que cal tenir present en una exposició: les magnituds relacionades amb els accessos, la tipologia de museu, la facilitat de la visita, els serveis que es posen a disposició del visitant i les característiques relacionades amb les dimensions dels diferents elements expositius (Pérez Santos 2000).

A Bosch-Bonacasa (2020), es va constatar que cap dels llenguatges ni software analitzats contemplava l'espai tal com s'utilitza en exposicions o activitats educatives que ofereixen els museus

Així que, en aquesta tesi, ens interessa poder modelar la ubicació dels elements (objectes educatius, recursos) i la definició de les dimensions d'aquests elements. En una exposició museística, la distribució dels objectes educatius és, sovint, en diferents punts de l'espai. En una exposició museística el visitant es desplaça físicament per l'exposició i els objectes educatius sovint es troben distribuïts en diferents sales (això és quelcom que rarament trobem en educació formal). Degut a aquestes característiques hi ha grans dificultats per a l'investigador que intenta descriure l'espai i la distribució dels objectes educatius en aquest espai d'una manera formal. Així, analitzar les característiques de l'espai i el temps en un entorn expositiu presenta una gran dificultat per a l'investigador (López, 2005).

L'espai condiona els recorreguts dels visitants i influeix en el temps que durarà l'activitat educativa (la visita).

La ubicació dels objectes educatius a l'espai de l'exposició es pot representar sobre un plànol. A algunes exposicions els objectes educatius es distribueixen per ser percebuts de manera seqüencial. En altres, el visitant efectua la visita d'una manera no seqüencial; en aquest cas l'usuari gaudeix de major llibertat per elegir el seu propi recorregut. Segons (Hooper-Greenhill 1999) ambdós sistemes poden oferir bons resultats.

Es poden identificar patrons de circulació mitjançant l'observació dels visitants. L'existència d'aquests patrons de circulació ens permeten abordar el tractament de l'espai des d'un punt de vista quantitatiu (Hooper-Greenhill 1999). Els dissenys de les exposicions es fan, així, sovint, intentant definir una patrons de circulació. Malgrat tot, poques vegades els visitants segueixen aquests circuits de disseny (Asensio i Pol 2002). Una de les avaluacions que es pot portar a terme és l'estudi de la circulació dels usuaris

mitjançant tècniques d'observació (Pérez Santos 2000). Ho tractarem a l'apartat d'avaluacions.

Pel que fa al temps, una de les accions que definirem és la de percepció; es pot assimilar la percepció a l'observació de l'objecte educatiu. La duració de l'observació ens informa del temps dedicat a cada un dels objectes educatius. Es pot mesurar aquest temps que es dedica a cada un dels objectes educatius (Asensio i Pol 2002). De mitjana, els usuaris dediquen 9 segons a cada un dels elements d'una exposició (Asensio i Pol 2002).

Així doncs, el disseny d'una exposició s'ha de fer atenent l'ordre de presentació dels objectes educatius, i pensant en el temps que els visitants dedicaran a recórrer l'exposició i quina serà la distribució del temps entre les diferents unitats expositives.

5.3.1 Espai, posició

El model conceptual permet definir la distribució dels elements a l'espai, el recorregut previst en el disseny de l'exposició o activitat educativa, els recorreguts observats durant una vista (en la fase d'execució) i l'obtenció de patrons de circulació (que seria la superposició dels recorreguts observats).

El recorregut de disseny és un concepte important. Una exposició o activitat educativa es pot dissenyar per a ser recorreguda d'una manera determinada. Sovint, els objectes educatius es presentaran al visitant en una seqüència prevista per el dissenyador. Tanmateix, molts museus i moltes exposicions no desitgen presentar uns recorreguts predefinits i, en aquest cas, el visitant elegeix segons els seus criteris entre els objectes educatius que s'hi ofereixen. Per això, la representació visual elegida i el model permeten modelar exposicions educatives o activitats educatives que tenen parts del seu contingut que depenen d'una seqüència determinada i parts que tenen un recorregut més obert.

El model proposat permet comparar el recorregut previst en el disseny amb el recorregut realment executat per un visitant. Això es podria fer també sobreposant els dos recorreguts expressats en un plànol. El model permet també comparar els patrons de recorregut més freqüents amb el recorregut de disseny previst. A la definició de l'acció moviment es desenvoluparà tot allò relacionat amb el moviment i la posició del visitant (o dels diferents actors) a l'espai.

El model permet també analitzar moltes altres qüestions relacionades amb l'espai i el recorregut del visitant.

Si es localitzen els objectes educatius i recursos a l'espai, cal considerar que els objectes atrauen l'atenció del visitant. El visitant els detecta des d'una certa posició.

Posició:

Els recursos i objectes educatius estan ubicats a una posició. Una posició pot ser un registre únic amb la descripció de la posició. Per exemple, “la posició de l’objecte educatiu A”. Això és suficient per a molts dissenyadors. Tanmateix, un registre també pot venir definit per uns atributs de posició on s’hi introdueixen valors de coordenades absolutes; també es pot expressar una posició de manera relativa respecte una altre posició. Aquesta versatilitat que proposem, permet al dissenyador expressar la posició dels objectes educatius amb la precisió que li convingui per el seu disseny.

Mitjançant declaracions es poden gestionar jerarquies de posicions. Per exemple: la posició de l’objecte educatiu A està inclosa dintre la posició SALA 1. Així, diversos objectes educatius poden estar a la mateixa posició; per exemple: tots els integrants d’una vitrina B, per simplificar l’entrada de dades, es podrien declarar que estan a la mateixa posició “posició vitrina B”. Això ho decideix el dissenyador i ho fa segons la precisió que necessita per el seu disseny i les posteriors avaluacions. A més precisió més dificultat en l’entrada de dades.

Es poden introduir les posicions amb declaracions.

CODI_DECL	CODI_OBJEC	UNICA.NOM_UNIC	CODI_TIPUS_DECLARACIO	NOM_DECLARACIO_TIPUS	CODI_OBJEC	UNICA_1.NOM_UNIC
91	70	E1 Posicio Sala 2 RECURS 2_1	5	Pertany	6	Posició, és una
38	33	Posicio_2	5	Pertany	6	Posició, és una
39	34	posicio_1_1	5	Pertany	6	Posició, és una
40	35	Posicio_1_2	5	Pertany	6	Posició, és una
41	36	Posicio_1_3	5	Pertany	6	Posició, és una
42	1	-	5	Pertany	6	Posició, és una
85	64	E1 Posicio INICIAL	5	Pertany	6	Posició, és una
86	65	E1 Posicio SALA_1 ENTRADA	5	Pertany	6	Posició, és una
87	66	E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1	5	Pertany	6	Posició, és una
88	67	E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2	5	Pertany	6	Posició, és una

Figura 45. Posicions

Com dèiem, per recursos (i objectes educatius) és possible expressar la posició relativa a una altre posició. Per a fer-ho, es selecciona la posició des de la qual volem expressar la posició relativa. Llavors, es pot introduir la distància relativa (per a cada eix de coordenades) a aquesta posició. Llavors, es pot calcular (automàticament) la posició absoluta en un moment determinat. El resultat és la posició de l’objecte. La posició, així, ens permet ubicar els diferents elements a l’espai en relació a un punt conegut.

UNICA

CODI_UNIC:

NOM_UNIC:

COMENTARIS:

TXT_UNIC:

PERFIL CAMPS | ACTOR_CAMPS | POSICIO

POSICIO_RELATIVA_A_CODI_UNIC:

POSICIO_X: POSICIO_DISTANCIA_X:

POSICIO_Y: POSICIO_DISTANCIA_Y:

POSICIO_Z: POSICIO_DISTANCIA_Z:

Registro: 33 de 444

Figura 46. Posició relativa a una altre posició

No és molt comú en una activitat educativa, però, si un objecte es mou, es podria modelar introduint una acció de moviment i seleccionant l'objecte al codi_unic_mogut. Llavors es pot actualitzar la posició de l'objecte en coordenades absolutes després de cada moviment. Es perden les relatives i es deixen les absolutes que coincidirien amb els valors de la posició final.

Així doncs, els objectes que estan a una posició i , en alguns casos, poden canviar d'una posició a una altre. Els objectes es poden expressar amb pertinences com a conjunts d'altres objectes i , pel que fa a la posició, en alguns casos, es pot suposar que la posició del pare és també una posició per els fills.

Les posicions equivalen a nodes independents dels node temps. Els node posició tindran la seva representació visual. Llavors es podrà expressar visualment (gràficament), per a cada element, la seva posició en un node_temps determinat.

Cal interpretar la posició com un volum. Un volum de diferents dimensions. La unitat mínima podria ser la coordenada. La coordenada expressa el centre de l'objecte educatiu.

La posició és també un atribut dels visitants. Les accions ocorren en una posició o són un canvi de posició (acció de moviment). Totes les accions poden tenir entrada la posició on té lloc l'acció a l'atribut corresponent. Quan un visitant executa una acció de moviment, canvia entre posició inici i posició final.

Una posició es pot representar visualment com es representa a la figura següent.

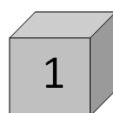


Figura 47. Representació visual d'una posició

També podria representar-se sobre el plànol.

Un canvi de posició tindria a més dels node_temps_inici i el node_temps_final els node_posició_inici i el node_posició_final.

Un exemple d'acció moviment amb el node_temps_inici i node_temps_final de l'acció es pot veure a la figura següent.

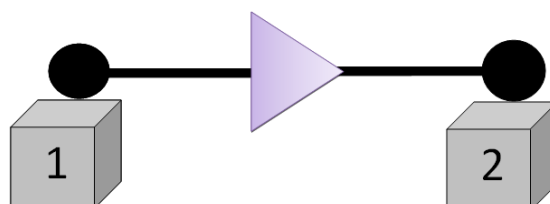


Figura 48. Representació visual d'una acció amb dos node posició

Quan no hi ha canvi de posició s'utilitza l'atribut posició_accio per a definir, en les accions que no són de desplaçament, en quin lloc ocorre l'acció. En quina posició.

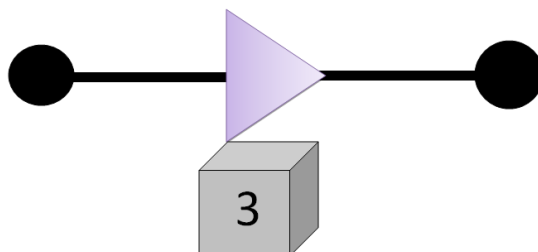


Figura 49. Representació visual d'una acció que ocorre en una posició

Un procediment és una seqüència d'accions. Un procediment incorpora accions de moviment i per tant, el canvi de posició del visitant.

Com comentàvem, les accions s'executen en una posició. Les accions tenen un atribut on s'hi selecciona una posició. La posició seleccionada és la posició on ha ocorregut l'acció. Per exemple, l'acció de percepció d'un objecte educatiu té seleccionada una posició on ocorre la percepció: "la posició on s'executa la percepció de l'objecte educatiu A"; cal adonar-se que aquesta posició no és, necessàriament, coincident amb la posició de l'objecte.

Una acció de moviment implica anar de una posició inicial a una posició final. Però no implicar aturada a cap de les dues posicions. Consultar acció de moviment.

Figura 50. Posicions inici i final seleccionades a una acció de moviment

Aturada a una posició i pas per una posició són doncs, dos conceptes diferents. L'atribut posició_accio del formulari ACCIO indica si l'executor de l'acció s'ha aturat en una posició. Si no hi ha cap valor seleccionat es tracta d'una acció on l'executor canvia de posició. Es tracta d'una acció de moviment. Les accions de moviment no tenen un valor seleccionat a posició acció.

En el cas que un individu s'aturi sense executar cap acció, l'aturada es pot representar amb una acció auxiliar que tingui una posició seleccionada a posició_accio.

The screenshot shows a software window titled 'CANVI_ACCIO'. It contains several input fields:

- CODI_CANVI_ACCIO:** A text box containing '2E' and a small icon.
- CODI_TIPUS_ACCIO:** A dropdown menu with 'Percepció' selected and a small icon.
- NOM_ACCIO:** A text box containing 'Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 de Recurs_2 amb output Idea_2'.
- CODI_EXECUTOR:** A dropdown menu with 'Individu-actor teoric 1' selected.
- CODI_OBLIGATORIA:** A dropdown menu with a hyphen '-' selected.
- POSICIO_ACCIO:** A dropdown menu with 'E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2' selected.

Figura 51. Selecció de posició on ocorre una acció de percepció

La duració de l'aturada a una posició determinada seria la duració en temps de totes les accions consecutives que tenen seleccionada la mateixa posició a posició_accio.

Així doncs, la diferència entre posició de pas i posició d'aturada seria que les posicions de pas es seleccionen a posició inici i posició final d'una acció de moviment, mentre que la posició aturada s'indica a posicio_accio d'una acció qualsevol (per exemple, la posició on té lloc una acció de percepció).

5.3.2 Temps

En relació a modelitzar el temps el concepte de granularitat és important. Granularitat expressa la unitat de temps mínima que utilitzem per expressar les accions. El model contempla l'expressió del temps en segons. També en minuts, en hores i en dies.

Les accions tenen una duració. Com veurem, als atributs node temps de les accions (node_temps_inici i node_temps_final) s'hi selecciona un node temps prèviament introduït.

El node_temps_final es pot expressar de manera relativa a un node_temps_inici. Això serà especialment útil en el disseny del procediment (disseny de l'activitat o objecte educatiu com un conjunt d'accions). Al disseny, desconexem, en molts casos, la seqüència d'accions que executarà el visitant. Per això, és útil poder expressar les duracions segons un node relatiu inici. Quan es tracta d'execucions, en canvi, els node temps ja adquireixen un temps t determinat. En les avaluacions de paràmetres relacionats amb el temps, podem conèixer les duracions mitjançant l'observació o podem apuntar els temps inici i temps final d'una acció i calcular la duració. A les diferents accions s'explicarà com seleccionar els node temps.

Més amunt, al parlar d'objectes estàtics i objectes dinàmics, es definia que inici_vigència i final_vigència de l'existència d'un objecte es pot definir mitjançant una declaració. Les accions que utilitzen objectes (com una acció de percepció) tenen node_temps_inici amb correspondència a l'existència de l'objecte definida amb declaratives. D'alguna manera cal poder expressar que hi ha coincidència entre l'existència de l'objecte, l'acció de percepció i que, a més, l'acció de percepció té una duració coincident, com a mínim, amb l'existència de l'objecte.

A un node_temps hi ha una observació discreta (no té duració encara) que es relaciona a un rellotge extern (observacions respecte un temps conegut). Per determinar una duració cal una segona observació en un node_temps posterior (que coincideix amb la següent

observació discreta del rellotge extern). Per expressar que un objecte observat (O1) per primera vegada en el temps discret t1 i per darrera vegada a t2 i que hi ha un altre objecte que ha aparegut quan O1 ha desaparegut ho definim com que O2 és observat discretament a t2 per primera vegada.

Així, des del punt de vista discret (sense duració) s'expressa que han conviscut els dos elements. Cal acceptar l'abstracció que l'observació en un node és discreta i no té duració. Es podria utilitzar el símbol d'interval obert al node_inici i interval obert al node_final perquè les duracions calculades continuïn funcionant matemàticament.

Tots els objectes tindran, com a mínim, una existència en la que es seleccionarà a node_temps_inici un t1 i a node_temps_final un t2 tals que, la resta entre t2 i t1 doni, com a mínim, la granularitat mínima (un segon en el model definit en aquesta tesi). A partir d'aquesta definició d'existència ja es pot descriure la percepció i tot allò que faci referència al temps.

El node_temps el crea l'observador (el dissenyador, l'usuari). La selecció del node_temps a una acció també la fa l'observador. Ho fa com si observés simultàniament un rellotge extern.

Les unitats de la observació son dia, hora, minut i segon i per tant la granularitat (unitat mínima de temps del model) és d'un segon. Així, una acció de dinàmica interna (fenòmens que ocorren dintre el sistema nerviós de l'individu) tindrà una duració mínima d'un segon encara que pugui ser molt més ràpida a la realitat però no és necessari per aquest model que proposem. Totes les accions tindran una duració mínima d'un segon en aquest model. Això és adequat i suficient per acomplir l'objectiu de la tesi.

En l'apartat en el que definim les diferents accions hi ha moltes més reflexions sobre el temps. S'hi parla de l'equivalència entre dos node temps; del càlcul de valors absoluts en l'execució; de la calculadora d'entrada ràpida de node temps i de la duració.

TAULA_NODE_TEMPS	
CODI_NODE_TEMPS	<input type="text" value="7"/>
NOM_NODE_TEMPS	NODE_1_2_1 (final acció desplaçament)
CODI_TIPUS_NODE_TEMPS	3 Node intermig
CODI_NODE_TEMPS_RELATIU	4 NODE 1_2 (inici acció desplaçament)
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_ANY	<input type="text" value="0"/>
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_MES	<input type="text" value="0"/>
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_DIA	<input type="text" value="0"/>
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_HORA	<input type="text" value="0"/>
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_MINUTS	<input type="text" value="0"/>
DISTANCIA_A_NODE_TEMPS_RELATIU_SEGONS	<input type="text" value="5"/>
DATA_ABSOLUTA:	<input type="text"/>
NODE_TEMPS_ANY	<input type="text" value="0"/>
NODE_TEMPS_MES:	<input type="text"/>
NODE_TEMPS_DIA	<input type="text" value="0"/>
NODE_TEMPS_HORA	<input type="text" value="0"/>
NODE_TEMPS_MINUTS	<input type="text" value="0"/>
NODE_TEMPS_SEGONS	<input type="text" value="0"/>
Registro: 7 de 101	

Figura 52. Formulari per expressar un node temps respecte a un altre node temps

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following fields and sections:

- Top Section:**
 - CODI_CANVI_ACCIO:** [Empty]
 - CODI_TIPUS_ACCIO:** [Percepció]
 - NOM_ACCIO:** [Percepció Recurs B Idea_2]
 - CODI_EXECUTOR:** [Individu-actor teoric 1]
 - CODI_OBLIGATORIA:** [Empty]
 - POSICIO_ACCIO:** [Empty]
 - NOM_ELECCIO:** [3 Eleccio 1]
- Node Selection:**
 - CODI_NODE_INICI:** [42 R_NODE_1_INICI_B]
 - CODI_NODE_FINAL:** [71 R_NODE_1_FINAL_B]
- Buttons:** [NOU_NODE_TEMPS], [ACCIONS PRECEDENTS], [ACCIONS SEGÜENTS]
- Navigation Tabs:** INPUT_OUTPUT | ACCIO_MOVIMENT | PERCEPCIO | DINAMICA_INTERNA | ACCIO_INTERACCIO | COMENTARIS | DISSENY_EXECUCIO
- Left Panel (CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1):**
 - CODI_UNIC_INPUT:** [93 Recurs B]
 - CODI_VERD_VERMEL:** [Empty]
 - PREREQUISITS:** [Empty]
 - DEPENDENCIA:** [Empty]
 - UNIC:** [Empty]
- Right Panel (CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT):**
 - CODI_UNIC_OUTPUT:** [42 Idea_2 (prerequisit coneixement)]
 - CODI_VERD_VERMEL:** [Empty]
 - DIGIT_ORDRE_IMPORTANCIA_IDEA:** [Empty]
 - DEPENDENTS:** [Empty]
 - UNIC:** [Empty]

Figura 53. Una acció ocorre entre un node inici i un node final

Precedències i dependències:

Totes les accions i esdeveniments precedents a un node_temps (que és també el node_temps_inci d'una acció) es poden interpretar com a possible causa de l'acció. La representació visual de la precedència es fa amb fletxes de precedències. Les fletxes de precedència serveixen per ordenar accions relacionades. La precedència es pot saber a partir de l'observació dels node temps de les accions. Les accions que tenen node temps anteriors a unes altres són, així, precedents.

La dependència, en canvi, implica que una acció cal que ocorri perquè una altre pugui ser executada a continuació. Per a la representació visual d'una dependència s'utilitza un tipus de fletxa blava que va entre un output i un input de diferents accions.

Cal distingir doncs entre precedència i dependència. La ordenació temporal no implica la dependència. La dependència s'ha d'expressar amb una relació de dependència directament. La precedència es pot fer calculant a partir dels node_temps seleccionats. També es podrà identificar la precedència i la dependència a la representació visual.

Al introduir les dades d'un procediment al formulari corresponent (un conjunt d'accions que s'executen sobre l'objecte educatiu o activitat educativa) indiquem en el model, les dependències (sovint queden implícitament). L'obligació de fer alguna cosa per poder executar la següent queda implícita perquè s'utilitzen output de l'acció anterior com a inputs de l'acció següent.

Amb la introducció dels node de temps s'indica la precedència temporal. Els node temps estan ordenats entre ells.

L'obligació d'execució d'una acció es pot introduir també a l'atribut corresponent. Hi pot haver accions independents de la resta (que no tenen dependència amb altres accions) però que sigui obligades executar-les; l'obligació d'executar l'acció i la dependència d'una acció cap una acció precedent, s'han de poder expressar de manera diferent. Més avall s'amplien les reflexions al voltant d'obligacions i s'especifica la seva representació visual.

Es poden agrupar accions coma a dependències d'una acció. Les fletxes de dependència indiquen la necessitat d'haver executat prèviament alguna acció abans de poder executar l'actual. Gràficament es representa amb fletxes que uneixen nodes. Internament es calcula directament buscant inputs i outputs coincidents entre accions i afegint accions de moviment fins a la posició on executar l'acció.

Precedències:

Els node temps es poden ordenar a la taula d'equivalències entre nodes. Cal tenir present que no tots els node temps tenen un valor en el disseny. També cal tenir present que es poden expressar uns node_temps de manera relativa a uns altres node_temps. Es poden introduir les dades de manera manual. Es poden ordenar tots els node_temps entre ells. Es pot posar que dos node_temps són equivalents (tenen el mateix valor de temps). Es pot posar que un node_temps és anterior i també que un node_temps és posterior a un altre node.

CONJUNT_NODES_TEMPS_EQ		
CODI_NODE_ACCIO_ANTERIOR	CODI_ORDRE_RELATIU:	CODI_NODE_ACCIO_POSTERIOR
26 E1_NODE_SALA_4 SORTIDA	2 és igual a	17 E1_NODE_SALA_2 RECURS_2_1
1 -	3 és anterior a	1 -
1 -	1 -	1 -

Figura 54. Formulari per a la gestió de ordre i equivalència entre nodes

A la representació visual els node_temps queden ordenats si llegim la representació d'esquerra a dreta. Podem utilitzar el formulari conjunt_nodes_temps_eq per especificar, quan sigui necessari, l'ordre relatiu entre nodes; utilitzar aquest formulari és equivalent a una representació visual en la qual es llegeixi la precedència d'esquerra a dreta i l'equivalència (dos node que tindrien el mateix valor de temps) quan els node_temps estan en vertical. Visualment es podria fer arrastrant els node_temps que defineixen un canvi_accio cap a altres node temps per a fer-los equivalents.

Ordenant els node d'aquesta manera permet expressar accions en paral·lel; queden ordenats tots els node inici i els node final de les accions. També els de les eleccions. Els procediments quedaran ordenats també mitjançant la ordenació del node inici de la primera accio i el node final de la darrera accio.

Els càlculs del valor del temps per a cada node es porten a terme per a cada disseny i a cada execució. Depenent del disseny els node prendran un valor o un altre. Inicialment expressem els node_temps de manera relativa entre ells.

L'equivalència entre node_temps permet no haver de canviar tots els node_inici de les diferents accions i procediments a mesura que anem enllaçant-los al definir els procediments. Com que els node_temps estan expressats en relativa a un node_temps, en el moment que s'assigni un valor al primer node_temps automàticament es poden calcular els valors dels altres node_temps sense haver de crear nous node temps.

Seleccionar node temps és molt tediós. Sobretot a les execucions reals. Una solució seria utilitzar un atribut on apuntar la mesura d'un cronòmetre o rellotge. Es tractaria

d'un atribut auxiliar. Llavors un procediment automàtic on abans es selecciona el node_temps inicial on ancorar la resta de mesures, podria generar automàticament el node_temps a partir de la mesura del cronòmetre apuntada; aquest node temps creat es seleccionaria automàticament a node_inici o a node_final. Es podria calcular així durant l'execució i expressar-ho en relativa respecte a un origen que seria el node inici conegut. L'entrada de dades seria d'aquesta manera, molt més ràpida.

Per a calcular i mostrar les duracions es restarien els temps absoluts dels dos node temps seleccionats.

5.4 Descripció de l'activitat educativa.

Els conceptes bàsics definits en els apartats anteriors són els necessaris per a descriure una activitat educativa. El tractament de l'espai i el temps que hem proposat ens permeten conceptualitzar una activitat educativa com quelcom dinàmic. En aquest apartat, aprofundim en el concepte de canvi. Es presenta el concepte d'acció com un tipus de canvi. Es justifica l'adopció del concepte d'acció com a unitat central per a descriure l'aprenentatge i s'introdueix la seva representació visual.

Activitat educativa, objecte educatiu i procediment són sinònims en aquesta tesi. Per a descriure una activitat educativa és necessari poder definir els recursos estàtics i dinàmics que l'integren; es necessita, també, tenir definit el node_espai i el node_temps; és necessari també poder gestionar les composicions d'objectes; també poder descriure la posició d'aquests objectes a l'espai i la seva existència en el temps. El model proposat també ha d'incloure la possibilitat de descriure interactius i les diferents possibilitats d'elecció a mesura que s'hi van executant accions.

Podríem dir que hi ha 3 nivells descriptius. L'existència dels objectes físics a l'exposició (amb independència del visitant); la descripció l'execució teòrica de l'activitat educativa (procediment disseny) i la descripció de l'execució real (procediment execució).

Cal recordar aquí que intentem formalitzar al màxim la descripció del disseny i l'execució d'un procediment però, finalment, hi ha informació implícita (no especificada) però que el dissenyador i l'avaluador coneixen; per exemple, una representació visual pot contenir molta informació que no està introduïda dintre el prototipus; seria el cas de les eines seleccionades com a input d'una acció; pensem en una activitat que proporcioni llapis i paper a un alumne perquè dibuixi quelcom; no queda emmagatzemat al prototipus quina és la utilització real d'aquestes eines i, per tant, es podria dir que, internament, el prototipus, no sap què fa cada eina a l'acció; l'usuari, en canvi, sap perfectament quina és la utilització que el visitant li donarà a cada una de les eines.

Així doncs, el model conceptual tindrà informació explícita (aquesta informació la introdueix l'usuari); tindrà també informació implícita (en aquest cas alguna informació implícita es podrà abstrure a partir de càlculs i consultes a la informació explícita); finalment, en altres casos, la informació no està contemplada (entrada al prototipus) i tampoc es pot obtenir mitjançant càlculs automatitzats a la informació introduïda al prototipus. En aquest darrer cas és l'usuari que omple els buits d'informació.

Aconseguir representar tots els objectes i aconseguir automatitzar el màxim de procediments i consultes per obtenir respostes és el que fa que un model conceptual sigui òptim. Així, és important aconseguir el màxim d'informació amb el mínim d'introducció de dades per part de l'usuari. Això s'aconsegueix minimitzant al màxim la interpretació que l'usuari ha de fer de la informació.

S'ha definit quan quelcom ha de quedar introduït al prototipus de forma explícita, quan cal que quedi de forma implícita però calculable a partir de les dades introduïdes o, finalment, quan la informació queda completament depenent de la interpretació de l'usuari. S'ha intentat que el model minimitzi el nombre i la dificultat d'entrada de dades i maximitzi l'obtenció d'informació a partir de les dades introduïdes.

5.4.1 Canvi

Podem comparar dues observacions consecutives en una línia de temps. Ens interessa, sobretot, modelar quan s'observa un canvi, una diferència entre l'observació inicial i l'observació final. El model conceptual i la representació visual proposada es centren, així, en el concepte de canvi. En un moment determinat (que podem representar com un node temps inicial) hi ha un conjunt d'estats. Aleshores, es produeix un canvi i en un temps final (representat per un node temps final) hi ha un altre conjunt d'estats.

Aquest enfocament d'estat_inicial-canvi-estat_final ens permet representar esdeveniments i accions.

Els estats d'un canvi (inicial i final) es poden modelar com a conjunts d'elements (de registres), que tenen uns atributs i un valor en algun dels seus atributs.

A l'estat final poden desaparèixer (o deixen de tenir importància expressar la seva existència) alguns elements, poden aparèixer alguns altres elements, poden desaparèixer o aparèixer atributs o hi pot haver canvis en els valors dels atributs. Més endavant, quan es tracti el model conceptual de les accions (accions_canvi) veurem que la forma de registre-atribut-valor adoptada, en realitat, és quelcom que no sempre cal que es defineixi de manera explícita.

El model conceptual presentat és, així, una simplificació de la realitat però té com objectiu poder representar visualment els diferents conceptes definits i també poder incorporar aquests conceptes i emmagatzemar dades que permetin capturar la informació que serà rellevant per a un posterior anàlisi.

Un esdeveniment és un canvi. Una acció també es un canvi. La diferència entre uns i altres és que l'acció sempre va associada a un actor (un executor de l'acció). La definició d'estat per un actor que hem implementat té coincidències amb l'enfocament de Macal i North (2010). Un estat és un conjunt d'atributs amb els seus valors. Hi ha l'estat de l'entorn i també els estats de tots els actors presents.

temps inicial ($T_f - T_i$). La duració és, així, la resta dels temps entre dos node temps. La duració també pot ser una dada introduïda directament per el dissenyador o l'observador.

Tal com podem veure a la figura anterior, al formulari acció (canvi_accio) s'hi selecciona el codi_tipus_accio (acció de percepció, per exemple). Es pot donar un nom a l'acció. Es pot seleccionar l'executor. Es defineix si l'acció és obligatòria segons el dissenyador. Es selecciona el codi_node_inci (temps inici acció) i el codi_node_final.

Cal adonar-se que, amb aquest model plantejat, per descriure el desplaçament d'un punt A a un punt B n'hi haurà prou amb una acció de moviment. No cal subdividir en una seqüència d'accions que passi per els diferents punts entremitjos que hi pot haver entre A i B. Aquest és l'avantatge d'utilitzar el concepte d'acció com un canvi en el que només ens interessin els estats inicials (localitzem l'agent al punt A) i els estats finals (localitzem a l'agent al B). El canvi inclou tot un seguit d'accions que no són informatives per el nivell d'anàlisi que estem buscant. En qualsevol cas, el model, deixa a elecció del dissenyador el nivell de detall que es vol aconseguir amb el disseny. Només es tractaria d'introduir tantes accions de moviment com es consideri oportú.

Pel que fa a les execucions, l'acció inclou l'atribut codi_verd_vermell. Verd seria sinònim d'acció executada completament. Vermell no executada completament. Aquest atribut també es troba al costat dels input i output de les accions (els input els trobem a l'estat inicial de l'acció i els output els trobem a l'estat final). Al introduir una execució, quan determinats atributs passen a estar a verd, llavors l'acció es pot posar a verd. Per exemple, per una acció del tipus percepció, quan l'output és verd llavors l'acció es posa a verd; per accions de tipus dinàmica interna, quan els prerequisits estan a verd i els output també estan tots a verd llavors l'acció es pot posar a verd; per una acció de tipus moviment, quan es comprova que l'actor passa per la posició inici i la posició final es pot posar l'acció a verd; per una acció de producció, quan els prerequisits idea, els prerequisits habilitats i la producció output es posen a verd llavors l'acció també es pot posar a verd; per tipus interacció quan estat inicial i estat final es comprova que han ocorregut llavors acció es pot posar a verd; per acció auxiliar quan ha ocorregut es pot posar a verd; per acció generalista quan les descripcions d'estat inicial i les descripcions d'estat final han ocorregut es pot posar a verd.

Quan una acció és obligada (cal que el visitant executi l'acció) cal especificar-ho en el disseny. Obligació aquí es pot entendre com que per a complir els objectius educatius principals el visitant està obligat, segons el dissenyador, a executar determinades accions que hi estan relacionades. Val a dir que en una activitat d'un museu, com una exposició educativa, rarament es defineixen accions obligades. El concepte d'acció obligada per el dissenyador seria més aviat utilitzat per l'educació formal; per exemple, l'educador diu als alumnes que han de fer la lectura d'un llibre determinat.

Finalment, ja ho desenvoluparem en els punts següents, un objecte educatiu es modela com un procediment. Un procediment inclou un conjunt d'accions. Les accions es poden executar de manera simultània (en paral·lel) o de manera seqüencial (en sèrie). Es pot definir el recorregut d'un visitant, per exemple, com una seqüència d'accions de moviment.

CONJUNT_CANVI_ACCIO

PROCEDIMENT.CONJUNT.

CODI_CONJUNT_CANVI_ACCIO:
 CODI_DISSENY_O_EXECUCIO_TIPUS: Execució CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO: Museu del cinema disseny per a public adult visita c
 NOM_CONJUNT:
 CODI_OBJECTE_EDUCATIU_QUE_ES_DESCRIBIU_AQUI_COM_A_PROCEDIMENT: Sala 1 i sala 2 del museu A
 CODI_TIPUS_OBJECTE_EDUCATIU: Museu presencial
 COMENTARIS:

CANVI_ACCIO | ELECCIONS | CONJUNTS INTEGRANTS | EQUIVALENCIES ENTRE NODE_TEMPS | AJUDA

CONJUNT_CANVI_ACCIO_INTEGRANT

CODI_INTEGRANT	Descripció	Icona
25	Moviment de E1 Posicio INICIAL a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1	▶
26	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 de recurs Poma és fruita (Text (escrit)) amb output Poma és fruita (idea)	▶
27	Moviment de E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2	▶
28	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 de Recurs_2 amb output Idea_2	▶
29	Moviment E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3	▶
30	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3 de Recurs_3 amb output Idea_1	▶
31	Moviment de E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3 a E1 Posicio Sala 2 RECURS_2_1	▶
32	Percepció en E1 Posicio Sala 2 RECURS_2_1 de Fruita és salut (Text (parlat)) amb output Fruita és salut (idea)	▶

Figura 57. Un procediment integrat per accions

Un procediment està format per conjunts d'accions i també per eleccions i d'altres procediments que s'hi inclouen.

És possible comparar el disseny d'un procediment amb l'execució d'un procediment. Per exemple, comparar, si es desitja, els recorreguts. La comparació entre el disseny i l'execució es veurà a l'apartat d'avaluacions.

5.4.3 Representació visual d'accions

Pel que fa a la representació visual, les accions es representen com a un triangle.

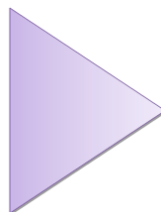


Figura 58. Representació visual d'una acció

Els node_temps_inicial i node_temps_final es representen com a punts negres.

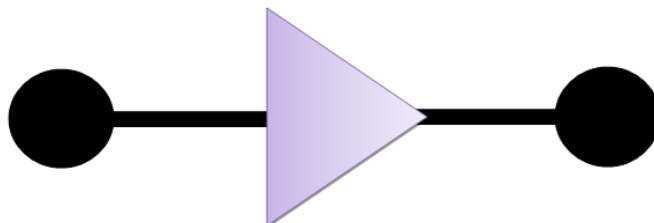


Figura 59. Representació visual dels node temps inici i final

Moltes accions tenen inputs i outputs. Els inputs es situen a l'esquerra del triangle i els output es representen a la dreta del triangle.

Recordem que cada tipus d'idea té una representació visual particular.

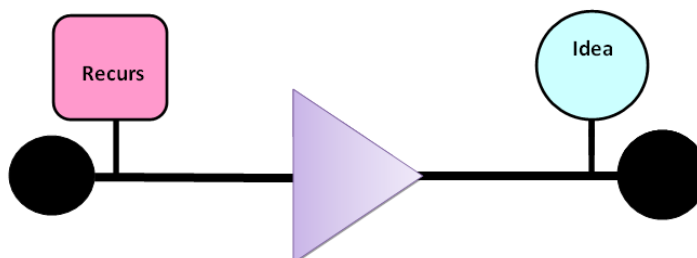


Figura 60. Representació visual de Inputs i outputs d'una acció.

A la representació visual, sota de cada acció, s'hi podria consultar el tipus d'acció i també un codi identificador. Hi ha la possibilitat de mostrar, al seleccionar l'acció, una descripció textual.

Si el dissenyador ho desitja, les accions es poden enllaçar unes amb les altres mitjançant línies de precedència.

5.5 Tipus d'accions

En aquest apartat es descriuen les accions a partir de les quals (quan les ajuntem formant un procediment) és possible definir una activitat educativa en la seva totalitat. Una activitat educativa consta de conjunts d'accions de diverses tipologies. A continuació es concreten les accions bàsiques i es descriuen les característiques mínimes que han de tenir aquests elements.

El concepte d'acció és un concepte central que ens permet fer una descripció correcta del disseny d'un objecte educatiu (activitat educativa). S'han creat les principals tipologies d'accions però es pot modelar qualsevol acció (amb aquesta finalitat s'ha creat l'acció generalista que l'usuari podria definir). El model es centra en l'acció i en la definició de procediments que són, tal com hem comentat, accions, eleccions i altres procediments.

S'han definit diverses accions: l'acció de moviment, l'acció de percepció, l'acció de dinàmica interna, l'acció d'interacció, l'acció de producció, l'acció genèrica i l'acció auxiliar. A continuació es descriuen aquestes accions.

5.5.1 Acció de moviment

L'objectiu d'aquesta acció és modelar el moviment o desplaçament d'un visitant dintre de l'activitat educativa (exposició, objecte educatiu...). L'estat inicial seria una posició. L'estat final seria una altra posició. Es tracta de posicions de pas. Recordem que les posicions d'aturada es seleccionen a les accions com a posició on té lloc l'acció.

La posició està relacionada amb el tractament de l'espai. Pel que fa a l'espai hi ha una posició on es pot suposar que es pot percebre un recurs. Cada recurs té un volum de percepció.

Les posicions potencials del nostre disseny s'introdueixen al prototipus mitjançant declaracions.

És possible representar les accions de moviment sobre un plànol d'una activitat educativa. Es pot visualitzar, sobre el plànol, el recorregut previst en el disseny i el recorregut d'una execució.

Cal adonar-se que, si ho observem de manera estricta, en realitat, totes les accions de moviment tindrien associada una acció de dinàmica interna o de percepció que activa l'acció de moviment. Però no cal arribar a aquest nivell de detall i així podem simplificar l'entrada de dades. Cada acció de moviment, així mateix, implica una elecció que tampoc definim, normalment, de manera explícita. En alguns casos el dissenyador podria elegir mostrar explícitament aquestes eleccions en el disseny. Per exemple si vol comprovar que un visitant ha interpretat correctament un plànol del recinte on se li mostra on ha d'anar a continuació.

Així doncs, en una activitat educativa on l'actor es desplaça, considerem que per arribar a una posició, s'executa una acció de moviment que té una posició inicial (`posicio_inicial`) i una posició final (`posicio_final`). A continuació s'executa una acció a la posició final. A continuació s'executaria una altre acció de moviment que té posició inici actual fins a una altre posició. Hi ha, normalment, dos accions de moviment relacionades per a cada posició on executem una acció.

Hi ha també l'acció de moviment que va de `node_inici` de l'exposició a la primera posició de l'objecte educatiu i la que, partint del darrer objecte educatiu, acaba a la posició final de l'exposició.

Així doncs, primer hi ha l'acció d'arribada (que té una `posicio_final` en un `node_temps`); després ve l'execució de les accions; finalment hi ha la següent acció de moviment (que té com a `posicio_inicial` la posició final anterior). Les accions que s'executen arribats a la posició, es poden definir amb els seus `node_temps` relatius. Però caldrà que alguna d'aquestes accions (si només hi ha una acció doncs serà aquesta una) tingui una equivalència de `node_temps_inici` amb el `node_temps` de l'acció de moviment d'arribada. També alguna d'elles ha de tenir coincidència entre `node_temps_final` de l'acció i el que conceptualment és el `node_temps` inici de l'acció de moviment cap a la següent posició. En el disseny i en l'execució del model podem declarar l'equivalència o coincidència entre dos nodes. Això permetrà que, quan es conegui el valor d'un `node_temps`, tots els `node_temps` que estan expressats en relativa respecte aquest node es poden calcular. També es calculen automàticament els nodes coincidents o equivalents en el moment que s'assigna un valor al `node_temps`.

Implementació:

The screenshot shows a software interface for defining a movement action. The main window is titled 'CANVI_ACCIO'. It contains several input fields and dropdown menus. The 'CODI_TIPUS_ACCIO' is set to 'Moviment'. The 'NOM_ACCIO' field contains the text 'Una acció de moviment de la posició 1 a la posició 2 del Museu Blau de Barcelona'. The 'CODI_EXECUTOR' is 'Individu-actor teoric 1'. The 'CODI_NODE_INICI' is '11 [E1_NODE SALA_1 ENTRADA]' and the 'CODI_NODE_FINAL' is '12 [E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_1]'. Below these, there are fields for 'D_CODI_UNIC_MOGUT', 'D_CODI_UNIC_POSICIO_INICI', 'D_CODI_UNIC_POSICIO_FINAL', and 'D_DISTANCIA_RECORREGUDA_MTS'. The 'D_DISTANCIA_RECORREGUDA_MTS' is set to '8'. There are also buttons for 'ACCIONS PRECEDENTS', 'ACCIONS SEGUENTS', and 'ENTRADA NOVA POSICIO'.

Figura 61. Una acció de moviment

Per a definir una acció de moviment, es selecciona al formulari accio (canvi_accio) el codi_tipus_accio (moviment). Es pot donar un nom a l'acció. Es selecciona l'executor. Es defineix si l'acció és obligatòria segons el dissenyador. Es selecciona el codi_node_inci (temps inici acció) i el codi_node_final. A continuació es poden seleccionar els valors (dels atributs de codi_unic_posicio_inici i el codi_unic_posicio_final). Amb això tenim definida l'acció de moviment.

Representació visual:

La representació visual d'una acció de moviment incorpora les posicions de pas. Recordar que les accions que s'executen a una posició es representen amb la posició sota el triangle que representa l'acció i no pas en els node temps.

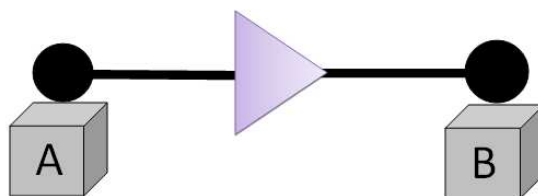


Figura 62. Representació visual d'una acció de moviment.

5.5.2 Acció de percepció

Recordem que podem representar mitjançant declaracions l'existència d'un objecte educatiu entre dos intervals de temps. Podem modelar la posició que ocupa aquest objecte educatiu. També podem modelar la posició de l'actor (agent perceptor; visitant) a l'espai. A l'acció de percepció suposem que hi ha una coincidència suficient entre l'existència de l'objecte en una posició i la posició ocupada per l'actor. Quan la posició

de l'actor es situa a la posició des de la qual es percep l'objecte educatiu es pot iniciar una acció de percepció. Implícitament, suposem que és possible iniciar la percepció en el mateix moment que està a la posició correcta. El visitant està percebent a la posició correcta a partir del node_temps_inici de l'acció fins al node_temps_final i fa una percepció amb una duració igual al temps final menys el temps inicial. La duració de la percepció és la duració de l'acció. L'acció de percepció ha de tenir una durada determinada perquè es pugui assegurar que s'ha percebut l'objecte. Això és el temps necessari que s'ha de dedicar a l'acció de percepció. El resultat (output) de la percepció (en realitat l'acció de percepció conté implícitament una acció de dinàmica interna que la suposem inclosa a l'acció de percepció per simplificar l'entrada de dades) és una idea. Es considera que la idea apareix a l'estat final. Quan hi ha percepció suposem que hi ha atenció.

Cada acció de percepció només té un recurs a input. A output hi apareix la idea que aporta aquest objecte educatiu al ser percebut.

Implementació:

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' configuration window. It includes fields for 'CODI_CANVI_ACCIO' (87), 'CODI_TIPUS_ACCIO' (Percepció), 'NOM_ACCIO' (Percepció de la Recreació de la Selva inundada Cosmocaixa de Barcelona), 'CODI_EXECUTOR' (Individu-actor teoric 2), 'CODI_OBLIGATORIA', and 'POSICIO_ACCIO' (Posicio_2). It also has 'CODI_NODE_INICI' (42) and 'CODI_NODE_FINAL' (71) fields. Below these are two tables: 'CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1' and 'CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT'. The input table has one row with '435' and 'Recurs: Selva Inundada del Cosmocaix'. The output table has three rows with ideas like 'Idea: La selva inundada és humida', 'Idea: a la selva inundada la tempera', and 'Idea: A la selva inundada hi plou sov'.

Figura 63. Acció de percepció

Es selecciona el tipus d'acció. Es posa un nom a l'acció. Es selecciona l'executor de l'acció. Es defineix si es considera aquesta acció obligada. Es selecciona la posició on té lloc l'acció.

Es selecciona un objecte educatiu a input (només un objecte educatiu cada vegada). Es selecciona la idea (o idees, com a la figura anterior) que origina la percepció d'aquest objecte educatiu. La idea és la que aporta aquest objecte al ser percebut (la continguda en aquest objecte_educatiu).

CODI_SENTIT	
404	Oïda, sentit de
405	Olfacte, sentit
403	Tacte temperatura
401	Vista, sentit del
1	:

Figura 64. Sentits d'una acció de percepció

Un recurs té associats un sentits amb els quals es pot fer percepció. Això s'introdueix al prototipus a un formulari associat a l'acció de percepció. En l'acció es seleccionen els sentits amb els que el visitant percep l'objecte educatiu. Cal adonar-se que, en realitat, no tindrien perquè coincidir amb els sentits necessaris per percebre l'objecte educatiu. Per exemple, un visitant amb alguna discapacitat no podrà percebre determinats objectes educatius.

Pel que fa a espai hi ha una posició on es pot suposar que es pot percebre un recurs. Cada recurs té, també, un volum des del qual pot ser percebut. Sovint serà suficient amb definir la posició en la qual s'executarà la percepció.

Representació visual:

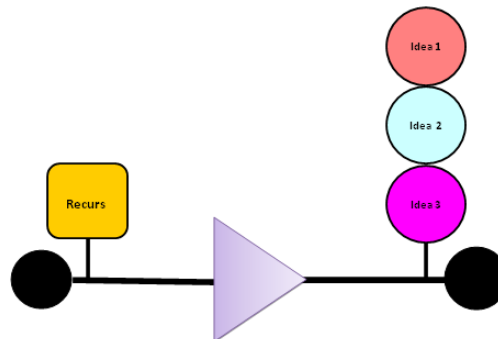


Figura 65. Representació visual d'una acció de percepció

5.5.3 Acció dinàmica interna

Aquesta acció ens permet representar que, a l'interior de l'individu, del seu sistema nerviós, hi ocorre una dinàmica que, finalment, origina un estat final. Tal com comentàvem als primers apartats de la tesi, encara avui, ningú sap com és exactament aquesta dinàmica interna del sistema nerviós. El que aquí modelem és que, a l'estat inicial hi trobem idees, quelcom que està a l'interior de l'individu, i a l'estat final, hi trobem una sola idea que és el resultat de la dinàmica interna.

Implementació:

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following fields and options:

- CODI_CANVI_ACCIO:** 6
- CODI_TIPUS_ACCIO:** Dinàmica interna
- NOM_ACCIO:** (empty)
- CODI_EXECUTOR:** Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA:** (empty)
- POSICIO_ACCIO:** (empty)
- NOM_ELECCIO:** (empty)
- CODI_NODE_INICI:** 13 | E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_2
- CODI_NODE_FINAL:** 14 | E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_3
- ACIONS PRECEDENTS:** (empty)
- ACIONS SEGÜENTS:** (empty)
- NOU_NODE_TEMPS:** (empty)
- PRESTACIONS:** INPUT_OUTPUT | ACCIO_MOVIMENT | PERCEPCIO | DINAMICA_INTERNA | ACCIO_INTERACCIO | COMENTARIS | DISSENY_EXECUCIO
- CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1:**

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMEL	PREQUISITS
61	Fruita és salut (idea)	DEPENDENCIA UNIC
59	Poma és fruita (idea)	DEPENDENCIA UNIC
1	.	DEPENDENCIA UNIC
- CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT:**

CODI_UNIC_OUTPUT:	CODI_VERD_VERMEL:	DIGIT_ORBRE_IMPORTANCIA_IDEA:
62	Poma és salut (idea)	DEPENDENTS UNIC
1	.	DEPENDENTS UNIC 0
- CODI_VERD_VERMELL:** (empty)

Figura 66. Acció dinàmica interna

Es selecciona el tipus d'acció. Es posa un nom a l'acció. Es selecciona l'executor de l'acció. Es defineix si es considera aquesta acció obligatòria. Es selecciona la posició on té lloc l'acció (la posició per a descriure una dinàmica interna normalment no és rellevant). Es seleccionen els node_temps. Normalment la duració d'aquesta acció és molt baixa. Per els nostres objectius és suficient considerar que, sovint, té una duració igual a la granularitat mínima (un segon en el nostre model). Es seleccionen els input de l'acció. Normalment son idees. Tantes idees com es vulgui. Poden ser prerequisits idees o prerequisits habilitats també. Es seleccionen l'output de l'acció. Normalment l'output és una idea. La idea seleccionada a output pot ser o no ser un objectiu educatiu. Es poden encadenar accions de dinàmica interna. Output d'una acció seria input de la següent.

The screenshot shows the 'CANVI_DINAMICA' window with the following fields:

- CODI_DINAMICA:** 176 | Deducció
- PRESTACIONS:** (empty)

Figura 67. Selecció del tipus de dinàmica interna

Es pot seleccionar a la pestanya corresponent el tipus de dinàmica interna. Consultar l'apartat dinàmiques per a veure les tipologies i la seva descripció.

Aquesta acció ens és útil, doncs, per a modelar allò que té lloc a l'interior de l'individu i que, en alguns casos, s'executa a partir d'idees obtingudes en altres punts de l'activitat educativa.

Representació visual:

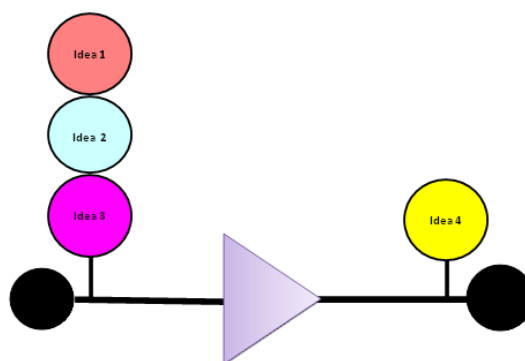


Figura 68. Representació visual d'una acció de dinàmica interna

5.5.4 Acció interacció

Una acció interacció és aquella en la que hi ha un objecte amb el qual el visitant interacciona. Hi ha uns estats inicials abans d'executar l'acció i uns estats finals després d'executar l'acció. A continuació d'una acció d'interacció pot anar-hi una altre acció d'interacció o qualsevol de les altres accions.

Per executar una acció d'interacció, en alguns casos, pot ser necessari la utilització d'eines. En aquest cas es selecciona l'eina a input de l'acció. Si l'eina necessita prerequisits d'habilitat es poden introduir com a prerequisits d'habilitat relacionant-los directament amb l'eina. Consultar més amunt la descripció d'eina per saber exactament quin és el concepte d'eina que utilitzem.

Per a representar un interactiu sovint serà necessari expressar-ho en forma d'eleccions potencials que es presenten a l'usuari.

Un exemple de interacció seria: "pulsar el botó vermell". Cal recordar que, les eleccions van al disseny i que l'execució conté l'acció elegida. Una interacció es distingeix d'una producció en el fet que una interacció canvia l'estat d'un interactiu que ha estat dissenyat d'aquesta manera. La interacció canvia d'estat un recurs però el recurs és el mateix.

Implementació:

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following fields and values:

- CODI_CANVI_ACCIO:** 76
- CODI_TIPIUS_ACCIO:** Interacció
- NOM_ACCIO:** Interacció amb Objecte 1 interactiu (Botó sense pulsar. No hi ha la imatge) a (Botó pulsat. Apareix la imatge)
- CODI_EXECUTOR:** Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA:** .
- POSICIO_ACCIO:** Posicio_1
- CODI_NODE_INICI:** 53 | 1
- CODI_NODE_FINAL:** 54 | 2
- L_CODI_UNIC_INTERACTUAT:** 30 | Objecte 1 interactiu
- L_DESCRIPCIO_INTERACCIO:** Seria pulsar un botó i apareix una imatge que és portadora de significat. El recurs_1.
- L_CODI_UNIC_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_INICI:** 395 | Estat inicial descripcio 1
- L_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_INICI:** Botó sense pulsar. No hi ha la imatge.
- L_CODI_UNIC_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_FINAL:** 398 | Estat final descripcio 1
- L_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_FINAL:** Botó pulsat. Apareix la imatge.

Buttons: ACCIONS PRECEDENTS, ACCIONS SEGUENTS, NOU_NODE_TEMPS.

Navigation tabs: INPUT_OUTPUT, ACCIO_MOVIMENT, PERCEPCIO, DINAMICA_INTERNA, ACCIO_INTERACCIO (selected), COMENTARIS, DISSENY_EXECUCIO.

Figura 69. Una acció interacció

Es selecciona el tipus d'acció. Es posa un nom a l'acció. Es selecciona l'executor de l'acció. Es defineix si es considera aquesta acció obligatòria. Es selecciona la posició on té lloc l'acció. Es seleccionen els node_temps. Es selecciona l'objecte amb el qual hi ha una interacció (i_codi_unic_interactuat). Es pot fer una descripció de l'acció (i_descripcio_interaccio). Amb l'objectiu que el model sigui el màxim de versàtil el dissenyador té dues maneres d'introduir la informació relativa als estats inicials i finals de la interacció. Es pot fer una descripció textual de l'estat inicial i de l'estat final. (i_descripcio_interactiu_estat_inici i i_descripcio_interactiu_estat_final). La segona manera d'introduir estat inicial i estat final seria seleccionant un únic que hagi estat declarat estat inicial a i_codi_unic_descripcio_interactiu_estat_inicial i un únic que hagi estat declarat estat final a i_codi_unic_descripcio_interactiu_estat_final. Aquesta opció ens permet tenir la informació més ben estructurada i utilitzar els diferents estats en diferents dissenys. La primera opció és comprensible per a l'usuari però difícilment es podrien automatitzar processos per a calcular paràmetres.

Introduir les dades d'aquesta manera és recomanable quan volem fer avaluacions on es compari les execucions reals de l'activitat educativa amb el disseny de l'activitat educativa. És una qüestió de facilitat per a l'anàlisi i comparació automatitzada entre el disseny i l'execució.

Representació visual:

En un interactiu l'usuari elegeix entre diferents accions possibles. L'acció elegida incorpora la descripció de l'estat inicial i l'estat final de l'interactiu. Per a cada acció

elegida el dissenyador o l'avaluador pot consultar els estats inicials i estats finals per saber en quin estat es troba l'interactiu.

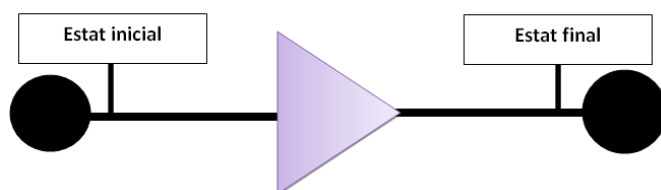


Figura 70. Representació visual d'una acció interacció

5.5.5 Acció producció

Una acció de producció implica la creació de quelcom físic. Per exemple, un dibuix és físic. Un so d'una frase és físic. Així, una producció produeix un recurs. El recurs, sovint, és portador d'una idea. Cal insistir en el fet que no es produeix directament una idea sinó que es produeix un recurs que és portador d'una idea. Un exemple d'acció de producció seria: l'usuari té una eina llapis i també té un recurs que és paper; l'acció d'utilització d'eina (el llapis) i un recurs (el paper) tindria, com a output, una producció d'un recurs (un dibuix, per exemple). Hi ha uns prerequisits d'habilitat necessaris per conèixer el funcionament del llapis i el paper. No cal explicitar tots els prerequisits en el disseny però el model ho permet. L'especificació dels prerequisits només depèn del nivell de detall que vulguem assolir. Cal adonar-se que les dinàmiques internes (i qualsevol competència adquirida en altres activitats educatives) es podrien considerar prerequisits habilitat també.

Una producció pot implicar la transformació d'uns recursos en altres recursos. Els recursos, eines i idees necessàries per a l'acció de producció es seleccionen a input. En alguns casos, poc després d'executar l'acció, alguns recursos deixen d'existir. El nou recurs es pot seleccionar com a output a l'acció de producció. En altres casos una producció pot integrar-se a un altre recurs.

Una acció de producció origina un nou recurs. No és un canvi d'estat atribut-valor d'un registre.

Implementació:

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following fields and tables:

- CODI_CANVI_ACCIO:** 77
- CODI_TIPUS_ACCIO:** Producció
- NOM_ACCIO:** Producció de Recurs A a partir de Idea_1 i de Eina 1
- CODI_EXECUTOR:** Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA:** (empty)
- POSICIO_ACCIO:** E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1
- CODI_NODE_INICI:** 53 | 1
- CODI_NODE_FINAL:** 54 | 2
- NOU_NODE_TEMPS:** (button)
- ACIONS PRECEDENTS:** (button)
- ACIONS SEGÜENTS:** (button)
- INPUT_OUTPUT:** ACCIO_MOVIMENT | PERCEPCIO | DINAMICA_INTERNA | ACCIO_INTERACCIO | COMENTARIS | DISSENY_EXECUCIO
- CODI_VERD_VERMELL:** (dropdown)
- CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1:**

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMELL	PREREQUISITS
41 Idea_1	.	DEPENDENCIA UNIC
55 Eina 1	.	DEPENDENCIA UNIC
1	.	DEPENDENCIA UNIC
- CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT:**

CODI_UNIC_OUTPUT:	CODI_VERD_VERMELL:	DIGIT_ORBRE_IMPORTANCIA_IDEA:
92 Recurs A	.	DEPENDENTS UNIC 0
1	.	DEPENDENTS UNIC 0

Figura 71. Una acció de producció

Per introduir les dades d'una acció de producció es selecciona el tipus d'acció. S'introdueix el nom de l'acció. Es selecciona l'executor de l'acció. Es defineix si es considera aquesta acció obligatòria. Es selecciona la posició on té lloc l'acció. Es seleccionen els node_temps. Es seleccionen a input els recursos, les idees de tipus coneixement (prerequisits) i les eines (i les habilitats que cal conèixer per utilitzar cada eina), que són necessàries perquè l'acció de producció pugui ser executada. Es seleccionen a output els unic (recursos) que són el resultat de l'acció de producció. Cal adonar-se que aquest output pot ser input d'accions posteriors.

Representació visual:

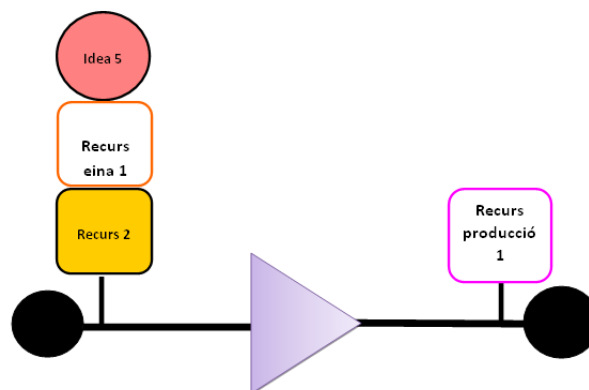


Figura 72. Representació visual d'una acció de producció

5.5.6 Acció genèrica

Les accions explicades fins aquí són les que permeten definir un objecte educatiu. L'usuari però pot desitjar incloure altres tipus d'accions depenent del nivell de detall que vulgui. Acció genèrica ens serveix per introduir qualsevol tipus d'acció. L'acció es pot definir textualment a un atribut de descripció l'acció. També es pot descriure l'estat inicial i de l'estat final. Opcionalment, igual que es feia amb l'acció interacció, es pot seleccionar un estat inicial i un estat final entre els diferents unic que són estats.

La principal diferència entre l'acció interacció i l'acció genèrica és que en el cas de l'acció genèrica no hi ha un objecte amb el qual s'interaccioni. Però la utilització d'estat inicial i estat final és igual en les dues tipologies d'acció.

5.5.7 Acció auxiliar

Normalment, a continuació d'una acció s'executa una altre acció i el node_temps_final de l'acció anterior coincideix amb el node_temps_inicial de l'acció següent. En alguns casos, entre una acció i la següent transcorre certa quantitat de temps d'espera. En aquest cas, no hi ha coincidència entre el node_temps_final d'una acció i el node_temps_inicial de la següent. Una acció auxiliar s'utilitza quan hi ha un temps durant el qual no s'executa cap acció però volem representar visualment i tenir un valor de temps al programa per a poder executar càlculs.

A la figura següent podem veure una línia vermella que representa una acció auxiliar. Podem veure com la línia vermella uneix els node temps de dues accions. La línia vermella seria equivalent a una acció que té un estat inicial igual que un estat final. No hi ha canvis entre aquests dos node temps.

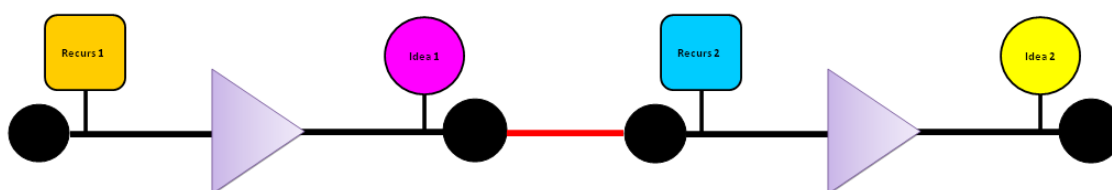


Figura 73. Representació visual d'una acció auxiliar. En vermell.

Així, internament, la línia vermella es tracta com si fos una acció. Tindrà node_temps i duració. També tindrà una posició on el visitant o usuari està mentre no executa cap acció. L'objectiu és expressar que a continuació d'una acció ve la següent acció però hi ha un temps d'espera sense executar cap acció entre les dues accions.

Sovint les accions d'espera s'introdueixen en eleccions. En alguns casos les accions d'espera es representen en el disseny però finalment no tindran duració en l'execució. Són així, merament informatives, sobretot, per a la representació visual.

5.6 Objecte educatiu expressat com un procediment

Un procediment és un conjunt d'accions. Les accions han estat definides a l'apartat anterior. En aquest apartat s'introdueix el concepte d'elecció (entre accions). També s'explica que un procediment (conjunt d'accions) pot estar format per altres procediments. Les unitats bàsiques d'un procediment són accions. Una elecció sempre és entre diverses accions possibles. Un procediment és, així, la descripció completa d'una activitat educativa.

Hem vist com podem utilitzar declaracions per expressar que un únic és un objecte educatiu. També hem vist com gestionar els integrants d'un recurs. Amb declaracions també és possible gestionar els sentits que estan relacionats amb un objecte educatiu. Finalment amb declaracions també és possible gestionar les idees contingudes en un objecte educatiu. Per a molts dissenyadors, introduir la informació d'aquesta manera podria ser suficient per a definir un disseny segons les seves necessitats. Però en aquesta tesi es proposa expressar un objecte educatiu com a procediment. L'objectiu és poder explicitar quines són les accions que es porten a terme perquè un objecte educatiu, finalment, transmeti unes idees al visitant. Un procediment és, així, un conjunt d'accions. El dissenyador introdueix les accions i llavors les enllaça en sèrie o en paral·lel per a definir el procediment. També és possible incloure altres procediments dintre un procediment. Per exemple, haver definit l'objecte educatiu corresponent a un audiovisual i l'objecte educatiu d'interaccionar amb una tableta i ajuntar-los en un procediment que es diu visita a l'exposició.

El fet és que, les idees (allò que s'adquireix), són el resultat d'un procediment (d'una dinàmica interna originada a partir de diverses idees que provenen de diferents objectes educatius, per exemple). En realitat, només és amb un procediment que ajunti diverses accions que es pot mostrar correctament com, a partir d'unes idees contingudes en diferents objectes educatius, es pot executar una dinàmica interna que permeti obtenir una nova idea.

Cal observar que, si es defineix un objecte educatiu com a procediment és possible calcular automàticament la idea que resulta de l'execució de l'objecte. Llavors es pot automatitzar el programa perquè introdueixi una declaració que relacioni l'objecte educatiu i la idea.

Hem optat per un model conceptual en el que és compatible mostrar el recurs des del punt de vista declaratiu i el recurs des del punt de vista procedimental.

Procediment és doncs una manera de definir un objecte educatiu. El punt de vista declaratiu i el punt de vista procedimental són en relació a un mateix objecte educatiu.

The screenshot shows a web form titled "PROCEDIMENT.CONJUNT." with the following fields:

- CODI_CONJUNT_CANVI_ACCIO:** A text input field.
- CODI_DISSENY_0_EXECUCIO_TIPUS:** A dropdown menu with "2 Disseny" selected.
- CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO:** A dropdown menu.
- NOM_CONJUNT:** A text input field containing "Museu Cinema disseny de l'audiovisual per a visita per a escolars".
- CODI_OBJECTE_EDUCATIU_QUE_ES_DESCRUI_AQUI_COM_A_PROCEDIMENT:** A dropdown menu with "100 Museu del cinema" selected.
- CODI_TIPUS_OBJECTE_EDUCATIU:** A dropdown menu with "99 Audiovisual" selected.
- COMENTARIS:** A large text area for comments.

Figura 74. Procediment. Atributs principals.

Un procediment té un codi identificador (`codi_conjunt_canvi_accio`). L'usuari pot assignar un nom al procediment (`nom_conjunt`). Es pot seleccionar l'activitat (objecte educatiu és sinònim d'activitat) que s'està definint com a procediment (`codi_objecte_educatiu_que_es_descrui_aqui_com_a_procediment`). Aquest codi és el

codi_unic de la taula unica on s'ha definit aquest objecte educatiu. Es pot seleccionar el tipus d'objecte educatiu (codi_tipus_objecte_educatiu). A comentaris l'usuari pot introduir el text descriptiu o la informació que consideri.

CONJUNT_CANVI_ACCIO_INTEGRANT	
CODI_INTEGRANT	
59	Percepció de Imatge d'uns camps origina output EX_1_idea_imatge_camps
60	Percepció de text_parlat: "Benvinguts al museu del gra i la palla" origina idea EX_1_txt_parlat_Benvinguts_idea
61	Percepció de text_escrit "Museu del gra i la palla" origina idea 1
62	Percepció imatge d'una falç origina output idea_falç_segarr
63	Percepció de text_escrit: "falç"origina output idea 2

Figura 75. Accions que integren un procediment

Es poden seleccionar accions que integren un procediment.

Per obtenir les idees incloses en un objecte educatiu es pot elegir un procediment i llavors buscar les acció seleccionades; a continuació es cerquen les accions que tenen com a output idees. Això es pot fer també quan un procediment està integrat per altres procediments.

Un objecte educatiu integrat per un sol element i definit per una sola acció de percepció es pot definir com a procediment també. A codi_objecte_educati_descrit s'hi selecciona l'objecte educatiu que també està seleccionat com a input a l'acció canvi. Per exemple, es selecciona l'acció de percepció a conjunt_canvi_accio_integrant. La creació d'un procediment a partir d'una acció de percepció d'un objecte educatiu es pot automatitzar. No caldria que el dissenyador introdueixi aquesta informació cada vegada.

Cal tenir present que, un objecte educatiu que es selecciona a codi_objecte_educatiu_descrit, ha de tenir, com a mínim, una acció. L'acció s'associa a un objecte educatiu quan es selecciona com a integrant del procediment. El prototipus no ho fa, però el programa desenvolupat hauria d'executar un procés automàtic per a crear un procediment a partir d'una sola acció quan sigui necessari i posteriorment, l'usuari, ompliria les dades que falten per a definir el procediment. Per exemple, a una acció de percepció on hi ha un recurs seleccionat a input li correspon expressar això com a un procediment on codi_objecte_educatiu_descrit és el recurs que està a input.

Cal que totes les acció estiguin seleccionades a un procediment. No hi poden haver accions isolades. Les accions isolades, com que no estan assignades a un procediment, podrien quedar fora dels càlculs automatitzats. Els càlculs automatitzats sovint tenen el seu inici en les dades introduïdes a procediment.

Així doncs, totes les accions han d'estar com a mínim a un procediment. Si un procediment es defineix només amb una acció cal crear aquest procediment amb una sola acció.

Cal tenir present que per a poder seleccionar un objecte_educatiu com a l'objecte educatiu que s'està definint amb el procediment, cal que es defineixin les accions necessàries en la seva totalitat; si per exemple, agafem només una part del museu no podem dir que sigui un disseny de tot el museu; cal crear un objecte_educatiu (i declarar que aquest objecte educatiu forma part del museu).

Procediment com a disseny o procediment com a execució:

CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO:

Figura 76. Selecció de disseny d'una execució

Un disseny és diferent que una execució. Les execucions ho són respecte a un disseny modelat (una activitat; un procediment) i podem introduir de manera explícita sobre quin disseny són les execucions. El prototipus permet definir un procediment com a disseny i un procediment com a execució. A `codi_disseny_o_execucio_tipus` es pot especificar si es tracta d'un disseny o d'una execució. Es pot establir també una relació entre un disseny i n execucions d'aquest disseny. L'atribut `codi_conjunt_del_qual_es_execucio` permet seleccionar el disseny del qual un procediment és execució. Aquest atribut també existeix per a les accions.

A nivell d'usuari, cal tenir present que, per introduir les dades de l'execució d'un procediment, es pot fer una còpia de totes les dades del disseny i omplir els atributs que només són propis de les execucions. Per exemple, seleccionar, durant l'avaluació, per a diferents conceptes verd (s'hi el concepte apareix a l'execució) o vermell (si el concepte no hi apareix) o inesperat (si es tracta de quelcom no contemplat al disseny). Una execució d'un procediment sempre conté la totalitat del procediment disseny o és un subconjunt del procediment disseny.

En la representació visual d'una execució les diferents accions executades poden quedar unides per una línia de precedència. Cal observar que, d'aquesta manera es representa també visualment l'ordre amb la que un agent ha executat les accions. Si hi ha accions col·laboratives, totes les línies d'unió de les accions d'un mateix agent es podrien distingir amb un color determinat.

Cal tenir present que en una mateixa exposició (per un mateix objecte educatiu) hi poden conviure diversos dissenys i diverses execucions de cada un dels dissenys. Per això és necessari seleccionar a atribut (`codi_conjunt_del_qual_es_execucio`) a quin disseny fa referència l'acció o el procediment.

NOM_ELECCIO

-
7.1 Disseny. Usuari elegeix una acció i ja està.
A interactiu_1 hi ha la primera pantalla amb 3 opcions per seleccio
Eleccio 1

Figura 77. Seleccionar l'elecció on l'acció era una opció.

També cal poder expressar quan una acció executada prové d'una elecció. Per a expressar això seleccionem al formulari acció l'elecció origen de l'acció (`nom_eleccio`). Si l'usuari prem la fletxa amb el ratolí pot observar la definició de l'elecció; les diferents opcions que havien estat definides en l'elecció.

Quan parlem d'avaluacions i paràmetres avaluables definirem les possibles comparacions entre l'execució i el disseny.

5.6.1 Introducció a la representació visual d'un procediment



Figura 78. Representació visual d'un procediment sense desplegar.

Un procediment està format per accions (que s'executen en sèrie o en paral·lel), per eleccions (en el cas que el procediment sigui un disseny) i per altres procediments inclosos dintre el procediment actual (que es mostren amb una icona de procediment i que l'usuari podria desplegar o plegar). Al desplegar un procediment podem observar les accions que l'integren i es representen visualment de manera conjunta.

Hi poden haver diferents representacions associades a un objecte educatiu. Pel que fa a les accions, cal diferenciar entre les accions que formen part d'un disseny i les accions que formen part d'una execució. El disseny es representaria amb un color i l'execució es representaria amb un altre color. Una altra opció seria utilitzar un marcador amb un color diferent al costat de cada una de les accions que formen part d'un disseny.

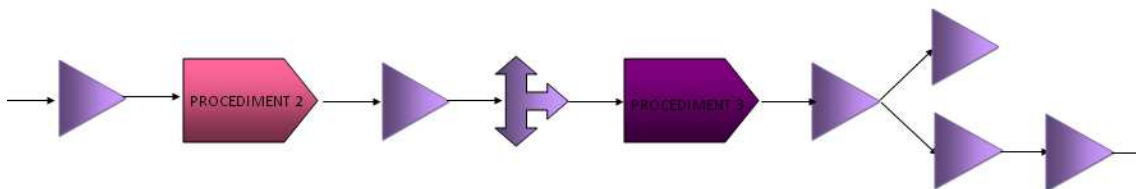


Figura 79. Un procediment integrat per accions, dos procediments i una elecció.

Cal distingir entre la representació visual d'un disseny i la representació visual d'una execució. A les dues figures que es presenten a continuació es poden observar aquestes dues representacions. Un disseny pot incloure la representació de les eleccions. Una execució només inclou accions executades realment.

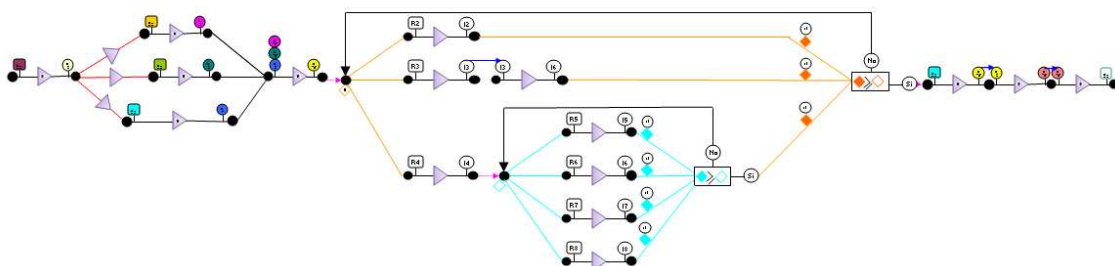


Figura 80. Procediment disseny desplegat

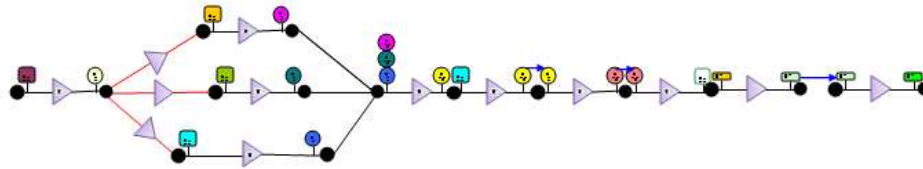


Figura 81. Procediment executiu desplegat

A continuació s'explica la representació visual del disseny.

En alguns casos, s'executen les accions en sèrie (seqüencials; una acció abans que l'anterior) i en altres casos en paral·lel (accions que s'executaran o es poden executar de manera simultània); si dues accions s'executen simultàniament (encara que sigui de manera parcialment coincidents) les considerem en paral·lel. És possible representar això explícitament a la representació visual.

La representació visual de la precedència entre accions és diferent que la d'obligació; la representació visual de la precedència és segons la posició que ocupa el node temps en la representació visual. Els node temps s'ubiquen de manera creixent d'esquerra a dreta. Així, quan més a l'esquerra de la representació visual ubiquem un node temps menor seria el seu valor de temps.

Alhora, la precedència, es podria representar amb línies contínues d'un determinat tipus que uniren dos nodes. Es pot deduir que hi ha precedència si dues accions comparteixen un node temps. En aquest cas es tractaria d'una simplificació de la representació.

La representació visual d'un procediment sempre comença amb un node inicial i finalitza amb un node final. La representació visual del node inicial i del node final del procediment es poden veure a la figura següent.

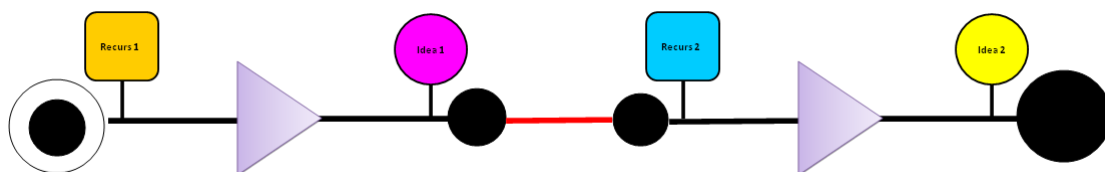


Figura 82. Node inicial i node final

Els node temps, com hem vist, es representen com a punts negres. Una acció sempre té dos node temps. En l'execució, entre dos node temps sempre hi ha d'haver definida una acció (encara que sigui una acció auxiliar). Cal recordar també que la dependència entre dues accions no és el resultat de compartir un node temps amb el mateix valor sinó perquè l'output d'una acció s'utilitza com a input de l'acció següent. La dependència es representa amb una fletxa de color blau que uneix els elements dependents.

Dues accions poden tenir un node temps amb el mateix valor. Això significa, simplement, que les dues accions comencen o finalitzen al mateix temps. Compartir un node temps no implica dependència entre accions. Els node temps es poden ordenar segons el seu valor real en les execucions. Un node amb un valor de temps real anterior és precedent d'un node posterior. Quan expressem un node en forma relativa a un altre node també expressem la precedència del primer envers el segon. Els node temps també es poden declarar com equivalents.

La precedència, en el disseny, no és necessari expressar-la amb línies. Com comentàvem, la precedència s'expressa visualment perquè pots ordenar els node_temps inici i final de l'acció en una línia de temps. Però no és necessari que hi hagi línies d'unió entre els node de les diferents accions. Si utilitzes els mateixos node significa que una acció s'executa a continuació de l'altre. Visualment és més entenedor per el dissenyador. Igual que si s'ordenen a la representació visual.

Per representar visualment que diverses accions pertanyen a un procediment sense utilitzar línies que uneixin els nodes temps, es podria fer posant un marcador d'un color o un símbol al costat de cada una de les accions, al costat de cada una de les eleccions (la seva representació) i al costat d'altres procediments no desplegats que defineixen el procediment.

Així doncs, tenim diferents sistemes per a mostrar la precedència; en l'execució, es poden unir accions amb línies de precedència formant una xarxa; aquesta manera pot ser útil quan hi ha diversos procediments.

Per a l'execució es necessita introduir algunes accions auxiliars. Amb la unió de les diferents accions mitjançant línies de precedència (serien accions auxiliars en realitat) és possible visualitzar si les accions s'executen en sèrie (de manera seqüencial una darrera l'altre) o en paral·lel (algunes accions simultàniament). Les accions poden portar també una icona de color que representa l'actor o conjunt d'actors que executa l'acció. Cal recordar que un procediment pot tenir diferents actors que hi executen accions.

Més avall parlarem de la representació visual d'una elecció.

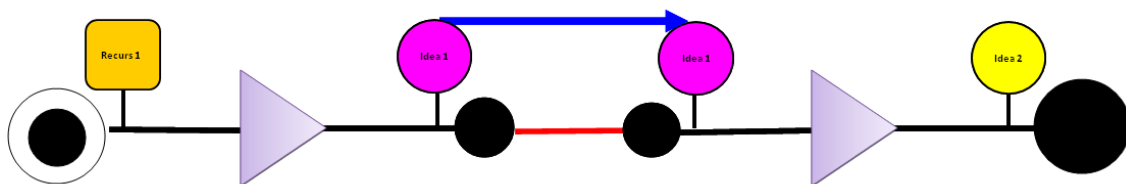


Figura 83. Una dependència entre dues accions d'un procediment

Recordem també que podem utilitzar una representació visual per mostrar les dependències. En la figura anterior es mostra, en blau, la representació visual de la dependència entre dues accions. Totes les accions d'aquest diagrama tenen node_temps ordenats de manera que podem observar l'ordre amb el que, segons el dissenyador, ocorren les coses.

5.6.2 Accions d'un procediment

Com ja hem anat comentant, podem seleccionar les accions que integren un procediment. Les accions es poden executar en sèrie o en paral·lel (simultàniament). A procediment al formulari conjunt `canvi_accio_integrant` es poden seleccionar totes les accions d'un procediment.

5.6.3 Eleccions d'un procediment

En alguns casos, el dissenyador, pot voler expressar que el visitant elegeix accions entre diferents opcions disponibles. En la majoria de casos, el dissenyador, pot determinar les diferents opcions que tindrà el visitant en un moment determinat. El dissenyador defineix una elecció perquè coneix el moment en el que hi ha aquesta elecció i vol que quedi definit explícitament al disseny. Cal aclarir això, perquè és evident que, un usuari, està elegint contínuament entre diferents accions; l'usuari decideix percebre, decideix executar una acció de producció... però aquestes eleccions les suposem implícites en el disseny. Així doncs, no és necessari representar que, contínuament, el visitant executa eleccions. Només utilitzarem eleccions quan el dissenyador planteja obertament diferents opcions al visitant i, a més, el dissenyador vol avaluar paràmetres relacionats amb les possibilitats d'elecció. Per exemple, entre les opcions possibles que tenien en aquest punt de l'execució de l'objecte educatiu, quina ha estat l'acció més elegida per els visitants?

És important no confondre la representació d'una elecció amb la representació d'una execució en paral·lel o un disseny en paral·lel. Cal adonar-se que una elecció té una representació visual semblant a un disseny d'accions en paral·lel però que són conceptes diferents. Cal adonar-se també que una elecció també hauria d'informar, a banda de les accions entre les quals és possible elegir, sobre si es poden executar en sèrie o es poden executar en paral·lel segons el dissenyador. Es podria utilitzar un atribut per a diferenciar això.

Les eleccions es defineixen en el disseny del procediment. S'enllacen o queden ordenades amb les accions mitjançant nodes temps. Accions i eleccions poden compartir, així, `node_temps`. Les opcions d'una elecció, en les execucions reals, quedaran substituïdes per seqüències d'accions realment executades. En l'execució, quan s'introdueixen les accions executades, es selecciona, per a cada acció executada, de quina elecció provenen.

Figura 84. Eleccions incloses a un procediment

En un disseny hi haurà diverses eleccions en diferents punts. El formulari procediment conté un subformulari on es poden introduir les eleccions que el dissenyador incorpora al procediment. En el subformulari s’hi poden seleccionar diverses eleccions.

Figura 85. Formulari definició d’una elecció

Una elecció és quelcom que ocorre entre dos node_temps . Una elecció tindrà el seu inici en un node temps (codi_node_eleccio_inici_rombe) i finalitzarà en un altre node temps (codi_node_eleccio_final_rombe). El visitant té disponibles les opcions en un node temps inici. El node temps inici representa, així, el moment en el que té lloc l’elecció. Aquests node temps coincidirà amb el node temps final d’una acció. En alguns casos d’una acció auxiliar. En el disseny, cal definir, així, entre quins dos node tindran lloc les eleccions. Una elecció es basa en que el codi_node_eleccio_inici_rombe sigui un node_final d’una acció coneguda (encara que sigui una acció auxiliar) i el codi_node_eleccio_final_rombe sigui un node_inici d’una acció (encara que sigui una

acció auxiliar). L'elecció s'executa automàticament al arribar al node inicial de l'elecció.

Representació visual d'una elecció:

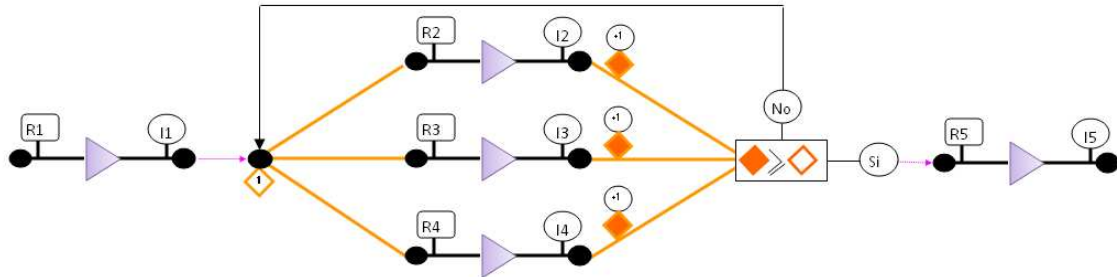


Figura 86. Representació visual d'una elecció

Si no hi ha coincidència entre node_final acció anterior i node on s'ha de fer elecció (observar que aquí elecció és una acció implícita) cal utilitzar una acció auxiliar. Les accions auxiliars es poden representar com a línies vermelles. Cal observar que en la representació visual es podria utilitzar el node_final de l'acció anterior a l'elecció com a node_inici_elecció i això podria ajudar a la comprensió. Així doncs la manera d'expressar això dependrà del dissenyador.

En una elecció, les diferents possibilitats poden quedar expressades de manera explícita o de manera implícita. A la figura anterior vèiem una representació visual explícita. És recomanable incorporar una elecció al disseny quan és possible definir de manera explícita totes les opcions disponibles per a l'actor que executa el procediment. Tanmateix, això no sempre és possible; per això també desenvolupem en aquesta tesi el tractament de les eleccions en les quals totes les opcions no es defineixen de manera explícita. Imaginem per exemple, que volem determinar el recorregut entre diversos elements. No cal definir de manera explícita tots els recorreguts (totes les accions de moviment) possibles de l'activitat educativa. De fet, si el nombre d'elements és elevat, això seria inviable fer-ho de forma manual per el dissenyador de l'activitat. En alguns casos es podrien calcular les opcions amb processos automàtics incorporats al programa. Així doncs, tenint present els nostres objectius, no és necessari que el disseny inclogui tots els recorreguts possibles que els visitants poden executar (en alguns casos hi ha una explosió combinatòria davant el nombre d'opcions possibles). Els processos de càlcul automàtic de recorreguts possibles atenent al nombre de posicions de l'activitat educativa, no han estat implementats.

El resultat d'una elecció és l'execució de l'acció elegida.

Pel que fa als atributs d'una elecció; cada elecció té el codi_eleccio. També té un nom_eleccio on el dissenyador introdueix un nom que identifiqui clarament l'elecció. El codi_tipus_desplegament_eleccio ens indica davant de quin tipus d'elecció estem.

Figura 87. Selecció del el tipus d'elecció definida.

Es selecciona el `codi_node_eleccio_inici_rombe`, que és el node on l'actor haurà d'elegir entre les diferents opcions. Es selecciona també, el `codi_node_eleccio_final_rombe`, el node temps on finalitzen les accions elegides.

És possible utilitzar un procés automàtic per mostrar l'acció anterior a l'elecció i l'acció posterior a l'elecció a partir del node seleccionat com a inici de l'elecció i final de l'elecció. A la figura següent al prémer els dos botons (`accio_anterior` i `accio_seguent`) es mostren les accions relacionades.

Figura 88. Botons per a mostrar acció anterior i acció següent

A continuació, al subformulari `eleccio_sf_accions` s'hi poden seleccionar les accions elegibles a partir del `node_eleccio_inici_rombe`. Cada acció elegible està definida amb els seu `node_temps_inici` i el seu `node_temps_final`; el valor del `node_eleccio_final_rombe` serà diferent segons quina sigui la darrera acció elegida.

Quan modelem l'execució, declarant equivalències entre node temps, podríem fer coincidir el `node_final` de la darrera acció amb el `node_eleccio_final_rombe`. Si el dissenyador coneix quina acció vindrà a continuació de les accions elegides podria seleccionar com a `node_eleccio_final_rombe` el `node_inici` de l'acció següent. En qualsevol cas, el `codi_node_eleccio_final_rombe` es defineix com el node que s'assignarà (es declararà com equivalent) al darrer node de l'acció executada en una elecció i també serà assignat al `node_inici` de l'acció següent.

A continuació, en primer lloc, tractarem el model conceptual i la representació visual de les eleccions on les opcions es poden definir de manera explícita. Més endavant tractarem les eleccions on no és possible o no és recomanable introduir totes les opcions.

Declaració explícita d'opcions:

En els casos que es coneixen les diferents accions potencialment elegibles diem que les opcions són explícites. A cada elecció s'introdueixen com a opcions elegibles les diverses accions. Són opcions explícites perquè es poden descriure les diferents opcions com accions; recordem que cada acció té un `node_temps_inici` i un `node_temps_final` diferent; cal adonar-se també que, a continuació de cada acció que és una opció, potser cal executar diverses accions (seqüències d'accions en sèrie o en paral·lel) que també les estàs elegint al triar la primera acció de la xarxa d'accions o cadena d'accions. Així doncs les opcions, en realitat, no són només d'una acció sinó de seqüències d'accions.

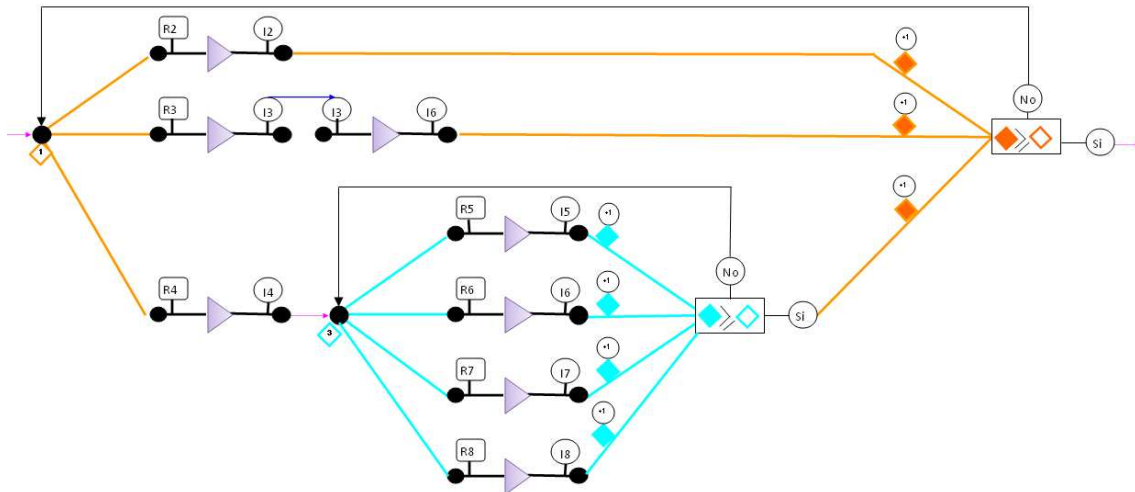


Figura 89. Representació visual d'eleccions

A la figura anterior hi podem observar una representació visual de diverses eleccions introduïdes per el dissenyador. Cal observar que, tal com es mostra també a la figura anterior, hi poden haver eleccions dintre altres eleccions. Això serà especialment útil per a representar interactius.

Cal adonar-se que, conceptualment, les accions obligades per el dissenyador són equivalents a una elecció en la que cal elegir totes les opcions.

Per a representar visualment una elecció s'utilitza un símbol que s'afegeix a un node_temps que és el seleccionat a codi_node_eleccio_inici_rombe. S'utilitza el mateix símbol i color per a representar el node on finalitza tota l'elecció.

Nombre accions a elegir:

Una elecció entre diferents opcions implica elegir un nombre determinat de les accions possibles. Hi hauria un nombre mínim d'accions que cal elegir i executar i un nombre màxim. Això es pot entendre si pensem en educació formal, quan un professor demana els alumnes que executin un mínim de x exercicis (equivalents a accions) d'un total de n exercicis. Mentre el nombre d'accions elegides està entre el mínim i el màxim es podria continuar elegint altres accions. Al mateix temps, si el valor mínim i màxim tenen el valor 1 només caldrà elegir una de les accions disponibles.

Per poder modelar el nombre d'accions mínim a elegir i el nombre d'accions màxim a elegir s'han definit els següents atributs:

ELECCIO	
CODI_ELECCIO	5
NOM_ELECCIO:	A interactiu_1 hi ha la primera pantalla amb 3 opcions per seleccionar
CODI_TIPUS_DESPLEGAMENT_ELECCIO:	3 Elecció de x accions entre N accions.
NOMBRE_MINIM_ELECCIONS:	1
NOMBRE_MAXIM_ELECCIONS:	3
NOMBRE_ELECCIONS_ACTUAL:	0

Figura 90. Eleccions. Nombre mínim i màxim d'accions a elegir.

El nombre_minim_eleccions és el nombre mínim d'eleccions que cal executar en l'elecció actual. El nombre_maxim_eleccions és el nombre màxim d'eleccions que es poden executar en l'elecció actual. El nombre_eleccions_actual és un comptador. El comptador té un valor igual al nombre d'accions elegides. Al iniciar una elecció el valor és zero.

Els nombre màxim i nombre mínim es poden representar també a la representació visual.

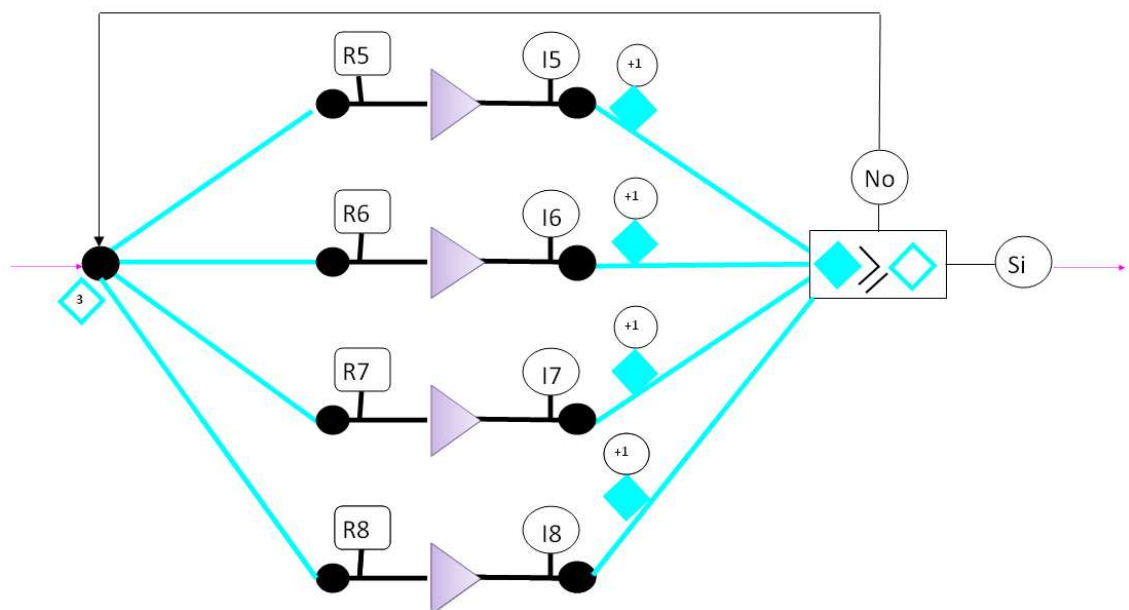


Figura 91. Elecció. Representació visual d'un comparador.

Si observem la figura anterior, podem comprendre la representació visual d'una elecció. El visitant arriba al node_temps on hi ha una elecció (el node de l'esquerra de la imatge). A la representació visual observem un rombe al costat del node temps inicial. A l'interior del rombe hi ha el nombre_mínim_eleccions per aquesta elecció (aquest valor és un valor que ha introduït el dissenyador). El visitant pot elegir entre 4 accions en aquest cas. El visitant elegeix una acció i l'executa. Un cop executada l'acció el nombre_eleccions_actual (representat per un rombe pintat) suma +1 al valor que tenia (a l'inici el nombre_eleccions_actual és zero; per tant ara tindria el valor 1). Llavors es fa una comparació entre valors (la comparació està representada en un node en forma de rectangle que conté la representació simbòlica de la comparació). Es compara el

nombre_eleccions_actual (rombe de color) amb el nombre_minim_eleccions. Si el nombre_minim_eleccions és menor que nombre_eleccions_actual es retorna al node inicial de l'elecció i cal que el visitant elegeixi una altre acció (es segueix la línia que té un NO anotat). Si nombre_eleccions_actual és major o igual que el nombre_minim_eleccions l'elecció finalitza (es segueix la línia que té un SI anotat). A partir d'aquí es continua amb les accions que s'hagin definit a continuació de l'elecció. Al rectangle també es pot comparar que el nombre_eleccions_actual sigui inferior al nombre_maxim_eleccions (en el cas que el dissenyador l'hagi definit).

Recordem que a la figura anterior a cada elecció li correspon una acció però que, en realitat, a continuació de l'acció elegida normalment hi apareixen més accions. Al finalitzar totes les accions de la seqüència d'una branca de l'elecció (una acció a la figura anterior) el nombre_eleccions_actual passaria a ser el valor anterior +1.

Si a partir del node final d'una de les accions hi ha l'inici d'una altre elecció s'executaria. Es portaria a terme una comparació de valors tal com s'ha definit. Al finalitzar aquesta elecció el comptador nombre_eleccions_actual passaria a ser el valor actual +1.

Cal observar que, si una elecció ja s'ha fet no es pot tornar a elegir quan es torna al punt elecció. La opció ja no està disponible. Hi hauria un marcador que canvia a no_elegible quan una acció s'ha elegit.

Duració de les accions elegides en una elecció:

Cal adonar-se que, si en un disseny hi ha eleccions, no es pot calcular una duració exacte de l'exposició. Imaginem que hi ha tres opcions. Una necessita 10 per ser executada, l'altre 50 i l'altre 90. L'elecció finalitza en un node temps. Aquest node no es pot expressar en relatiu a un altre node perquè tindrà un valor diferent depenent del camí elegit. En uns casos serà +10, +50 o +90 però no podem expressar aquest node en relatiu a cap altre node. El que sí que es pot expressar és que un node és posterior a un altre node mitjançant els formularis d'equivalència entre node temps corresponents.

El valor del node final de l'elecció es calcularia a partir de les accions seleccionades en l'execució.

Declaració implícita d'opcions:

En alguns casos, no cal o no és possible explicitar totes les accions possibles. Per exemple, no cal tenir introduïdes totes les possibles combinacions d'accions de moviment que els visitants poden efectuar a una gran sala d'un museu amb moltes opcions per elegir o totes les combinacions de recorreguts possibles per una pàgina web. Introduir totes les opcions resultaria en el que podem anomenar una explosió combinatoria. Però, en alguns casos, es poden generar les opcions de manera automàtica mitjançant programació. En altres casos no és necessari generar totes les opcions en la fase de disseny. En qualsevol cas, el model permet definir aquest tipus d'eleccions. Es pot utilitzar l'atribut text i el tipus de elecció per donar una idea a l'usuari de com es pot tractar aquesta informació. En aquests casos, per els objectius de la tesi, no és necessari

definir processos per a calcular automàticament opcions. Ho deixem com a informació implícita, que el dissenyador o l'avaluador, poden consultar a la descripció de l'elecció.

Si no és possible introduir les accions a elegir (accions explícites) és possible crear una acció auxiliar que tingui una descripció textual. Si les accions no es poden explicitar és possible fer-ho amb un text acció descripció o també és possible fer-ho amb el tipus d'acció que es selecciona.

Tipus d'eleccions:

Taula 7. Tipus d'elecció

Tipus elecció		
Codi	Tipus elecció	Descripció
3	Elecció de x accions entre N accions.	Explícita. Elecció quan es coneixen i es poden definir les accions que són opcions.
2	Elecció de recorregut entre n punts que passi per n-x punts	Implícita. Molt relacionada amb codi 7. Es podria crear un procés automatitzat per a calcular les accions i les seqüències possibles a partir de la introducció de les posicions potencials.
7	Moviment des de una posició A coneguda a qualsevol posició.	Implícita. Moviment d'entrada cap a qualsevol de les posicions Divergència. Relacionada amb codi 2. Relacionada amb la codi 8 .
8	Moviment de qualsevol posició entre n posicions fins a una posició B coneguda.	Implícita. Relacionada amb el codi 2. Molt relacionada amb la codi 7. Per exemple, moviment de qualsevol posició d'una sala cap a l'entrada de la sala següent. O moviment de qualsevol posició cap a la sortida.
6	En paral·lel.	No implementada. No modelada. Seria quan algunes de les accions a elegir es poden executar simultàniament.

Cal entendre que es poden crear altres tipologies i es podria definir la manera d'expressar-se tant en representació visual com en forma de dades emmagatzemades.

5.6.4 Procediments dintre un procediment

PROCEDIMENT.CONJUNT.

CODI_CONJUNT_CANVI_ACCIO: 9

CODI_DISENY_O_EXECUCIO_TIPUS: 2 Disseny CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO: []

NOM_CONJUNT: Museu del cinema de Girona (tot el museu)

CODI_OBJECTE_EDUCATIU_QUE_ES_DESCRUI_AQUI_COM_A_PROCEDIMENT: 135 Museu del cinema de Girona

CODI_TIPUS_OBJECTE_EDUCATIU: 206 Museu presencial

COMENTARIS: []

CANVI_ACCIO | ELECCIONS | CONJUNTS INTEGRANTS | EQUIVALENCIES ENTRE NODE TEMPS | AJUDA

CONJUNT CONJUNT		
CODI_CONJUNT_INTEGRANT		
7	Museu Cinema disseny de l'audiovisual per a visita per a escolars	MOSTRA_CONJUNT
8	Vitrina estera Xina (Museu del Cinema) disseny_1	MOSTRA_CONJUNT
23	Teatre ombres xineses	MOSTRA_CONJUNT
24	Vitrina bastons projecten ombres	MOSTRA_CONJUNT
1	V1_R1 (objecte_educatiu) de V1 PRO 302 V1_R2 (objecte_educatiu) de V1 PRO 303 V1_R3 (objecte_educatiu) de V1 PRO 304	MOSTRA_CONJUNT
	Vitrina bastons projecten ombres 427 Vitrina estera Xina (Museu del Cinema) 141 Vitrina estera Xina (Museu del Cinema) 141 Vitrina ombres xineses disseny 144 Vitrina ombres xineses (OPCIO_1D2) 149	

Figura 92. Procediments inclosos dintre un procediment

Tal com hem vist, per expressar un objecte educatiu (activitat educativa) com a procediment s'utilitzen accions, eleccions i altres procediments (objectes educatius definits com a procediment). Es declaren les precedències mitjançant el formulari d'equivalències entre node temps.

L'encadenament entre accions, eleccions i altres procediments que integren un procediment, es fa a partir dels node temps coincidents. En la representació visual, és possible interpretar les línies contínues que uneixen nodes com a precedències; com quelcom que cal recórrer completament un cop l'actor que executa l'acció es situa sobre un node temps a partir del qual s'inicia una línia. Així, dos nodes temps units per una línia significa que el dissenyador considera que si s'executa l'acció anterior probablement s'executarà a continuació l'acció següent.

Els objectes educatius expressats com a procediments, es poden encadenar amb altres objectes educatius perquè tindran nodes temps declarats com equivalents. Si hi ha coincidència entre els node temps que defineixen una acció seleccionada a accions integrants d'un procediment i una acció que és la primera d'un altre procediment ja definit, llavors apareixen relacionats en la representació visual del disseny. Si no hi ha coincidència no apareixen relacionats a la representació visual del disseny. Tot el que pertany a un procediment queda explícit en el formulari del procediment.

Quan definim el disseny d'un objecte educatiu com a procediment es poden definir les eleccions que hi estan integrades.

Cal recordar que, si definim un objecte educatiu com un procediment, definim l'objecte no físicament sinó a partir de les accions que es porten a terme per a poder executar l'objecte educatiu. En canvi, quan definim un objecte educatiu amb declaracions de pertinença es defineixen els integrants d'un objecte educatiu i els intervals de temps en els quals existeixen i estan integrats a l'objecte. Hi ha una correspondència entre la

descripció de l'objecte amb declaracions i les accions que utilitzen aquest objecte educatiu. Així amb declaracions es pot definir l'objecte educatiu a partir dels recursos que l'integren i, al mateix temps, els intervals de temps d'existència dels integrants; en canvi, quan un objecte està definit com a procediment es poden observar les accions relacionades amb aquest objecte educatiu.

Per tenir una representació visual completa d'un procediment caldrien diferents vistes de la informació. Però no només hi ha d'haver la informació representada visualment sinó que la informació alfanumèrica introduïda ha de coincidir amb la representació visual. L'objectiu és que el model sigui suficient per a poder contenir explícitament o de manera calculable (calculat a partir de la informació explícita introduïda al prototipus) la informació que permet respondre al major nombre de preguntes possibles relatives al disseny o a l'execució (obtenir el major nombre de paràmetres que hem definit a l'apartat paràmetres).

Com veurem hi ha els paràmetres que s'obtenen amb avaluacions (treball de camp que l'avaluador ha de fer) i els paràmetres que serien consultes a les dades emmagatzemades segons el model que hem definit. Recordem que, una consulta, seria l'execució d'un procés automàtic sobre les dades explícites entrades o presents de manera que obtenim la informació que estem consultant.

5.6.5 Tipus d'obligacions i la seva representació visual

En apartats anteriors s'ha mencionat el concepte d'obligació. A continuació s'aprofundeix en aquest concepte. Una acció obligada és una acció que cal que sigui executada per alguna de les raons que es descriuran a continuació. Hi ha diversos tipus d'obligació: l'obligació per dependència; l'obligació per el dissenyador; l'obligació d'elecció i , finalment, l'obligació per ordre d'execució.

- a) Obligació per dependència compartint output i input.
- b) Obligació per dependència d'estats.
- c) Obligació per el dissenyador.
- d) Obligació per el dissenyador d'execució en un ordre determinat.
- d) Obligació d'elecció feta per el dissenyador.
- e) Obligació d'ordre d'execució (obligada per recorregut de l'executor).

En l'obligació per dependència compartint output i input, l'output de l'acció anterior és necessari com a input de l'acció posterior.

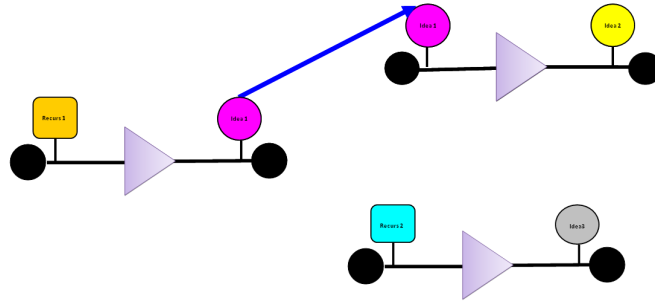


Figura 93. Obligació per dependència compartint input i output simple.

A la figura anterior, tenim accions amb els seus node_temps. En aquest exemple es pot observar que hi ha dependència entre dues accions. La fletxa blava que uneix les dues idees és la representació visual de l'obligació per dependència; també es pot observar que les accions formen part del mateix procediment; que hi ha precedència entre les dues accions; que les accions estan ordenades segons els node temps. El node_final de la primera acció, no té perquè ser coincident amb el node_inicial de la segona. Si, segons el dissenyador, són coincidents, es podria declarar que els dos node són equivalents o directament utilitzar, com a simplificació, el node_final de l'acció anterior com a node_inici de l'acció posterior.

En alguns casos poden ser necessaris diversos inputs per a poder executar una acció. Ho anomenem dependència múltiple.

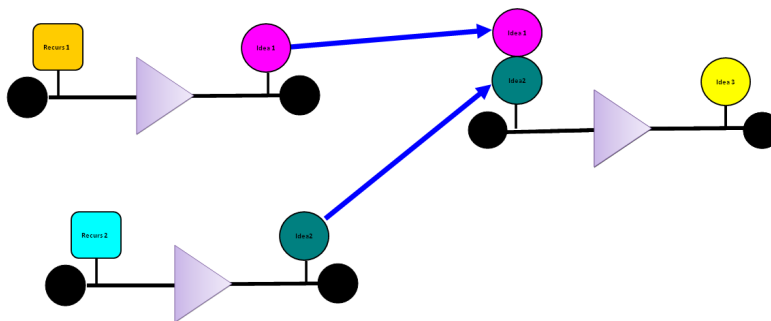


Figura 94. Obligació per dependència compartint input i output múltiple.

En el model conceptual, obligada per dependència queda també implícit a les dades emmagatzemades perquè es pot comprovar quins input són output d'una acció precedent.

Una **obligació per dependència d'estats** (sense compartir output i input) indica que per poder executar una acció cal haver executat una altre acció però que no es comparteixen input i output. Només els estats finals de l'acció anterior serien necessaris a estat inicial de l'acció posterior. Hi ha, per exemple, una dependència física (primer ha de passar una cosa i després l'altre).

Per a la representació visual d'aquest tipus d'obligació es podrien unir els símbols d'acció de les dues accions relacionades amb una fletxa de dependència. En accions de moviment es podrien indicar el pas d'una posició a la següent si unim les posicions amb fletxes. També, es podria optar per a representar els estats en els nodes (per exemple, en les accions d'interacció o les accions genèriques). En aquest darrer cas, es representaria

la dependència amb una fletxa entre l'estat compartit per l'acció anterior i l'acció posterior (vegeu figura següent). Cal recordar aquí que definíem una acció com a un tipus de canvi. Un canvi es defineix com un conjunt d'estats inicials i un conjunt d'estats finals.

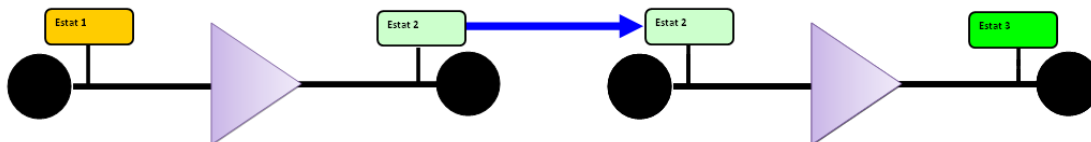


Figura 95. Obligació per dependència d'estats.

És **obligada per el dissenyador** quan el dissenyador obliga a fer-la com a part de l'activitat però que no té perquè estar obligada per dependència amb altres accions. En educació formal, obligada per el dissenyador significaria, simplement, que l'alumne està obligat a executar una acció determinada perquè el professor ho considera necessari. En una exposició o objecte educatiu d'un museu, obligada per el dissenyador, s'interpretaria com que el dissenyador considera que per assolir els objectius educatius el visitant estaria obligat a executar una determinada acció o conjunt d'accions. En el model conceptual, per indicar que una acció és obligada per el dissenyador es fa mitjançant un atribut. Es selecciona acció obligada segons el dissenyador. L'obligació per el dissenyador es representa amb la fletxa d'obligació dintre el triangle que representa l'acció.

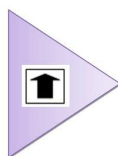


Figura 96. Acció obligada per el dissenyador

Una acció no obligada per el dissenyador es pot considerar una elecció on el nombre_minim_eleccions és zero.

És **obligació per el dissenyador d'execució en un ordre determinat** quan el dissenyador no només indica que una acció és obligatòria sinó que indica l'ordre amb el qual s'han d'executar les accions. Per a representar visualment l'obligació que les accions s'executin en un ordre determinat es poden unir els node_temps de les diferents accions amb una línia unió que indiqui l'obligació d'execució en un ordre determinat. El dissenyador considera que les accions s'executaran en una determinada seqüència. Quan el dissenyador uneix el node_temps final d'una acció amb el node_inici de l'acció següent està expressant una obligació d'execució en un ordre determinat. Així, quan les accions estan isolades (no tenen node temps en comú amb cap altre acció) estem dient també que l'usuari pot elegir. Tanmateix, en aquest cas, són accions que no cal representar com eleccions.

Cal adonar-se també que les obligacions per dependència i les obligacions d'elecció quan nombre_minim_eleccions i nombre_maxim_eleccions tenen valor 1 és també una obligació d'execució en un ordre determinat.

Una **obligació per elecció** seria quan el dissenyador obliga a elegir un nombre determinat d'accions entre unes accions possibles; ja ho hem explicat més amunt al descriure les eleccions. Aquest tipus d'obligació no obligaria a elegir una acció concreta sinó a elegir un nombre concret d'accions entre un conjunt d'accions potencials. Podria semblar que les accions obligades per el dissenyador són en realitat accions amb obligació per elecció que tenen un `nombre_minim_eleccions` major de 1. Però una obligada per el dissenyador és una acció obligada amb independència de les accions que executi l'actor. No és una que elegeixes entre moltes.

Finalment la **obligada per ordre d'execució** seria que, en el cas que l'actor executi una acció, llavors queda obligat a executar altres accions i a fer-ho en un ordre determinat.

Cal adonar-nos que, en una cadena d'accions vinculades entre elles per obligació de dependència o d'execució en un ordre determinat, la primera podria ser una elecció on el `nombre_minim_eleccions` és zero (equival a acció no obligada) i la resta són eleccions amb `nombre_minim_eleccions` i `nombre_maxim_eleccions` és de valor 1. Si no s'executa la primera acció de la cadena, llavors no hi ha obligació d'executar les següents accions.

Hi podria haver també obligació per dependència entre dues accions però que la primera acció no fos obligada (`nombre_minim_execucions` és zero). El concepte d'obligada per execució és així una conseqüència que l'executor decideixi executar una acció que desencadena aquesta dependència. La representació visual d'algunes obligacions quedaria, en aquest cas, de forma no explícita.

La resta d'accions es poden considerar no obligades. Es tracta d'aquelles accions que no estan definides com obligades per el dissenyador, que no són obligades perquè no hi ha dependència amb altres accions i que no són obligades en una elecció ni tampoc són obligades per haver elegit un determinat ordre d'execució de les accions.

A continuació es presenten diferents exemples de representació visual relacionades amb les obligacions.

En sèrie:

Exemple a.1.) Disseny. Accions no obligades per dependència. No obligades per el dissenyador. No obligació d'elecció feta per el dissenyador (observeu que dintre el rombe hi ha el valor zero). No obligació d'ordre d'execució. No condicionada a un ordre.

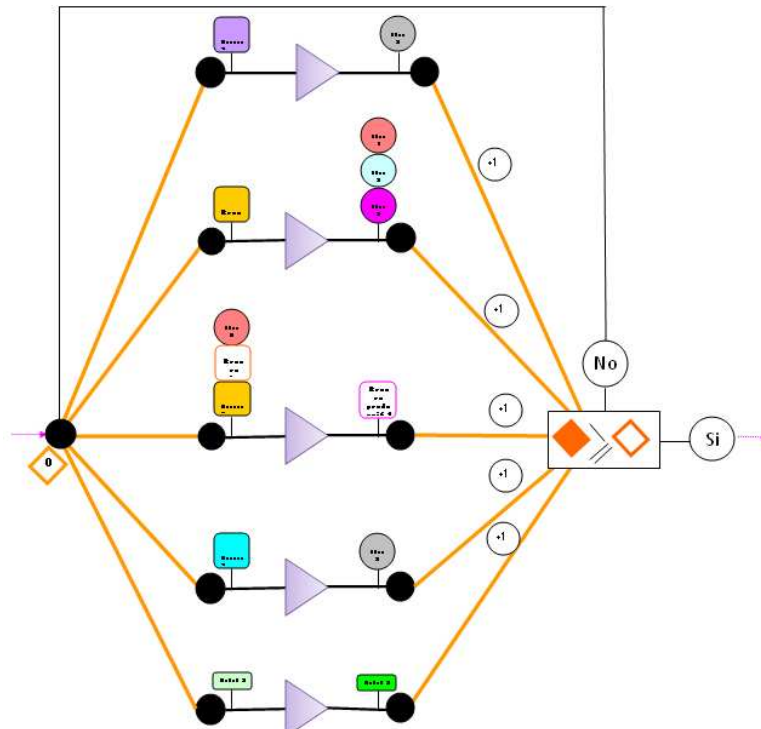


Figura 97. Representació visual. Accions No obligades.

Es pot expressar com una elecció amb el valor mínim d'eleccions igual a zero. En aquest cas els node_temps del disseny no queden ordenats de manera que a l'esquerra hi tindrem els node_temps amb un valor de temps menor. En el disseny d'una elecció la precedència no queda expressada. Només es pot intuir la precedència quan hi ha algun tipus d'obligació. Si no hi ha obligacions d'elecció, per a simplificar la representació visual, podríem posar les accions en el diagrama sense necessitat de dibuixar les línies d'elecció.

Exemple: a.1.1) No utilització de outputs de l'anterior acció com a inputs. No dependència. És obligada per el dissenyador. És no obligació d'ordre d'execució

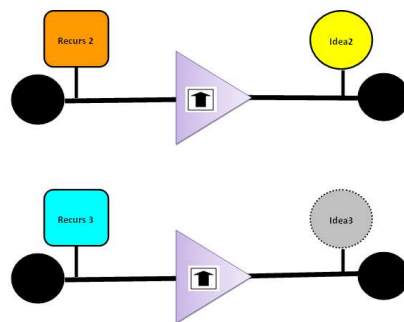


Figura 98. Representació visual. Accions obligades pel dissenyador

Exemple: a.2) Obligades per el dissenyador. Obligació d'ordre d'execució. (Execució condicionada a un ordre). Execució en sèrie.

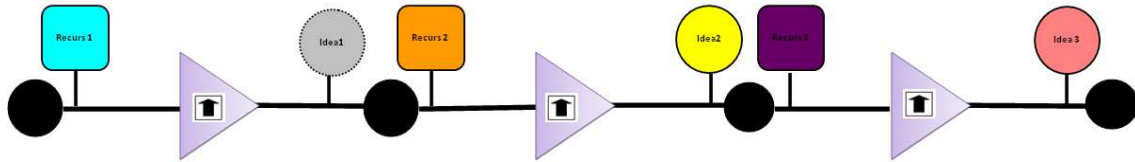


Figura 99. Representació visual. Accions. Obligació d'ordre d'execució.

En aquest cas, utilitzant els mateixos node_temps el dissenyador indica que cal executar les accions en aquest ordre.

Exemple: a.2.2) Obligades per dependència. Obligades per el dissenyador. Obligació d'ordre d'execució. Execució en sèrie.

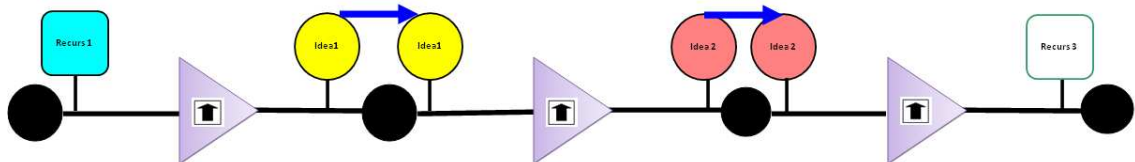


Figura 100. Representació visual. Obligacions per dependència.

Es pot simplificar la representació visual com a :

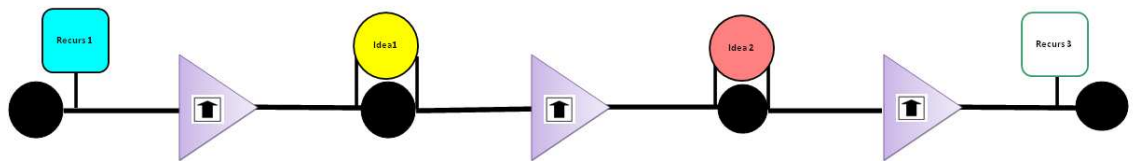


Figura 101. Representació visual. Obligacions per dependència. Simplificat.

Encara que d'aquesta manera perdem les línies de obligació de dependència per input-output.

En paral·lel:

Hi ha dissenys en paral·lel també. Dissenys en paral·lel poden estar formats per accions obligades per el dissenyador o per accions no obligades.

Quan representem un **disseny** d'un procediment en paral·lel és que el dissenyador espera que s'executin de forma simultània.

Quan representem una **execució** en paral·lel és que s'han executat de forma simultània (cal recordar que, en una execució, totes les accions que apareixen han estat executades). Així, execució en paral·lel és quan dues accions s'executen de manera simultània (o parcialment simultània) en algun moment de l'execució. No cal que tinguin una línia que les uneixi. En les execucions podem observar que dues execucions s'executen en paral·lel perquè llegim la representació visual d'esquerra a dreta.

La representació visual es pot fer unint tots els node_temps. Consulta acció auxiliar per a més reflexions relacionades amb la representació visual en paral·lel.

Representar els nodes temps comuns seria utilitzar el mateix node inicial i el mateix node final per a diverses accions. Tenir dues accions amb el mateix node temps inici o final indica que han començat i han finalitzat al mateix temps. Si no comencen al mateix temps a ser executades cal utilitzar les accions auxiliars. Recordar que les accions auxiliars es poden representar com una línia que uneix dos nodes.

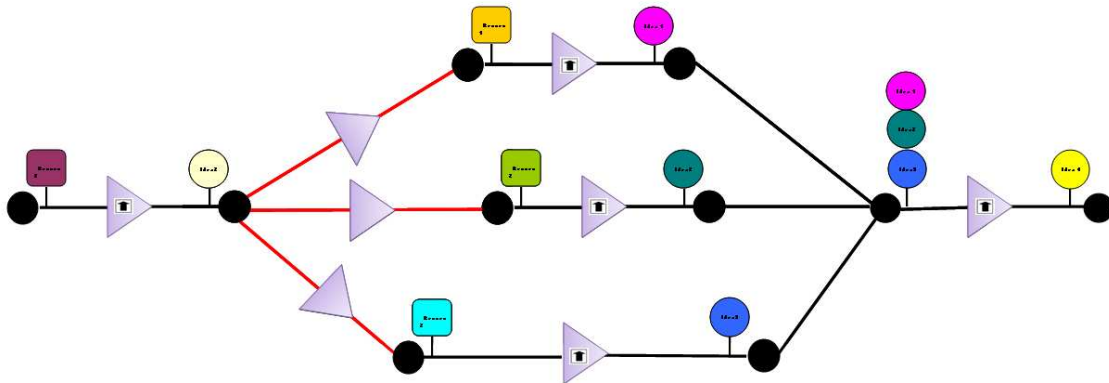


Figura 102. Representació visual. Execució. Accions en paral·lel

Les dependències (fletxa blava que uniria els output i input) no estan representades.

En una execució en paral·lel i hi ha accions d'espera perquè comencen totes en diferents node temps i després d'un node temps determinat. Comencen a un inici node temps diferent cada una. L'acció auxiliar permet expressar aquesta espera.

Les accions en paral·lel poden ser de les mateixes tipologies que descrivíem per accions en sèrie. Poden ser no condicionades a un ordre. Les accions en paral·lel sempre són de no utilització de outuputs de les accions que s'executen en paral·lel com a inputs d'una de les accions que s'executen en paral·lel.

En paral·lel podria indica que totes s'han d'executar o es poden executar entre un interval de temps sense especificar en quin moment; llavors el node_temps seria comú a un punt (el punt on es poden començar a executar) i comú al final (quan totes han d'haver finalitzat) però apareixerien node_temps a cada branca particulars). Les accions es podrien executar quan es vulgui. Però poden estar condicionades a l'execució en ordre respecte d'accions en sèrie.

5.6.6 Vistes en les representacions visuals

Ja hem comentat que tot el que apareix a la representació visual proposada té una correspondència en el model conceptual. Així, es representa visualment allò que està emmagatzemat internament o que es pot calcular a partir de les dades contemplades al model que hem definit i introduïdes per l'usuari.

Ja hem reflexionat sobre les característiques que ha de tenir una representació visual per a ser el màxim d'entenedora per els usuaris. Hi ha, per exemple, un límit en el nombre

de conceptes representats que poden conviure simultàniament en una representació visual i que la representació sigui entenedora per l'observador. En alguns casos és necessari amagar o mostrar informació segons les necessitats del dissenyador. Amb aquesta finalitat s'ha definit el concepte de vista. Una vista, seria mostrar la informació ordenada segons algun criteri o desplegar informació que per raons de claredat interpretativa no es pot desplegar en representacions que continguin un nombre d'elements més alt.

Així, els diferents conceptes del model apareixen a alguna de les representacions visuals. La representació visual dels diferents elements ja l'hem anat explicant en els apartats corresponents. En alguns casos les diferents representacions es poden anar aglutinant en unitats de representació major per a mostrar representacions visuals més completes.

En alguns casos no és necessari tenir una representació visual d'un concepte o d'alguna característica. En aquests casos, només fa falta mostrar el formulari amb la informació corresponent o incorporar la informació en forma de text a la representació visual corresponent.

A continuació es descriuen les principals vistes que s'han definit i les que es podrien contemplar amb el model proposat. Cal recordar que el prototipus no executa automàticament la representació visual a partir de les dades emmagatzemades. Però sí que es pot assegurar que la informació continguda al model és la necessària per a executar la representació visual. Hi ha una correspondència entre allò representat i allò emmagatzemat al prototipus. Es mostra, per tant, com podria ser la representació visual d'un conjunt d'informació continguda al prototipus però el prototipus no fa aquesta representació automàticament. Les representacions s'han fet manualment.

Llistat de vistes que podrien ser útils:

Diagrama d'un procediment:

Ja introduït quan hem parlat de la definició d'un objecte educatiu com un procediment. Es tracta del diagrama principal. El que conté més informació. Es mostren les accions. Les seqüències d'accions que s'executen en sèrie. Les accions que s'executen en paral·lel. Les eleccions. Els procediments inclosos dintre un altre procediment. Les equivalències entre node temps queden representades en un únic node. Al prémer sobre el node es poden consultar els diversos node temps que són equivalents entre ells. Molts elements es poden prémer amb el ratolí per a desplegar el seu contingut (ja definit quan parlàvem de cada un dels elements). Alguna informació no es presenta visualment sinó que es mostra en forma de text associat a l'element.

Diagrama d'una acció:

Apareixen també en el diagrama de procediment. Seria mostrar una de les accions que integren un procediment. S'hi mostren amb detall els input, els output, els node temps associats, els node posició (posició on té lloc l'acció o posició inici i posició final en el cas d'accions de moviment). Alguna informació seria desplegable a partir de prémer amb el ratolí els diferents elements representats.

Diagrama moviment:

Es filtren les accions i es mostren només les accions de desplaçament del disseny o de l'execució. Es poden mostrar sobre el plànol de l'activitat educativa (exposició). La utilitat és per mostrar les diferents opcions de moviment que té el visitant o que ha efectuat el visitant durant l'execució.

Representacions de diversos elements sobre un plànol de l'objecte educatiu:

-Vista de l'exposició; vista dels recursos (objectes educatius que l'integren) sobre el plànol de l'objecte educatiu.

-Vista de la previsió de on s'aconseguiran els diferents objectius de l'objecte educatiu sobre un plànol.

5.6.7 Desplegar i plegar un procediment.

A la representació visual no és possible mostrar simultàniament tota la informació. Alguns elements poden estar integrats per altres elements; per exemple, els recursos. Per altre banda, la majoria d'elements tenen informació introduïda als seus atributs; sovint en forma textual. En la representació visual, s'utilitzaria un símbol que indiqui que es pot desplegar un concepte per veure els seus atributs i els valors i un altre símbol per mostrar que un objecte es pot desplegar per a veure els seus integrants.

En la representació visual, per visualitzar els integrants de determinats elements, es pot fer plegar i desplegar prement a la icona corresponents:



Figura 103. Botó desplegar.

Plegar i desplegar s'utilitza, sobretot, quan estem davant de jerarquies. Un recurs, que pot estar integrat per recursos auxiliars, altres recursos i objectes educatius i, alhora, aquests poden estar integrats per altres recursos i objectes educatius, és un exemple de jerarquia. El botó plegar seria, per exemple, amb el símbol menys al seu interior.

En la representació visual, per a visualitzar els atributs i els valors que prenen aquests atributs es pot prémer a la icona:



Figura 104. Consultar atributs i valors d'un element.

Així doncs, plegar i desplegar és ocultar o mostrar determinada informació a la representació visual.

5.6.8 Anàlisi i síntesi.

Anàlisi i síntesi s'aplica a procediments; a conjunts d'accions; a accions. Un procediment està integrat per accions; cada acció té uns input i uns output.

La versatilitat del model conceptual permet que hi hagi equivalències entre procediments. A més, una acció pot ser equivalent a un conjunt d'accions. Una acció de percepció, per exemple, en realitat, seria una seqüència de percepcions i una dinàmica interna. L'equivalència entre procediments permet que el dissenyador i l'avaluador de l'execució introdueixin les dades fins al nivell de detall que consideren oportú.

Per explicar el concepte d'equivalència entre procediments i els conceptes de síntesi i anàlisi utilitzarem diversos exemples. Un primer exemple: la percepció del text "poma" i la formació de la idea "poma" a l'interior de l'individu es pot expressar com una acció de percepció. Input seria el recurs textual "poma"; l'output seria la idea de poma. Aquesta acció també es pot expressar com una seqüència d'accions de percepció de cada una de les lletres del text "poma" i una acció de dinàmica interna que les aglutina a totes i com a resultat s'origina la idea de poma. Cal recordar que, a cada acció de percepció només s'hi selecciona un recurs.

Un segon exemple: imaginem una vitrina amb 4 objectes educatius. El dissenyador pot introduir un procediment format per una acció de percepció on la vitrina sigui l'input. Output seria la idea que es transmet al observar tots els objectes educatius que integren la vitrina. Això és una manera ràpida d'entrar la informació. Però si el dissenyador ho desitja, pot introduir el procediment com una seqüència de 4 accions de percepció, una per a cada objecte educatiu que integra la vitrina, i una acció de dinàmica interna que utilitza les idees que transmeten cada un dels objectes educatius per a formar la idea final. Aquests dos procediments són equivalents. Si fem anàlisi del primer procediment obtenim el procediment format per les 4 accions de percepció més l'acció de dinàmica interna. Si fem síntesi a aquestes accions obtenim l'acció de percepció de la vitrina. Això es pot aplicar a tots els nivells. Anàlisi i síntesi ens permet gestionar les equivalències entre procediments.

A la figura que es mostra a continuació es pot veure la representació visual d'aquest darrer exemple comentat. A la dreta observem una acció de percepció on un recurs R_0 origina una idea I_4 . L'objecte R_0 està integrat per els objectes R_1 , R_2 , R_3 .

Si fem anàlisi, apareixen les 3 accions de percepció dels objectes R_1 , R_2 , R_3 i l'acció de dinàmica interna que a partir de les idees output d'aquestes accions origina la idea I_4 . Si fas síntesi d'aquest procediment tornes al procediment inicial.

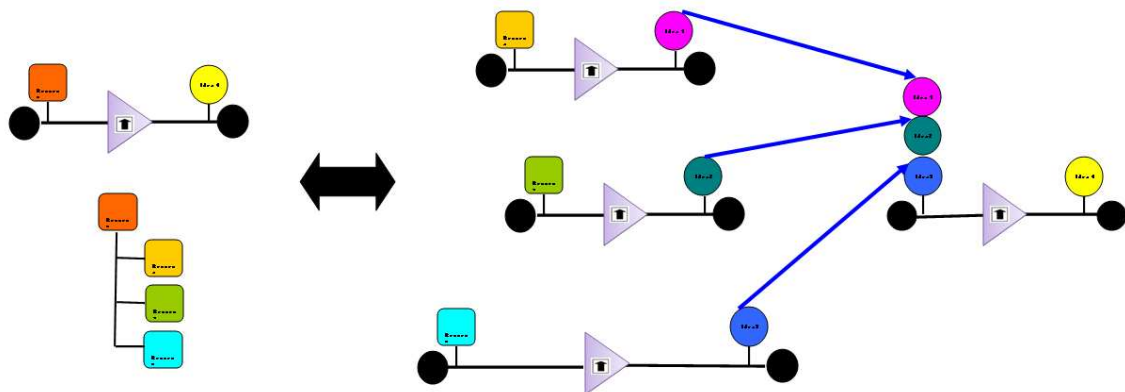


Figura 105. Representació visual. Síntesi i anàlisi. Representacions equivalents.

En el cas de procediments relacionats amb la percepció, perquè el procediment d'anàlisi i síntesi sigui possible cal que, al mateix temps, els recursos integrants d'un recurs estiguin ben definits. Cal observar que al fer anàlisi d'una acció de percepció apareixen els objectes integrants d'un objecte educatiu però que la gestió dels integrants d'un objecte educatiu, d'un recurs, i la síntesi i anàlisi de procediments són dues coses diferents.

Síntesi i anàlisi també es pot fer a altres accions diferents que la percepció. L'únic que cal comprovar és que el resultat d'ambdós procediments (conjunts d'accions) sigui el mateix. Dos dissenys són equivalents si tenen els mateixos output finals. Per exemple, hi ha possibilitat de fer síntesi i anàlisi a conjunts d'accions de moviment. Serien dos procediments equivalents. Compartirien en aquest cas la posició inicial i la posició final. Un altre exemple, seria un procediment de dinàmica interna que es podria arribar a expressar com a seqüències de dinàmica interna. Un altre exemple, com a cas extrem per exemplificar això, seria entrar una acció de percepció on input fos tota l'exposició i output fossin les idees que s'obtenen al visitar l'exposició. Observem que el concepte de síntesi i anàlisi és el que permet als usuaris expressar l'activitat educativa amb el nivell que desitgin. Aquesta versatilitat és un dels objectius del model de dades proposat.

Quan sigui possible aplicar anàlisi s'utilitzarà aquest símbol:



Figura 106. Representació visual de anàlisi

Aquest seria el símbol de síntesi:



Figura 107. Representació visual de síntesi.

Així doncs, amb aquests símbols s'indicaria que és possible realitzar anàlisi o síntesi a un procediment.

Aquest símbol apareixeria al costat d'un procediment o al costat de conjunts d'accions d'un procediment.

La gestió dels procediments de síntesi i anàlisi no han estat implementades directament al prototipus. Per implementar la gestió de procediments equivalents i declarar quins es poden analitzar i què es mostrarà o a quins s'hi pot aplicar síntesi i què es mostrarà, caldria utilitzar declaracions que fossin en forma de jerarquia. Caldria doncs una estructura declarativa definida on els objectes a seleccionar fossin procediments.

Així doncs, aplicar anàlisi d'un procediment seria mostrar un altre procediment que està format per un conjunt d'accions que tenen com a resultat el mateix output que el primer procediment. Cal tenir present que la granularitat elegida de temps i d'espai seran el que limitaria la síntesi i anàlisi. Així doncs, és pot observar una equivalència entre dos procediments. La utilització d'anàlisi i síntesi permet al dissenyador expressar els procediments amb el nivell de detall que vulgui.

5.7 Avaluacions

En aquest apartat es descriu què és una avaluació de resultats d'una activitat educativa. Es descriuen els paràmetres que poden ser avaluats. També els mètodes d'avaluació disponibles per a l'obtenció de les dades que ens han de permetre calcular de manera més o menys directe els valors dels diversos paràmetres. Es descriu també com es poden gestionar les avaluacions amb el prototipus i es descriu com es calcularien els diferents paràmetres internament aquests paràmetres.

Les avaluacions de resultats educatius a exposicions i activitats educatives de museus, sovint, s'han incorporat dintre els estudis de públic. L'aspecte educatiu però no sempre hi està inclòs. A <https://www.informalscience.org/> i a <https://www.visitorstudies.org/bise> s'hi poden consultar una gran quantitat d'exemples d'avaluacions i estudis de públic (consultades ambdues a l'abril del 2022). També s'hi pot observar la gran diversitat d'enfocaments i s'hi pot constatar la dificultat d'homogeneïtzar els resultats.

Per a executar avaluacions es necessiten recursos econòmics i temps. En aquesta tesi, partim d'un enfocament teòric però sempre tenint present aquestes limitacions. Així, quan més ben estructurada i simple es presenti la manera d'avaluar els diferents paràmetres avaluable, més probabilitat hi ha que una institució dediqui els recursos econòmics i l'esforç a executar aquestes avaluacions. L'objectiu de la tesi, és presentar un model conceptual i una sistemàtica per a fer les avaluacions. A partir del prototipus i les característiques presentades es podria desenvolupar un programa informàtic complet que simplificaria el disseny i la gestió de les avaluacions d'exposicions i activitats educatives (i sempre compatible amb les avaluacions d'activitats educatives de l'educació formal). Així doncs, és la institució educativa o el museu el que, segons la seva capacitat econòmica i de recursos, decidirà quins paràmetres poden ser avaluats per

a una determinada activitat educativa i de quina manera s'executen aquestes avaluacions. La limitació, no ha de venir imposada per el model conceptual ni la sistemàtica presentada en aquesta tesi i per això s'ha definit un model, podríem dir, tant ambicions. El resultat és que la sistemàtica que presentem aquí és compatible amb diferents nivells d'avaluació segons les necessitats de la institució.

Els museus utilitzen dos criteris per a determinar el funcionament de les seves exhibicions (Bitgood, 1994): el primer criteri mesura els visitants (comportament, adquisició coneixement, i emocions); el segon, és el criteri dels experts (Bitgood, 1994).

Executar mesures sobre el comportament sovint implica observació i descripció (Bitgood, 1994). Pérez Santos (2000) comenta, seguint a Asensio i Pol, Bitgood (1996) i Shettek (1995) que, l'estudi del comportament dels visitants en una exposició, és una de les millors formes de control de l'efectivitat del muntatge. Per a determinar els fluxos de circulació a través del museu i per estudiar els nivells d'atenció dels visitants a cada objecte, text, imatge etc.. de l'exposició es poden utilitzar tècniques d'observació (Pérez Santos, 2000). Altres mesures que es poden obtenir amb l'observació del comportament serien: temps d'aturada (stopping; attracting power) que ens indica l'atenció del visitant; el percentatge de visitants que s'aturen davant d'un objecte; el temps de visualització (viewing time sovint expressat també com a holding power) que ens indicaria el temps mínim que hauria d'emprar un visitant per a poder tenir opcions a comprendre la idea; la interacció entre membres d'un grup de visitants (social impact); també les reaccions del visitant davant d'interactius (human factors impact) (Bitgood, 1994). Shettell (1995), també citat per Pérez Santos (2000) proposa que el temps dedicat a una tasca és un indicador molt útil de l'eficàcia educativa. Per això, moltes avaluacions analitzen el temps dedicat a un objecte educatiu determinat.

Veurem que per aconseguir dades relacionades amb l'espai i el temps un mètode adequat podria ser també l'observació directe del comportament; però això, tal com comentàvem, no ens informa sobre el que els visitants pensen o senten o assimilen (Bitgood 1994). Es pot determinar el temps que els visitants dediquen a recórrer l'exposició i com distribueixen el temps entre els diferents objectes educatius. Es pot establir l'ordre del recorregut dels visitants a la visita (Pérez Santos, 2000). Es pot intentar determinar els patrons de comportament dels visitants. Tanmateix, l'anàlisi només del comportament podria induir a error. Un visitant podria aturar-se davant d'un objecte perquè el considera atractiu però podria ser que la idea, el missatge, no es transmetés correctament (Bitgood, 1994). Així, les mesures del comportament no informen sobre les sensacions ni pensaments dels visitants. Es necessita algun altre tipus de mesura per saber si realment hi ha hagut adquisició de nou coneixement. Tenint present tot això s'han definit diferents tipus d'avaluacions (Bitgood, 1994).

Ens interessa recordar que, els enfocaments conductistes en l'anàlisi d'exposicions van permetre concloure que la informació recordada per els visitants a la sortida d'una exposició era baix (Santos 2000).

Sovint hi ha diferents objectius en una exposició i això implica diferents criteris per avaluar els resultats. Hi ha una sèrie de paràmetres que podem avaluar. Els diferents mètodes o tècniques d'avaluació permeten obtenir els valors dels diferents paràmetres. Una avaluació implica una recollida de dades. Aquestes dades han de recollir-se de manera que siguin vàlides. Pérez Santos (2000) cita a Miles (1993) i Munley (1989) que afirmen que per a cada tipus d'informació (en aquesta tesi utilitzem el nom de

paràmetre) que volem avaluar podem seleccionar una tècnica d'avaluació determinada; així, elegirem el mètode d'avaluació en funció del tipus d'objectius i dels mitjans que tenim. Calaf (2009) ens indica que alguns mètodes d'avaluació són adequats segons en quina fase del procés de disseny o d'execució de la proposta educativa ens trobem. En aquesta tesi, s'han reunit i proposat molts mètodes d'avaluació; aquests mètodes d'avaluació es presenten en forma de taula; es presenten també, resumits, una gran quantitat de mètodes o tècniques d'avaluació que han estat identificats. L'avaluador podrà elegir en el prototipus un o altre mètode d'avaluació segons els objectius.

Un mètode d'avaluació pot ser vàlid per obtenir el valor d'un paràmetre determinat. Cal tenir present quins paràmetres podem obtenir amb cada un dels mètodes d'avaluació. Cal distingir també quan avaluem (en quin moment). Un disseny d'una activitat educativa passa per diferents fases. Podem classificar l'avaluació en relació al moment en el que s'executa l'avaluació.

Cal distingir, doncs, entre el concepte de paràmetre avaluat, el mètode o la tècnica d'avaluació que permetrà la obtenció del paràmetre, l'execució de l'avaluació, el moment en el que s'executa l'avaluació, i el càlcul dels valors dels paràmetres a partir de la informació recollida en l'execució de l'avaluació; és a partir de l'execució de les avaluacions individuals sobre el terreny que es pot obtenir la informació necessària per a calcular els valors dels diferents paràmetres.

Una manera lògica de procedir per a fer una avaluació és:

- a) Elegir els paràmetres a avaluar.
- b) Seleccionar, entre els mètodes o tècniques d'avaluació disponibles, el que permet obtenir la informació necessària per a, posteriorment, poder obtenir els valors de cada paràmetre.
- c) A continuació cal executar l'avaluació. Això consisteix en la recollida de dades de les avaluacions; l'entrada de dades al prototipus; a partir d'aquesta informació, executar el càlcul de paràmetres. Els valors de molts paràmetres s'obtenen a partir de les avaluacions individuals; són càlculs sobre les dades recollides i també càlculs o consultes que es relacionen amb les dades de disseny de l'activitat educativa. Alguns paràmetres s'obtenen a partir d'operacions matemàtiques sobre altres paràmetres. Molts són una comparació entre la realitat de l'execució de l'activitat educativa i el disseny (allò que estava previst).

5.7.1 Paràmetres avaluable.

Molts dels paràmetres es poden obtenir a partir de les dades introduïdes quan es defineix una activitat com a procediment, les dades introduïdes a una fulla d'avaluació individual o a partir d'una entrada ràpida de dades. En apartats posteriors es concretarà la definició de cada un d'aquests sistemes d'obtenció dels paràmetres. També s'explicarà la descripció de com implementar el càlcul, més o menys automatitzat, de cada un dels paràmetres.

A continuació s'enumeren els paràmetres que podrien ser avaluats.

Taula 8. Llistat de paràmetres avaluables.

Paràmetres llistat	
Codi	Nom
3	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Eines.
4	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Inputs idees intermèdies.
5	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius.
6	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius. pre-us.
7	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius; segons tipologia objectiu educatiu (segons taxonomies).
8	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Percepció inputs.
9	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Prerequisits coneixement (idees).
10	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Prerequisits habilitat.
11	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Produccions. Apareixen a execució les que estaven previstes en el disseny.
12	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Sensacions viscudes segons el disseny SI/NO
84	Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Accions inesperades
29	Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Idees
13	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció interacció- estats inicials i finals executats correctament.
15	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. observació de percepció d'un objecte educatiu del tipus_objecte_educatiu determinat. Determinar les accions percepció executades en relació al tipus d'objecte educatiu.
16	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció de percepció executades en relació a les potencials per a cada individu dels potencials analitzats. Percentatge mig.
17	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció percepció executades en relació a les potencials d'un individu.
18	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció-atenció a element individual amb independència de si és obligat o no és obligat. Si/no. Determinar acció percepció executades.
19	Característiques físiques; adequació de les característiques físiques
27	Demogràfics (Demographics). Determinació de perfils.
30	Elecció- Eleccions no explícites.
31	Elecció- mostrar l'execució més comú que involucra a diverses eleccions determinades (recorregut d'un conjunt eleccions).
32	Elecció-comprovar que s'han executat el nombre d'eleccions en rombe (obligades). Tots els rombes. Totes les eleccions.
33	Elecció-comprovar que s'han executat el nombre d'eleccions en rombe (obligades). Un rombe. Una elecció.
34	Elecció-quina ha estat elecció més efectuada. Una sola elecció.
35	Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció.
83	Experiència visitant
36	Grups - perfils integrants dels grups en execucions igual que els grup de disseny.
37	Guany.
38	Interacció entre visitants.
77	Nombre d'accions executades d'un tipus determinat.
76	Nombre d'accions potencials d'un tipus determinat.
41	Objecte educatiu- Atenció a l'objecte.
74	Pas. Total d'individus que passen per una posició determinada.
75	Pas. Total d'individus que passen per una posició determinada. Anàlisi per a moltes posicions. Consultar codi 55
73	Pas. Un individu passa per una posició determinada. Anàlisi per a moltes posicions.
80	Percentatge d'accions de qualsevol tipus realment executades en relació a les accions potencials

Paràmetres llistat	
Codi	Nom
	d'aquesta tipologia al disseny.
44	Perfils. Identificació perfils reals visitants.
45	Perfils. Anàlisi de freqüències d'un perfil a una activitat o objecte educatiu.
46	Perfils. Característiques execució iguals que les del disseny.
71	Posició. Aturada. Capacitat d'atracció. El visitant s'atura davant de l'objecte educatiu. Un visitant s'atura davant d'un objecte educatiu (una posició). Anàlisi per a un conjunt d'objectes educatius (diverses posicions).
48	Posició. Aturada. Capacitat d'atracció. El visitant s'atura davant de l'objecte educatiu. Un visitant s'atura davant d'un objecte educatiu.
72	Posició. Aturada. Davant d'un element (concepte d'atracció i retenció). Nombre absolut de visitants que s'aturen davant d'un objecte. Nombre de visitants que s'aturen davant d'un objecte educatiu.
49	Posició. Aturada. Davant d'un element (concepte d'atracció i retenció). Nombre absolut de visitants que s'aturen davant de tots els objectes educatius. Nombre visitants que s'aturen davant d'un objecte educatiu.
50	Posició. Aturada. Davant d'un element Moviment. Percentatge de visitants que s'aturen davant d'un objecte respecte el total de visitants. Percentatge de visitants que s'aturen davant d'un objecte educatiu. Visitants que s'aturen/total de visitants.
51	Posició. Aturada. Davant d'un element. Un individu, Percentatge. Posicions amb aturada executades per un individu dividit per posicions amb aturada potencial de l'individu.
52	Posició. Aturada. Percentatge mig d'aturada de tots els visitants en tots els objectes educatius integrants de l'objecte educatiu o activitat educativa analitzada.
53	Posició. Aturada i acció de percepció. Visitants que s'aturen a la posició per executar una acció determinada. (sovint interessarà les accions de percepció).
55	Posició. Moviment. Pas. Un individu passa per una posició determinada. Anàlisi per una única posició.
56	Posició. Moviment. Recorregut.
57	Preguntes directes al visitant.
59	Reaccions del visitant davant d'interactius (Human factors impact).
60	Rol. Execució d'accions per a cada rol conforme al disseny.
61	Temps SRI –Sweep Rate Index. Velocitat d'escombratge.
62	Temps. Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció interacció temps duració canvi acció (de la interacció).
63	Temps. El temps de visualització (Viewing time;holding power). Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció duració canvi_accio (de l'observació de l'objecte educatiu).
69	Temps. Temps d'execució; de la visita real; mitjana visitants (temps del procediment execució real). Un visitant.
67	Temps. Temps de disseny. Duració disseny i duració execució.
70	Total visitants. Total visitants que executen un objecte educatiu.
78	Un individu. Percentatge d'una acció de qualsevol tipus realment executades en relació a les potencials.
54	Visitants que executen una acció determinada.

5.7.2 Mètodes d'avaluació.

Sovint es distingeix entre dades qualitatives i dades quantitatives. Dades qualitatives serien, per exemple, les que s'originarien amb un mètode d'avaluació d'entrevista a un

expert. Són dades que difícilment es poden traslladar a nombres. Un exemple de dades quantitatives seria l'observació d'algun aspecte del comportament dels visitants; per exemple, comptar quants visitants s'han aturat davant d'un objecte educatiu determinat. En el cas de les dades quantitatives són dades que s'expressen en forma de nombres.

Una cosa és gestionar les execucions d'avaluació (documentar i gestionar les avaluacions individuals que per exemple es porten a terme sobre el terreny utilitzant paper i llapis per a prendre notes o qualsevol suport electrònic) i l'altre és poder introduir les dades en un programa informàtic que permetrà calcular els diferents paràmetres i obtenir els paràmetres calculats. El prototipus desenvolupat en aquesta tesi permet emmagatzemar els resultats de les avaluacions. Depenent dels objectius de l'avaluador es poden utilitzar diferents nivells d'informació. Es poden introduir valors globals (sense un tractament individualitzat dels actors avaluats) o valors individuals. En aquest darrer cas, els resultats s'emmagatzemen al que hem anomenat fulla d'avaluació individual. Gestionar les fulla avaluació individual també permet agrupar les avaluacions individuals segons algun criteri, com per exemple, la data de l'execució de l'avaluació.

La utilització de la representació visual i el model conceptual elegit permeten simplificar les tasques de realització de les avaluacions individuals i l'entrada de dades al programa i així millorar l'agilitat del tractament d'aquesta informació.

En alguns casos, el prototipus inclou formularis per a gestionar els diferents tipus d'avaluació. En d'altres casos, no han estat implementats encara al prototipus (Per exemple: emmagatzemar com a arxiu de so les entrevistes o el disseny i la gestió dels qüestionaris amb resposta tancada). Tanmateix, el model permetria la gestió d'aquesta informació. Ja hem comentat que no és l'objectiu de la tesi obtenir un programa informàtic completament tancat i llest per a la seva utilització. L'objectiu és treballar amb un prototipus que permeti concloure que el tractament de la informació i el model conceptual presentat és útil.

Cada un dels mètodes d'avaluació permet obtenir un conjunt de paràmetres. La majoria de paràmetres poden ser utilitzats com indicadors de l'eficàcia de l'objecte educatiu. Hi haurà paràmetres calculats a partir de diverses avaluacions.

Alguns paràmetres es poden mesurar indirectament, amb observacions, sense necessitat que la persona avaluada en sigui conscient. Tanmateix, com comenta Bitgood (1994), les mesures de comportament poden proporcionar un mètode vàlid per a determinar el que els visitants fan en una exhibició però no ens pot informar sobre el que els visitants pensen o les sensacions que tenen.

Alguns mètodes d'avaluació utilitzaran el llenguatge natural; per exemple alguns tipus d'entrevista o avaluació per escrit.

L'avaluació de l'aprenentatge presenta alguns problemes; reconèixer quelcom (dinàmica de reconèixer) no és el mateix que recordar. Es necessita comprendre els procediments d'aprenentatge i el funcionament de la memòria per a poder elegir el mètode d'avaluació més adequat. Per aquesta raó s'ha dedicat una part de la tesi a comprendre aquests conceptes.

Quan avaluar:

Una activitat educativa (objecte educatiu) passa per diferents fases. Es pot diferenciar clarament entre la fase de planificació de l'activitat (disseny) i la fase de construcció de l'activitat educativa.

Pel que fa a la fase de disseny podríem dividir-ho en diferents tasques: la cerca de la informació relacionada amb els objectius educatius i un inventari dels recursos (objectes educatius) disponibles; el disseny inicial; l'opció de fer un prototipus i testejar aquest prototipus (es podrien anar repetint aquestes fases fins a passar a la fase següent). Després del disseny, vindria la construcció de l'activitat; es podria testejar, es podrien canviar aspectes a millorar (aquestes fases també es podrien anar repetint fins a tenir l'objecte educatiu finalitzat). A continuació vindria l'obertura al públic (els visitants executen les accions associades a l'objecte educatiu, avaluar comparativament i rectificar si s'escau). Aquestes fases poden introduir-se al programa per indicar així en quina fase d'una avaluació ens trobem.

Així doncs, una exposició museística o una activitat educativa passa per diferents fases. Hi ha diferents tècniques segons en quina fase ens trobem (Pèrez Santos, 2000). En cada una d'aquestes fases es poden portar a terme algun tipus d'avaluació que ens indiqui si l'exposició permet assolir els objectius.

Un cop tenim identificat allò que volem avaluar, generalment es parla d'una avaluació pre-us per comprovar els coneixements anteriors a la visita o realització de l'activitat educativa i una altre post-us que es realitzaria després de la visita (Asensio i Pol, 2002). Alguns autors utilitzen el nom de pre-test i el post-test (Diamond, 1999). Quan parlem de pre-test i post-test ens referim a, donat un paràmetre a avaluar, i un conjunt de visitants a avaluar, es fan les comprovacions abans que l'individu executi l'activitat i després que executi activitat. Es comparen els resultats obtinguts. Això, per exemple, permet obtenir el paràmetre guany. Així, pre i post és observant des del punt de vista del visitant. No pas des del punt de vista de l'objecte educatiu. Cal observar que el temps entre pre i post test podria ser massa curt per poder abstrure que s'ha produït aprenentatge. Quan més gran és el temps transcorregut entre una i altre més possibilitats d'oblit hi ha. A continuació es pot veure en exemple d'un formulari d'avaluació pre us i post us.

The screenshot shows a software window titled "AVALUACIO". At the top, there are input fields for "CODI_AVALUACIO" (value 5), "PROPOSTA_TIC" (value 3, "La persistència de la Memòria"), and "PERFIL_AVALUAT" (value 9). There are buttons for "ACTUALITZAR" and "MACRO REFRESCAR". Below this, there's a section for "ANALISI" with "TOTAL_INDIVIDUS_ANALITZATS" set to 23. The main area is divided into "PRE_US" and "POST_US" tabs. Under "POST_US", there's a "COMENTARIS" field with the text "La persistència de la Memòria Infants de 3 a 6 anys amb família". Below that are two tables:

AVALUACIO_POST_US_DISENYADES:				
CODI:	IDEA A COMPROVAR:	MODEL_AVALUACIO:	SI	NO
2 1 17	Agafar destresa en la utilització del ratolí	Observació directa dels visitants (I)	15	8
2 3 19	Clickar amb el ratolí i arrossegar objecte a una altre	Observació directa dels visitants (I)	19	4
2 4 18	Introduir a l'univers D'alineà	Treballs manuals: artístics	19	4
2 6 19	Clickar amb el ratolí i arrossegar objecte a una altre	Observació directa dels visitants (I)	10	13
		Formativa	n	n

Below the first table is a section for "AVALUACIO_POST_US_SUPERIOR":

AVALUACIO_POST_US_SUPERIOR:				
CODI:	IDEA A COMPROVAR:	MODEL_AVALUACIO:	SI	NO
3 3 20	L'entorn pot influir a l'obra d'un autor	Mapa cognitiu (Cognitive map)		
* 2 (numérico)	0	0		

Figura 108. Avaluació pre i post us

Pel que fa al moment en el que es porta a terme una avaluació des del punt de vista de l'estat en el que es troba el disseny de l'exposició, diferents autors han proposat diverses tipologies d'avaluació. Amb independència del nom que els hi donem, identifiquem tres moments importants per a realitzar una avaluació. Abans de començar el disseny de la proposta, amb la proposta dissenyada però abans de l'obertura al públic, i finalment, un cop oberta al públic. En aquesta direcció, Screven (1988), considera tres tipus d'avaluacions aplicables a una exposició depenent de l'estat en la que es troba el desenvolupament de l'exposició. L'avaluació prèvia seria valorar els objectius de l'exposició en relació a les necessitats, els coneixements i expectatives del públic objectiu. L'avaluació formativa seria durant la planificació i desenvolupament físic de l'exposició; aquesta avaluació permet reflexionar, per exemple, sobre l'adequació dels continguts. Finalment, l'avaluació additiva s'executaria amb l'exposició ja instal·lada i permet mesurar l'efectivitat real en relació als objectius descrits inicialment. Els resultats d'aquest tercer tipus poden servir per a corregir aspectes de l'activitat educativa i com a informació important alhora de dissenyar altres activitats educatives.

A continuació es presenta una taula amb diferents fases d'avaluació proposades per diversos autors.

[ASDFG]

Taula 9. Avaluacions en relació al moment d'executar-se

Nom	Descripció
Avaluació prèvia (front-end evaluation)	Avaluació prèvia (front-end evaluation) planificació. Conèixer la percepció del públic sobre el tema de la proposta, útil per concretar els objectius (Loomis, 1988).
Avaluació formativa (formative evaluation)	Avaluació formativa (formative evaluation). Avalua la posada en escena de la proposta i els canals de comunicació amb el públic. El principal objectiu és millorar el funcionament i la difusió de la proposta (McNamara, 1988; Screven, 1988).
Avaluació sumativa (sumative evaluation).	Avaluació sumativa (sumative evaluation). Avaluar l'engegada i el desenvolupament de la proposta. Ofereix informació concreta de l'ús de l'exposició, impacte i efectes no previstos.
Avaluació correctiva	Avaluació correctiva (remedial evaluation). Es fa durant el desenvolupament de

Nom	Descripció
(remedial evaluation).	l'exposició; es proposen solucions a problemes de l'exposició.

Llistat de mètodes d'avaluació:

A la taula que es presenta a continuació es mostren mètodes d'avaluació, una petita descripció de cada un i, en alguns casos, una referència bibliogràfica de l'origen de la informació. Aquesta taula s'ha elaborat a partir de diferents fonts d'informació consultades durant els darrers anys. En alguns casos el mètode d'avaluació fa referència als paràmetres que es poden obtenir amb el mètode; en d'altres casos fa referència a la metodologia de recollida de dades (o a una part de la metodologia de recollida de dades). És important adonar-se que molts dels mètodes permeten obtenir diversos paràmetres.

Taula 10. Mètodes d'avaluació

Mètodes d'avaluació		
Codi	Nom	Descripció
79	Adjective checklist	Es pregunta al visitant perquè assenyali els adjectius que poden aplicar-se a l'exhibició, programa o institució educativa (Bitgood S. 1994).
73	Anàlisi lloc web. Web analytics	S'analitza el comportament del visitant que navega per el web.
3	Autoavaluació	La persona expressa les seves idees i experiències sense mediació externa ni guia.
36	Avaluació olfactiva	Es demana a l'usuari si reconeix quelcom amb l'olfacte.
5	Avaluació tacte	Es demana a la persona avaluada si reconeix quelcom amb el tacte.
40	Comptant caps (Counting Heads)	Comptant caps. Observació. El resultat de l'observació és un nombre de visitants comptats en una situació determinada. Diamond, Judy (1999).
64	Conjunt de cartes (Card-Sort Interviewees)	Es confeccionen unes cartes amb unes imatges o paraules. Es demana al visitant que classifiqui les cartes en piles depenent del concepte que es vol analitzar. Es pot demanar al visitant que utilitzi una de les cartes com a resum d'una idea o un concepte present a l'activitat educativa.
72	Conversa. Gravació.	Es demana permís i es grava la conversa per a un posterior anàlisi.
8	Diari reflexiu	El visitant reflexiona sobre el mètode d'aprenentatge que ha utilitzat.
9	Dibuixos	Són útils quan l'usuari té limitacions a escriure o poca capacitat d'expressió (per exemple infants que encara no saben escriure).
10	Enquesta d'avaluació.	Poden ser on-line. Normalment es presenten com un formulari amb diverses respostes possibles per a cada pregunta. En alguns casos hi ha un espai delimitat per escriure la resposta.
60	Enquestes per correu	S'utilitza el correu per a donar a conèixer l'enquesta.
47	Entrevista. Preguntes obertes (Open-ended Interview)	Diamond, Judy (1999); l'entrevistador fixa les preguntes però deixa les respostes obertes. No categoritzades.
11	Entrevistes	Entrevista verbal a usuaris sobre idees adquirides relatives a l'exposició. L'entrevistador és el qui apunta observacions. A Bitgood (1994) s'hi poden consultar els diferents tipus d'entrevistes.
58	Entrevistes / autoadministrades	
57	Entrevistes / cara a cara	Presencialment.

Mètodes avaluació		
Codi	Nom	Descripció
56	Entrevistes / en profunditat (Experts assessments).	Les persones entrevistades són persones expertes en el camp avaluat. Informació qualitativa. Alt cost. Mostres petites no representatives; precisa formació especialitzada dels entrevistadors; dificultats d'interpretació.
55	Entrevistes / semi-estructurades	Una millor elaboració de la resposta per part de la persona entrevistada. Alt cost en temps i diners. Complexitat anàlisi de les dades. Es fixen les preguntes però es deixa que la persona entrevistada pugui modificar l'ordre. No respostes tancades. Van correctes per focus grups (consultar codi 84). Es pot canviar la manera de fer alguna pregunta sobre la marxa depenent de si els entrevistats entenen o no correctament el que es pregunta.
59	Entrevistes / telefòniques	
45	Entrevistes utilitzant la conversació informal	Típicament qualitatiu. No estructurat.
48	Entrevistes/ estructurades	Preguntes i respostes fixes . Ideals per anàlisi estadístic. Complexitat alhora de construir el qüestionari. Mostres grans. Avaluació prèvia i summativa.
84	Focus group method	Un grup reduït de participants (consumidors si s'aplica al marketing) participen en entrevistes en profunditat centrades en un tema particular o en un producte particular (Bitgood S. 1994)
16	Formularis	La persona avaluada introdueix la informació.
85	Goal-free evaluation	Avaluació que es dimensiona a partir de la informació recol·lectada. L'objectiu és no imposar als avaluats els criteris dels avaluadors ni els objectius de l'avaluació abans de començar l'avaluació (Wolf, 1980). Intentar preguntar els objectius i les idees adquirides sense insinuar les respostes. Intent d'avaluar si s'han assolit objectius sense explicitar-los.
86	Goal-referenced evaluation	Avaluació centrada en determinar si els objectius específics de la proposta són assolits o no. Screven (1975).
17	Graffiti walls	Els visitants apunten les seves sensacions o pensaments a un mur. Es poden utilitzar notes post-it o quelcom similar.
18	Grups de discussió	S'avalua simultàniament a diversos visitants.
23	Imatges i fotografies (utilització)	Es poden utilitzar imatges i fotografies per a simular una discussió sobre els objectius educatius. Es poden combinar amb focus group o entrevistes.
19	Interpretació d'imatges i fotografies	En aquest cas es demana una interpretació de la imatge.
39	Mapa cognitiu (Cognitive map)	Diamond, Judy (1999). Es demana la realització d'un dibuix o mapa al visitant on es mostri com s'ha orientat a l'espai. Obtenim una idea del que recorda i com ha ordenat l'espai el visitant. Obtenim una idea de la forma amb la que s'ha orientat el visitant. Bitgood S.(1994)
81	Mapa comportament (Behavioral mapping)	Un mètode observacional que utilitza un mapa a escala per a dibuixar-hi seqüències de comportaments que tenen lloc en les diferents àrees (Bechtel, Marans i Michelson, 1987).
70	Mapa conceptual (Xarxes conceptuals)	Es demana a la persona avaluada que dibuixi un mapa conceptual relacionat amb la proposta, exposició o activitat educativa.
41	Observació de recorreguts	Pérez Santos (2000). Observar i registrar algunes conductes del visitant que entra al museu, sala o zona fins que surt. S'obté informació sobre l'ordre seguit per el visitants, l'atenció prestada a cada element , el temps dedicat, els llocs de pas, el temps total de duració visita... S'hi pot mesurar també temps perduts, interaccions socials i altres activitats. La mateixa autora cita a Melton que proposa l'esquema de fletxes: anotar, sobre un plano prèviament dibuixat de l'exposició, les fletxes direccionals, el recorregut sobre espai, parades, temps parades. Parla també de Bechtel i el podòmetre (cobrir el terra amb quadricula coberta per moqueta. Electrònicament

Mètodes avaluació		
Codi	Nom	Descripció
		detectar pressió i mesurar temps d'aturada). Sistemes fotogràfics també utilitzats. Parla també del sistema de registre i anàlisi de trajectòries: un sistema informàtic desenvolupats per el Departaments d'exposicions i programes públics del MNCN i el Departament d'Enginyeria de Sistemes , automàtica i informàtica industrial de la Universitat Politècnica de Catalunya; podia observar simultàniament fins a 40 trajectòries individualitzades i podia registrar les dades de pràcticament totes els visitants a la sala, al mateix moment. Permetia anàlisi estadístic de les dades. Analitzava els diferents tipus de temps. Gràfics de distribució horària. Tracking movements. Per tenir una idea dels circuits i moviments del públic a través de la nostra exposició. Realitzar els moviments de cada subjecte en un sol plànol, si es vol seguir una família elegir un membre. Anotar el temps dedicat a cada zona o element expositiu. Intentar registrar el comportament del visitant: mirar, toca, manipula, llegeix en veu baixa...
22	Observació directa dels visitants (Direct observation)	Pérez Santos (2000). Les tècniques d'observació es mostren especialment útils per a determinar els fluxos de circulació a través del museu; estudiar els nivells d'atenció dels visitants a cada objecte, text, model, etc de l'exposició; establir l'ordre (recorregut) que els visitants segueixen en la seva visita; determinar el temps que els visitants dediquen a recórrer l'exposició i la distribució entre les diferents unitats o zones expositives; determinar els comportaments o patrons de comportament dels visitants durant la visita i els temps dedicats a cada un dels comportaments. També , seguint a Haynes i Horn (1982), Anguera (1981) proposen algunes regles per a controlar: definició dels comportaments a observar; Utilitzar instruments tècnics que facilitin la gestió de la informació, capacitat de l'observador, utilització de mètodes de mostreig per a simplificar la presa de dades. Atenció amb la reactivitat: si usuari se sent observat pot canviar la seva conducta. Apareix, així, la distinció de Screven (1976): cued testing quan els visitants són advertits i noncued testing els visitants no són avisats prèviament. L'autora també parla dels problemes tècnics i ètics de l'observació.
44	Observació participant	Diamond, Judy (1999). L'investigador es relaciona amb el subjecte i li fa preguntes. Alta subjectivitat.
53	Observació per punts de mostreig	Permeten recollir comportaments de grans quantitats de visitants davant un objecte, text... Encara que l'observació de recorreguts també dona aquesta informació, en aquets cas, presenta l'avantatge d'obtenir un major nombre d'observacions en menys temps. No permet però analitzar comportaments individualitzats.
52	Observació. Mapa conductual	Pérez Santos (2000). Comptar les persones en un espai determinat. Poden recollir-se diferents variables; localització, edat, tipus activitat, nivell de soroll, densitat. En aquest cas doncs l'observador va recollint allò que veu a intervals regulars de temps.
62	Observacions focalitzades.	S'utilitzen per a avaluar una exposició dins d'un museu o un petit nombre d'exposicions. És útil per a analitzar el comportament del visitant i per a estudiar els errors d'un element expositiu. En aquest últim cas, l'observació és dirigida.
42	Observacions (Brief observations)	Diamond, Judy (1999). Es poden fer utilitzant text, dibuixos models.
88	Orientation	Es comprova si el visitant interpreta correctament els senyals d'orientació de l'exposició.
69	Pantalles digitals valoració satisfacció	En una tableta els visitants omplen unes poques dades i contesten un breu qüestionari de satisfacció. Algunes respostes obertes perquè els visitants puguin expressar la seva opinió obertament.
37	Pensar en veu alta (thinking aloud).	

Mètodes avaluació		
Codi	Nom	Descripció
93	Personal meaning mapping	
92	Preguntes de resposta curta	Es tracta de preguntes per escrit però que no són tipus test amb elecció d'opcions. Es tracta de preguntes en les que la resposta és curta. Un paràgraf per resposta.
54	Rating scales. Escales d'estimació o valoració.	Pérez Santos (2000): Amb aquestes escales es quantifiquen aspectes relacionats amb el comportaments del visitant. Escales numèriques per exemple per definir el nivell d'atenció d'un grup escolar a les explicacions d'un guia, també escales gràfiques o amb llistes d'adjectius o adverbis. Risc de subjectivitat.
74	Registre moviments oculars (eye tracking)	Aparells que permeten detectar i emmagatzemar els moviments dels ulls de l'usuari i relacionar-los amb el seu recorregut per la proposta o objecte educatiu. Normalment aplicats a la navegació web o a tasques desenvolupades davant d'una pantalla de dades.
21	Registres narratius.	Pérez Santos (2000).Són un tipus d'observació. No sistemàtiques. Comportament visitants en determinades zones. L'observador va registrant tots els comportaments que observa. Sistema de recollida de dades previ a una investigació, quan no coneixem res respecte als possibles comportaments per fer llavors una planificació adequada.
30	Role-play / acting	Es demana que la persona que es comporti o faci una representació, una actuació, d'acord amb allò que hauria d'haver transmès la proposta.
78	SIPP	Sistema interactiu de participació de públic. Sistema per avaluar l'aprenentatge. Els visitants responen seleccionant opcions en un dispositiu allò que sel's demana. Es pot fer en grup o individual.
31	Targetes de resposta	Completar frases escrites en targetes.
76	Test de prototipus	Facilitat d'ús. En aquest cas s'avalua el disseny de un prototipus de l'exposició.
2	Treballs manuals, artístics	Es demana la realització de treballs manuals que mostren l'assoliment de la proposta. (escultures, i altres creacions produïdes per el visitant).
33	Vídeo	Es demana la realització d'un vídeo per a comprovar els resultats educatius de la proposta.
34	Vinyetes	S'utilitzen vinyetes i es fan preguntes relacionades amb aquestes vinyetes i històries explicades amb vinyetes. Storyboard Interviewees.

Anderson, (1999); Asensio i Pol (2002); Bechtel, R., Marans, R., i Michelson, W. (Eds.)(1987); Bitgood S.(1994); Bosch (2012); Calaf,R.(2009); Charitonos,(2010); Crack, A. i Cohn, S. (2015); Diamond, Judy (1999); Frechtling Westat, J.(2002); Griggs, S. (1983); Harold Mitzel (1982); Hooper-Greenhill (1999); Pérez Santos (2000); Screven (1975); Wolf, R. (1980). Allen et al,(2008) hi ha una adaptació de mètodes a partir de: Donald T. Campbell and Julian C. Stanley, Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research (Chicago: Rand McNally, 1963); Gary Ingersoll, Experimental Methods (in Encyclopedia of Educational Research (Fifth Edition); <<http://writing.colostate.edu/index.cfm>>(accés a abril 2007). Alguns dels mètodes són extrets del Museums, libraries and archives Council <http://www.inspiringlearningforall.gov.uk/export/sites/inspiringlearning/resources/repository/Methods__strengths_and_we.pdf>; <<https://www.visitorstudies.org/bise>>; <<https://comm.eval.org/stemeducationandtraining/stem-tig-repository/viewrepository>>.

5.7.3 Execució d'una avaluació.

L'execució de l'avaluació in situ, l'entrada al programa de les dades obtingudes amb el mètode d'avaluació elegit i el càlcul de paràmetres estan molt relacionats. Una vegada elegit el paràmetre avaluable i elegit el mètode d'avaluació per obtenir les dades necessàries per a obtenir aquest paràmetre s'executa l'avaluació. A partir de l'execució de l'avaluació es pot introduir la informació.

En aquesta tesi definim tres sistemes per introduir les dades necessàries per a calcular un paràmetre concret. Serà l'avaluador el que decideixi quin sistema vol utilitzar. Les diferències entre els tres sistemes s'explicaran a continuació. Més endavant, s'explicaran els paràmetres i com obtenir-los atenent al sistema d'introducció de dades elegit per l'avaluador.

Sistemes:

- a) Procediment d'execució. A partir d'entrar una execució com a procediment.
- b) Full d'avaluació individual. A partir de dades entrades a una fulla d'avaluació individual.
- c) Entrada ràpida. A partir del mínim de dades necessàries per a obtenir un paràmetre concret.

El sistema A és el més robust i és el desenvolupat segons el model conceptual presentat a aquesta tesi (permet aprofitar la informació introduïda per a calcular un gran nombre de paràmetres). El sistema A permet introduir les dades d'una execució per a cada individu avaluat. Recordem que un procediment executat conté els mateixos conceptes que un procediment dissenyat però amb la diferència que totes les accions que conté una execució són accions executades reals del visitant.

El sistema B permet gestionar les avaluacions individuals però la informació no és tant aprofitable per a obtenir altres paràmetres. Les dades no s'introdueixen al programa com un procediment. El sistema C permet obtenir ràpidament un paràmetre però no s'emmagatzema de manera òptima la informació de les diferents avaluacions i molt rarament la informació és utilitzable per a calcular altres paràmetres que no siguin els cercats inicialment.

El sistema C és el més econòmic en temps i el que necessita menys recursos. Es tracta d'utilitzar formularis on l'usuari hi introdueix totals. Sovint, molts càlculs els ha d'efectuar manualment l'avaluador abans d'introduir les dades.

Un exemple d'entrada ràpida de dades (sistema C) seria que l'avaluador compta, per exemple, el nombre de visitants que s'han aturat davant d'un objecte educatiu. El total comptat és el paràmetre directament. Si utilitzem el mètode B d'avaluació individual l'avaluador ha identificat amb algun codi cada un dels visitants (en aquest cas, l'avaluador, segurament està interessat en altres paràmetres també, com per exemple, relacionar la comprensió de l'objecte educatiu amb el temps dedicat per a cada visitant quan s'ha aturat davant d'un objecte educatiu). Així, l'avaluador identifica d'alguna manera a cada visitant perquè es calcularan altres paràmetres relacionats amb dades del mateix visitant. Si utilitzem el sistema A, l'avaluador introduiria com a procediment (seqüència d'accions) allò que observa del visitant. Així, també introduiria per exemple les accions de moviment que l'han portat davant de l'objecte educatiu analitzat. Amb altres mètodes d'avaluació relacionaria o obtindria altre informació que també introduiria com a procediment. D'aquesta manera cada visitant tindria associat un procediment d'execució de l'objecte educatiu. En aquest cas, es pot preguntar per molts altres paràmetres. Apart del temps dedicat a percebre l'objecte es podria relacionar, per exemple, la comprensió de l'objecte educatiu segons en quina part del recorregut de la visita s'ha percebut l'objecte. Amb el mètode A és com es descriu més objectivament quina ha estat l'execució per a cada visitant.

Veurem molts més exemples en els apartats següents.

És important destacar que, tal com s'ha definit el model conceptual, és possible utilitzar la informació introduïda amb el sistema A (procediment d'execució) per omplir automàticament informació del sistema B (fulla d'avaluació individual). També és possible utilitzar la informació introduïda amb el sistema B per omplir automàticament informació del sistema C. En canvi, no és possible a la inversa. A més, com hem comentat abans, si s'introdueix l'avaluació amb el sistema A (procediment d'execució), s'introdueix informació complementària que pot ser útil per a calcular una gran quantitat d'altres paràmetres. S'optimitza així l'entrada d'informació si l'objectiu de l'avaluador és analitzar diversos paràmetres. En canvi si elegeixes entrada ràpida o omplir les dades a fulla d'avaluació individual, rarament serà possible calcular altres paràmetres.

Hi ha mètodes d'avaluació (la majoria) que permetran entrar els resultats en forma de procediments d'execució (sistema A). Altres mètodes només permetran entrar els resultats de l'avaluació a la fulla d'avaluació (sistema B; en molts casos sense la possibilitat d'associar un procediment d'execució a l'avaluació individual). Alguns mètodes d'avaluació només permetran introduir dades de manera ràpida (sistema C).

Les avaluacions es poden agrupar en conjunts d'avaluacions per a poder tractar i obtenir dades d'un conjunt d'execucions. En els casos que les avaluacions es puguin emmagatzemar com a procediment d'execució i ser agrupades en conjunts d'avaluacions, llavors alguns paràmetres es podran obtenir comparant el disseny amb l'execució de cada un dels integrants de cada conjunt. L'avantatge d'expressar les avaluacions com a procediments d'execució, tal com es proposa en aquesta tesi, és que amb aquest sistema es poden aconseguir quasi tots els paràmetres. L'usuari que fa l'avaluació introdueix les execucions com a procediment i a partir d'aquí és possible obtenir, sovint mitjançant càlculs automatitzats, la resta de paràmetres.

Així doncs, les dades obtingudes amb l'avaluació es poden expressar com a procediment d'execució. Sovint com a parts de un procediment. Així, introduir les dades com a procediment d'execució és la manera més robusta perquè ens acosta, com veurem, a la manera amb la que els dissenyadors han introduït les dades del procediment de disseny de l'activitat educativa. Entrar les dades com a procediment d'execució pot semblar més difícil però el resultat és més robust i molts dels paràmetres poden ser calculats automàticament a partir del procediment d'execució entrat. Finalment, comentar que, a partir del disseny d'un objecte educatiu es poden obtenir uns paràmetres i a partir de l'execució uns altres. Alguns paràmetres s'obtenen per comparació entre el disseny i l'execució.

Un paràmetre pot ser, en realitat, el resultat de complicats càlculs a partir de les execucions definides. Podríem dir que el mètode A requereix introduir l'execució però els càlculs que ha de fer l'avaluador són mínims. La majoria de càlculs els efectua el programa informàtic a partir de la informació introduïda (el model està ben estructurat i permet, precisament, que això sigui possible). Amb el sistema d'entrada ràpida molts dels càlculs i tractament de la informació els ha d'efectuar manualment l'avaluador. L'entrada ràpida permet però, que no sigui necessari individualitzar la informació. La

informació no necessàriament queda relacionada amb cada un dels individus analitzats. Per això, en determinades situacions en les que disposem de poc temps o pocs recursos pot ser el sistema elegit per l'avaluador. Per exemple, si només hem de calcular un paràmetre. L'entrada ràpida és el resultat d'introduir directament i sense estructurar, informació d'atributs que estaria inclosa a la fulla d'avaluació individual i al procediment execució.

A continuació definim les característiques dels tres sistemes per a calcular o introduir de manera òptima (ràpidament) dades de l'avaluació segons el tipus d'avaluació i el paràmetre que volem calcular.

Sistemes d'entrada de dades:

L'entrada de les dades de les avaluacions individuals ja hem vist que es pot fer mitjançant un procediment d'execució (sistema A), la fulla d'avaluació individual (sistema B) o l'entrada ràpida de dades (sistema C amb el qual no s'emmagatzemen al programa les dades de cada avaluació individual; només s'emmagatzemen els resultats per a poder calcular els paràmetres). La dificultat i el temps necessari d'entrada de dades disminueix a mesura que elegim un sistema més senzill però augmenten els càlculs que ha de fer l'avaluador per obtenir els valors dels diferents paràmetres.

A) Entrada de dades com a procediment execució:

Al disseny d'una activitat educativa introduït al programa informàtic per part del dissenyador l'anomenem procediment disseny. Un procediment disseny és la descripció d'una activitat educativa com a conjunts d'accions, eleccions i altres procediments que hi estan inclosos. Quan es tracta d'una execució l'anomenem procediment d'execució.

Molta de la informació obtinguda amb diferents mètodes d'avaluació es pot introduir al procediment d'execució (l'execució és una fracció del disseny en molts casos). El sistema per obtenir una gran quantitat de paràmetres és comparar la realitat (l'execució) amb el disseny. Una execució (procediment d'execució) ho és en relació a un disseny. En una execució es mostra, per a un individu, la seqüència d'accions que ha efectuat. Aquesta seqüència d'accions conté també les eleccions fetes. Allò que observem al avaluar és, doncs, una execució.

Així, els mètodes d'avaluació han de permetre introduir la informació relacionada amb l'execució. La majoria de mètodes d'avaluació permeten obtenir informació que es pot expressar com a procediment d'execució. En alguns casos serà una observació parcial d'algun aspecte de l'execució. De fet, per a calcular determinats paràmetres, l'usuari avaluador no necessàriament ha d'entrar tota l'execució de l'individu avaluat. Es pot limitar a entrar la informació només de determinades accions de l'execució de l'activitat educativa.

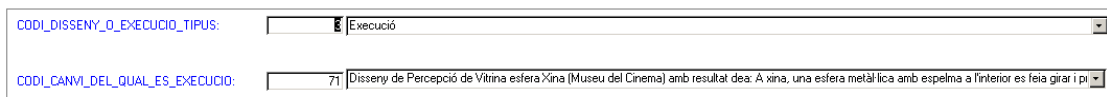
Un cop introduïdes les dades, és possible comparar les accions executades amb les accions planificades (disseny).

Les execucions ho son, normalment, respecte un disseny. Quan introduïm la informació d'una acció o un procediment que és execució, es pot seleccionar al formulari

corresponent el codi del disseny del qual n'és una execució. Així, es relaciona l'acció disseny amb l'acció execució. Això és imprescindible per a poder fer comparacions automàtiques entre disseny i execució.

Recordem aquí que, per distingir entre acció disseny i acció execució es pot seleccionar el tipus al formulari d'acció. S'introdueix, al formulari d'acció, si es tracta d'un disseny o d'una execució (codi_disseny_o_execucio_tipus).

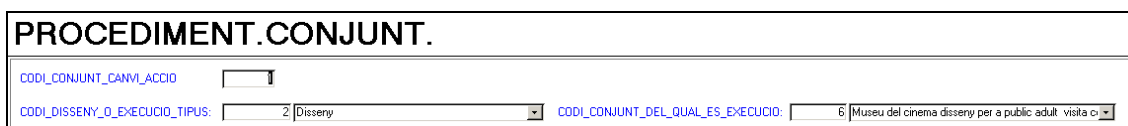
Quan es tracta d'una execució, s'introdueix també el codi de l'acció del qual és una execució (codi_canvi_del_qual_es_execucio).



The screenshot shows two dropdown menus. The first is labeled 'CODI_DISENY_O_EXECUCIO_TIPUS:' and has 'Execució' selected. The second is labeled 'CODI_CANVI_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO:' and has '71' selected, with a truncated text description: 'Disseny de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat de: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i p'...

Figura 109. Acció. Selecció de disseny o execució i el seu origen.

Per a procediment també podem introduir aquesta informació. Es pot seleccionar també si un procediment és execució o disseny a l'atribut codi_disseny_o_execucio_tipus. També es pot seleccionar quin és el procediment disseny relacionat amb un procediment execució a codi_conjunt_del_qual_es_execucio.

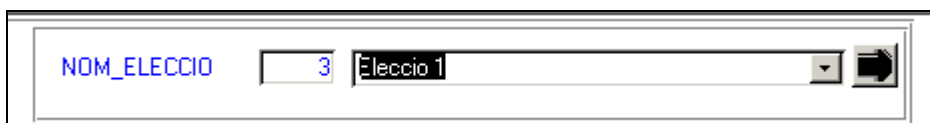


The screenshot shows a form titled 'PROCEDIMENT.CONJUNT.'. It contains three fields: 'CODI_CONJUNT_CANVI_ACCIO' with value '1', 'CODI_DISENY_O_EXECUCIO_TIPUS:' with '2' and 'Disseny' selected, and 'CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO:' with '6' and 'Museu del cinema disseny per a public adult visita co...' selected.

Figura 110. Procediment. Selecció de disseny o execució i el seu origen.

Cal observar que diversos procediments d'execució tindran seleccionat el mateix codi de procediment de disseny (tindran el mateix codi_conjunt_del_qual_es_execucio).

Recordem també que, en relació a les execucions s'ha de relacionar l'acció executada amb l'elecció on aquesta acció era una opció. Això es fa seleccionant directament elecció a nom_eleccio al formulari acció.



The screenshot shows a dropdown menu labeled 'NOM_ELECCIO' with the value '3' and the text 'Elecció 1' selected.

Figura 111. Selecció de l'elecció.

Cal tenir present que la representació de l'execució no és una avaluació en si mateixa. És el resultat d'introduir la informació de l'avaluació en forma de procediment.

Un conjunt de procediments d'execució, serveixen per analitzar diferents paràmetres i avaluable. Com ja hem comentat, l'obtenció de la majoria de paràmetres es pot fer a partir de la comparació entre execució i disseny.

Les dades quantitatives es poden expressar com a procediment d'execució fàcilment. Un gran nombre d'observacions qualitatives, si s'estructura la informació, donarien lloc a

observacions quantitatives. Així, inclús les observacions qualitatives es poden traduir, en alguns casos, a execucions.

A nivell intern, per entrar les dades d'una avaluació individual en forma de procediment, caldria poder gestionar el que es podria anomenar la creació ràpida de clons. Això seria implementar un procediment que generi una còpia d'un altre procediment quan l'usuari avaluador ho demani. Copiar-enganxar un element (un disseny, una acció creant un altre registre) i llavors editar els atributs que siguin diferents. Això és el que permetria entrar les avaluacions individuals en forma de procediment ràpidament. Imaginen que hi ha el disseny representat visualment a la pantalla. Al anar prement amb el ratolí a la part inferior de la pantalla es va dibuixant l'execució per a un executor determinat. Es copien parts del disseny i s'enllacen i s'acaba d'omplir la resta de dades. Per exemple: al prémer amb el ratolí una acció del disseny apareix dibuixada a la part inferior. Llavors, es pot prémer a les idees de l'acció i l'usuari les posa a verd si és el que ha observat amb l'avaluació. Llavors torna a la part del disseny. Al prémer una altra acció amb el ratolí, automàticament apareix enllaçada a la d'abans. Hi ha la possibilitat d'editar nodes però automàticament es van encadenant. Es podria entrar també les lectures de temps i calcular automàticament les duracions (utilitzant una calculadora auxiliar per entrada de dades relacionades amb el temps). Es podrien anar prement els input i output per a posar a verd o vermell a mesura que es va obtenint la informació amb el mètode d'avaluació elegit. Recordem que, els input que poden tenir seleccionat el valor verd (que equival a afirmar que s'ha localitzat l'input) serien les idea intermèdia, idea objectiu educatiu, idea prerequisit coneixement (bagatge), idea prerequisit habilitat i produccions. Afirmer que no s'ha localitzat l'input o l'output (es selecciona vermell), es pot fer d'una idea intermèdia, d'una idea objectiu educatiu, d'una idea prerequisit coneixement (bagatge), d'una idea prerequisit habilitat i de produccions. Així doncs el clon s'efectuaria acció a acció. Una altra opció seria que es fa un clon inicial i llavors s'especifiquen les eleccions allí on el dissenyador les havia introduït.

Així doncs, l'entrada de dades com a procediment d'execució es podria arribar a simplificar molt mitjançant la programació. Això no ha estat implementat. Tanmateix, el model presentat, és robust, i acceptaria que aquests procediments s'automatitzessin.

B) Entrada de dades a fulla avaluació individual

Les fulla avaluació individual contenen informació sobre l'individu avaluat. Es tracta d'un registre de dades individualitzat per a cada visitant. També contenen, segons el mètode d'avaluació elegit, els atributs que caldrà que l'usuari avaluador introdueixi. Una fulla avaluació es pot relacionar amb un procediment d'execució. Així, el procediment d'execució també pot estar relacionat amb la informació sobre l'individu avaluat.

Per alguns paràmetres, en el formulari d'entrada de dades ràpida associat a l'avaluació (sistema C), també es pot seleccionar una fulla d'avaluació individual que podria contenir les dades de l'individu avaluat.

Si per gestionar les avaluacions s'utilitza la fulla avaluació individual, cal, per a cada individu que avaluem, introduir tots els elements a avaluar. Una solució per simplificar l'entrada de dades seria utilitzar una plantilla que es copiés automàticament per a crear una nova fulla d'avaluació.

C) Entrada de dades ràpida.

En aquest cas es tracta d'entrar directament les dades al formulari. L'entrada ràpida de dades no necessita que estigui relacionada amb un procediment executat ni entrar les dades de manera individual per a cada individu analitzat. És un mètode que proporciona molta menys informació. Per el mètode ràpid es selecciona, normalment, a un formulari principal allò a avaluar (un dels elements avaluable, com per exemple una idea). Llavors, per a cada un, es selecciona un mètode d'avaluació. Llavors, amb el mètode d'avaluació s'obté la informació que ens permetrà obtenir el paràmetre que volem avaluar. S'introdueixen les dades al formulari d'avaluació. Per a cada paràmetre, cal un tractament diferent. En alguns casos la informació a avaluar introduïda a la fulla d'avaluació individual també es pot annexar de manera automàtica al formulari d'avaluació ràpida.

La solució adoptada per a un gran nombre de paràmetres, és fer un subformulari a cada avaluació i apuntar els valors parcials en aquest subformulari. Els valors totals (sumes de paràmetres individuals o altres operacions matemàtiques sobre sumes parcials) poden ser un càlcul a partir dels parcials si es coneixen. Així mateix, les dades del formulari d'entrada ràpida de dades es podrien omplir a partir de les execucions seleccionades.

Si utilitzem el sistema d'entrada ràpida només cal entrar una vegada cada paràmetre a avaluar i llavors entrar els resultats de les avaluacions individuals a un subformulari associat als registres que estem avaluant. En aquest cas, no és necessari que, per a cada individu avaluat, tinguem seleccionada una fulla d'avaluació individual. Així doncs, l'entrada ràpida, en la que és opcional emmagatzemar les avaluacions individuals, és normalment més simple. Però això implica limitacions alhora de gestionar la informació. Molts dels mètodes d'avaluacions tindran associats formularis d'entrada ràpida de dades.

5.7.4 Gestió d'una avaluació.

Les avaluacions es defineixen i es gestionen amb el formulari d'avaluacions. Els tres sistemes definits en els paràgrafs anteriors es poden gestionar a partir del formulari d'avaluació.

Figura 112. Formulari avaluació

Cada avaluació té un codi únic (codi_avaluacio). Es selecciona el disseny avaluat (codi_procediment_disseny_avaluat). Es pot posar un nom a l'avaluació (nom_avaluacio). Es poden posar comentaris a l'avaluació (comentaris_avaluacio).

El disseny avaluat és un procediment (un conjunt d'accions, d'eleccions i de procediments inclosos dintre el procediment). Un procediment de disseny ho és en relació a un objecte educatiu; els paràmetres que obtindrem ho seran en relació a l'objecte educatiu definit en el procediment seleccionat per avaluar.

A la pestanya conjunts de dades, hi ha un subformulari (av_conjunt_f_av_int) on s'hi poden seleccionar els conjunts de dades que s'utilitzaran per a calcular diferents paràmetres d'aquesta avaluació. Es seleccionen conjunts de dades per el sistema A i el sistema B.

CODI_CONJUNT_F_AV_SELEC	CONJUNTS D'AVALUACIONS
2	Activitat_4 (museu cinema execució del disseny adults) Conjunt avaluacions dia X
3	Activitat_4 (museu cinema execució del disseny adults) Conjunt avaluacions dia y
1	

Figura 113. Conjunts de dades d'una avaluació.

Un conjunt de dades és el resultat d'agrupar les dades que, normalment, s'obtenen d'avaluar a un executor del procediment. Per exemple, cada un dels qüestionaris individuals que han respost els estudiants que han executat el procediment avui, s'integren en un conjunt. Això és útil per a tenir ordenada la informació. Per exemple, tenir correctament agrupades les dades d'execucions individuals segons la data en la que es van portar a terme o segons si formaven part d'una mateixa escola... Els conjunts de dades es defineixen mitjançant el formulari de creació de conjunts (av_full_av_conjunt); els atributs del formulari de conjunts de dades es poden veure a la següent figura.

CODI_INTEGRANT_F_AV_INCLUS	FULLES AVALUACIO
5	Museu cinema execució del disseny adults. EXECUCIO 2 DATA A-Individu actor real 3
4	Museu del cinema execució del disseny adults EXECUCIO_1 data A-Individu actor real 2
*	1

Figura 114. Formulari per a la gestió de conjunts d'avaluacions individuals

Hi ha el codi únic del conjunt de dades (codi_conjunt_f_av), el nom (nom_conjunt_fulla_avaluacions) i uns comentaris. Hi podrien haver molts altres atributs que ens informarien de les característiques del conjunt.

Al subformulari integrant_conjunt (av_full_av_conjunt_integrant). S'hi seleccionen les dades d'un executor del procediment (normalment, un individu avaluat).

Les avaluacions individuals es gestionen amb el formulari dades_una_avaluació (av_full_avaluacio).

The screenshot shows a software window titled "DADES UNA AVALUACIO (AV_FULL_AVALUACIO)". It contains several input fields and dropdown menus. Under "SISTEMA A:", there are fields for "CODI_METODE_AVALUACIO_SISTEMA_A:" (value 22) and "CODI_PROCEDIMENT_EXECUCIO:" (value 12). Under "SISTEMA B:", there are fields for "VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLTS_SI:" (value 1) and "VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLTS_NO:" (value 1). A section titled "AV_FULL_AV_ELECCIO" contains fields for "C_E_AV_FULLA:" (value 2), "CODI_ELECCIO:" (value 3), "CODI_METODE_AVALUACIO:" (value 22), "V_R_D:" (value 2), "V_R_A_P_SI:" (value 1), and "V_R_A_P_NO:" (value 0). Below this is a table with columns "CODI_OPCIO", "V_PARCIAL_SI", and "V_PARCIAL_NO". The table has three rows of data and one empty row.

CODI_OPCIO	V_PARCIAL_SI	V_PARCIAL_NO
66	1	0
67	1	0
68	0	0
1	0	0

Figura 115. Formulari amb les dades d'una avaluació individual

Per el sistema A es selecciona el codi_procediment_execucio.

The screenshot shows a dropdown menu with the text "Codi procediment disseny avaluat". The selected option is "6 Museu del cinema disseny per a public adult: visita completa amb guia".

Figura 116. Selecció del procediment avaluat.

Cal tenir present que la definició d'un procediment execució conté les accions de tot un procediment de disseny; visitar les 3 sales més importants d'un museu M, no és equivalent a "visita al museu M" ; la definició correcta del procediment és "visita a les 3 sales més importants del museu M". Així, podria ser que el disseny inclogui la visita total i en canvi l'avaluació d'aquest disseny sigui parcial (per tant seran procediments que no contindran tot el disseny). Però seria recomanable que una execució ho sigui respecte d'un disseny. Així doncs, les execucions seleccionades no tenen perquè tenir totes les accions que hi havia al disseny però es recomanable que sigui així. Per a poder obtenir el major nombre dels paràmetres, és recomanable que hi hagi coincidència entre allò inclòs al procediment disseny i el procediment execució.

Per al sistema B s'introdueixen les dades individuals en els formularis de la pestanya corresponent segons el paràmetre avaluat.

SISTEMA B:

AV_ELECCIONS INPUT_OUTPUT ALTRES

AV_FULL_AV_ELECCIO

VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLITS_SI:

VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLITS_NO:

C_E_AV_FULLA:

CODI_ELECCIO: Eleccio 1

CODI_METODE_AVALUACIO: Observació directa dels visitants (Direct observation)

V_R_D: Valor rombe mínim eleccions que cal executar

V_R_A_P_SI: Opcions elegides (accions elegides executades)

V_R_A_P_NO: Opcions no elegides (accions elegibles no executades)

CODI OPCIO		V_PARCIAL_SI	V_PARCIAL_NO
66	Percepció Recurs A Idea_1	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>
67	Percepció Recurs B Idea_2	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>
68	Percepció Recurs C Idea_2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
1		<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Registro: 1 de 2

Figura 117. Sistema B. Formulari avaluació eleccions.

La segona pestanya del formulari avaluació, com podem observar a la figura següent, és “avaluables paràmetres”. En aquest formulari s’hi introdueixen els paràmetres avaluats. Com veurem, cada paràmetre, en el sistema B i el sistema C, tindria la seva pestanya corresponent. Els paràmetres i la manera d’obtenir-los es defineixen en els apartats següents.

AVALUACIO

CODI_AVALUACIO: FULLS_AVALUACIO

Codi procediment disseny avaluat: Museu del cinema disseny per a public adult visita completa amb guia

NOM_AVALUACIO: Avaluació al museu del cinema de Girona.

COMENTARIS_AVALUACIO: Avaluació de visita completa.

Avaluació correctiva (remedial evaluation).

DADES COMUNS A TOTS ELS SISTEMES: SISTEMA C:

CONJUNTS DE DADES AVALUABLES PARÀMETRES VALOR_AVALUACIO CANVI_ACCIO MOVIMENTS INPUT_OUTPUT ELECCIONS OBJECTIUS EDUCATIUS PREREQU

AVALUABLES PARÀMETRES:

AVALUACIO_AVALUABLES_PARAMETRES

CODI_INTEGRANT_SELECCIONAT

326	Ànàlisi procediments. Acciones-resultats reals. Prerequisits habilitat
325	Ànàlisi procediments. Acciones-resultats reals. Prerequisits coneixement (idees).
328	Ànàlisi procediments. Acciones-resultats reals. Objectius educatius. assolits (Output idees objectiu)
364	Temps. temps d'execucio; de la visita real un visitant. (Temps del procediment execucio real). Un visitant.
363	Guany
348	Posició. Aturada. 2. davant d'un element (concepte de atracció i retenció). Nombre absolut de visitants que s'aturen davant d'un objecte. NOMBRE VISITANT
346	Ànàlisi procediments. Canvi_accio. Accio percepcio. PERCENTATGE ACCIO PERCEPCIO EXECUTADES EN RELACIÓ A LES POTENCIALS DE TOTS ELS
332	Ànàlisi procediments. Acciones-resultats reals. Eines.
1	

Figura 118. Formulari de selecció dels paràmetres a avaluar.

A la pestanya valors (valor_avaluacio), tal com es mostra a la figura següent, s’hi poden introduir dades relatives a l’avaluació. En molts casos es tractaria d’atributs calculats a partir de la informació introduïda als diferents formularis. Es permet però l’entrada manual de dades.

DADES COMUNS A TOTS ELS SISTEMES:

NOMBRE_INDIVIDUS_AVALUATS:

TOTAL_SELECCIONATS_PER_AVALUAR:

ALTRES:

Figura 119. Formulari amb les dades de l'avaluació.

Sistema C:

En relació al sistema C (entrada ràpida de dades) cada pestanya permet introduir les dades necessàries per obtenir determinats paràmetres.

SISTEMA C:

Figura 120. Pestanyes formulari entrada de dades amb el sistema C.

Diversos paràmetres o avaluables s'obtenen amb una sistemàtica similar. Per exemple: idees objectiu educatiu, prerequisits, produccions...la implementació és similar per a tots ells i s'explicarà conjuntament.

A la figura que ve a continuació es mostren les pestanyes amb els formularis per introduir les dades i obtenir diversos paràmetres. També s'hi pot observar un exemple de formulari d'entrada ràpida per a l'anàlisi d'accions.

AV_CANVI_SELECCIONATS_PER_AVALUAR

CODI_CANVI_ACCIO: PERCEPCIO DE V1_R1 (objecte_educatiu) de V1 que origina V1_R1_I1 de V1

CODI_METODE_AVALUACIO: Observació directa dels visitants (Direct observation)

NUM_TOTAL_SI:

NUM_TOTAL_NO:

T_DURACIO_MITJA:

AV_CANVI_RESULTATS_AVALUACIONS

CODI_FULL_AVALUACIO	INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI	OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO	COMPTAR_A_SI	IMPTAR_A_NO	T_DURACIO	T_INICI_ACCIO	T_FINAL_ACCIO
Individu actor real 1	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	00:00:09	01:01:01	01:01:10
Individu actor real 2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	00:00:11	01:01:01	01:01:12
Individu actor real 3	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>	00:00:10	00:00:00	00:00:10
.	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>			

Figura 121. Formulari sistema C. Entrada de dades avaluació d'una acció analitzada.

CONJUNTS DE DADES	AVALUABLES PARAMETRES	VALOR_AVALUACIO	CANVI_ACCIO	MOVIMENTS	INPUT_OUTPUT	ELECCIONS	OBJECTIUS_EDUCATIUS	PREREQUISIT_CONEXEMENT	Prerequisit tecnic	Produccions
AV_CANVI_SELECCIONATS_PER_AVALUAR										
CODI_INPUT_OUTPUT_SELECCIONAT:		58 [Poma és fruita (idea)]		N?						
CODI_METODE_AVALUACIO		<input checked="" type="checkbox"/> Conversa. Gravació								
						NUM_TOTAL_SI	2			
						NUM_TOTAL_NO	0			
						T_DURACIO_MITJA				
AV_CANVI_RESULTATS_AVALUACIONS										
CODI_FULL_AVALUACIO		INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI	OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO	COMPTAR_A_SI	COMPTAR_A_NO					
2	Individu actor real 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	Individu actor real 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

Figura 122. Formulari sistema C. Entrada de les dades avaluació de inputs i outputs.

Per a inputs i outputs de l'activitat educativa avaluada (consultar la figura anterior), es seleccionen els input i output que es volen analitzar i es selecciona un mètode d'avaluació per a cada un d'ells. Hi pot haver pre test i post test en tots. Es pot fer per n persones. Llavors es poden treure paràmetres derivats com %si, % no, guany... Així doncs el tractament de inputs i outputs es pot fer amb els mateixos formularis.

Les eleccions també es poden gestionar amb el sistema C d'entrada ràpida de dades. Es pot veure un exemple a la següent figura.

CONJUNTS DE DADES	AVALUABLES PARAMETRES	VALOR_AVALUACIO	CANVI_ACCIO	MOVIMENTS	INPUT_OUTPUT	ELECCIONS	OBJECTIUS_EDUCATIUS	PREREQUISIT_CONEXEMENT	Prerequisit tecnic	Produccions
AV_ELECCIO_N1										
CODI_AVALUACIO		6								
C_SF_E		1								
CODI_ELECCIO		3 [Eleccio 1]								
CODI_MODEL_AVAL		22 [Observació directa dels visitants (Direct observation)]								
C_ACCIO_MES_EXE		66 [Percepció Recurs A Idea_1]								
V_R_D		2								
AV_ELECCIO_N2										
C_SF_E		1		OBSERVA:anàlisi de rombe compliment per a cada executor és més difícil amb aquest sistema. Millor faltar manera d'entrar avaluacions.						
C_SF_D		1								
CODI_OPCIO		66 [Percepció Recurs A Idea_1]								
VALOR_SI_TOTAL		3								
VALOR_NO_TOTAL		0								
AV_ELECCIO_N3										
C_SF_0	C_SF_FULLA_UN	DI_FULLA_AVALUACIO	VALOR_SI_PARCIAL		VALOR_NO_PARCIAL					
1	2	2	Individu actor real 1	1	0					
1	3	4	Individu actor real 2	1	0					
1	4	5	Individu actor real 3	1	0					
Registro: 1 de 3										
Registro: 1 de 1										

Figura 123. Formulari sistema C. Entrada de les dades eleccions.

5.7.5 Implementació dels paràmetres avaluable.

En paràgrafs anteriors s'han enumerat els diferents paràmetres i s'han explicat que s'han plantejat 3 sistemes per obtenir els paràmetres.

A continuació es descriu com s'implementarien cada un d'aquests paràmetres al programa informàtic. Al costat del nom del paràmetre hi ha una descripció. La descripció descriu com s'implementaria o s'ha implementat el model al prototipus per obtenir el paràmetre segons els sistemes A, B, o C. Molts de paràmetres tenen referència a altres codi. Significa que la descripció del paràmetre es pot completar

consultant els codi relacionats. Els codi són únics per a cada paràmetre i han simplificat la gestió de la seva definició. Per això s'han conservat.

Taula 11. Paràmetres. Implementació segons els tres sistemes proposats.

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
3	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Eines.	<p>Aquest paràmetre serveix per analitzar si una eina s'utilitza correctament.</p> <p>a) Procediments. Una eina s'introdueix com a input en l'execució. Si l'eina s'utilitza, per a l'atribut codi_verd_vermell es selecciona verd. Es poden cercar totes les eines d'un disseny i d'una execució amb un procediment automàtic. Es pot filtrar i mostrar les eines realment utilitzades.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. En aquest cas es podrien seleccionar eines a analitzar a la fulla individual i s'introdueix un 1 a valor_si en el cas que s'utilitzi l'eina.</p> <p>c) Entrada ràpida de dades. En un subformulari de formulari avaluació es poden seleccionar les eines. En un sobformulari de les eines seleccionades es poden introduir les dades de les avaluacions individuals. Valor_si seria 1 en el cas que una eina hagi estat utilitzada.</p>
4	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Inputs idees internes (intermèdies).	<p>Es comprova que a les execucions hi apareixen aquestes idees intermèdies. És una comprovació de inputs i outputs.</p> <p>a) Procediments. A les execucions utilitzar el codi_verd_vermell que es selecciona a accio_canvi de les execucions. Si s'ha utilitzat la idea intermèdia apareix seleccionat verd en l'atribut codi_verd_vermell del formulari de l'acció.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. S'introdueixen les dades a la fulla avaluació individual. Es selecciona input o output a analitzar. Es selecciona mètode d'avaluació. Es posen els valors de comptar_a_si a valor 1 en el cas que es constati que s'ha utilitzat la idea interna (intermèdia).</p> <p>c) Entrada ràpida de dades. S'utilitza un subformulari de avaluació. En aquest formulari es selecciona l'output a analitzar (codi_input_output_seleccionat). Es selecciona un mètode d'avaluació.</p> <p>Al formulari av_canvi_resultats_avaluacions s'hi introdueixen les avaluacions individuals. Si es coneix es pot seleccionar un individu avaluat. Es posa comptar_a_si amb valor 1 en el cas que es constati que s'ha utilitzat la idea intermèdia.</p>
5	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius.	<p>Els objectius educatius són output. Són idees que han estat declarades com a objectiu educatiu.</p> <p>a) Procediments. A les execucions utilitzar el codi_verd_vermell que es selecciona a accio_canvi de les execucions. Si s'ha utilitzat la idea intermèdia apareix seleccionat verd en l'atribut codi_verd_vermell del formulari de l'acció.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. S'introdueixen les dades a la fulla avaluació individual. Es selecciona input o output a analitzar. Es selecciona mètode d'avaluació. Es posen els valors de comptar_a_si a valor 1 en el cas que es constati que s'ha utilitzat la idea interna (intermèdia).</p> <p>c) Entrada ràpida de dades. S'utilitza un subformulari de avaluació. En aquest formulari es selecciona l'output a analitzar</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		(codi_input_output_seleccionat). Es selecciona un mètode d'avaluació. Al formulari av_canvi_resultats_avaluacions s'hi introdueixen les avaluacions individuals. Si es coneix es pot seleccionar un individu avaluat. Es posa comptar_a_si amb valor 1 en el cas que es constati que s'ha utilitzat la idea intermèdia.
6	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius. pre-us.	Es comprova si el visitant ja coneix algun dels objectius educatius abans de l'execució. Les avaluacions abans de l'execució es coneixen com a pre-us. A partir d'aquest paràmetre és possible calcular altres paràmetres com el guany. b) Fulla avaluació. Es seleccionen els objectius educatius que es volen analitzar. S'elegeix el mètode d'avaluació. En el cas que el visitant conegués l'objectiu educatiu abans de l'execució es selecciona 1 a l'atribut coneix_objectiu_pre_us. c) Entrada ràpida Es seleccionen els objectius educatius que es volen analitzar a un subformulari. S'elegeix el mètode d'avaluació. En un subformulari de cada un dels objectius educatius s'introdueixen els valors. Cada registre entrat, si es vol, es pot relacionar amb un visitant avaluat. S'introdueix el valor 1 a l'atribut coneix_objectiu_pre_us.
7	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius; segons tipologia objectiu educatiu (segons taxonomies).	Un objectiu educatiu és una idea. En aquest cas s'analitzarien objectius educatius que estan classificats com alguna tipologia segons alguna de les taxonomies. És possible gestionar l'avaluació amb el mateix sistema descrit per a avaluació per objectius educatius. Consultar codi 5 (Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Objectius educatius). El prototipus està preparat per a gestionar diferents taxonomies per a classificar els tipus d'idees. Es poden filtrar les idees segons la tipologia assignada amb una declaració.
8	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Percepció inputs.	La solució proposada és similar a l'enfocament des del punt de vista d'accions perceptiu. a) Procediments. Per fer-ho mitjançant les execucions utilitzar el codi_verd_vermell que s'entren a accio_canvi de les execucions. Si s'ha percebut l'objecte educatiu apareix seleccionat a verd en l'atribut codi_verd_vermell del formulari de l'acció. b) Fulla avaluació. S'introdueixen les dades a la fulla avaluació individual. Es selecciona input a analitzar. Es selecciona mètode d'avaluació. Es posen els valors de comptar_a_si a valor 1 en el cas que es constati que s'ha percebut l'objecte educatiu. c) Entrada ràpida. S'utilitza un subformulari d'avaluació; en aquest formulari es selecciona input a analitzar (codi_input_output_seleccionat). Es selecciona un mètode d'avaluació. Al formulari av_canvi_resultats_avaluacions s'hi introdueixen les dades de les avaluacions individuals. Si es coneix, es pot seleccionar un individu avaluat. Es posa comptar_a_si amb valor 1 en el cas que es constati que s'ha percebut l'objecte educatiu.
9	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Prerequisits coneixement (idees).	Els prerequisits coneixement apareixen com a input a accions de dinàmica interna o a accions de producció. Amb avaluacions pre-us (abans de realitzar l'activitat educativa) es pot comprovar si els visitants tenen els prerequisits de coneixement. Es seleccionen les

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		idees prerequisite a avaluar. Es selecciona un mètode d'avaluació (test per exemple o qualsevol altre que pugui generar aquesta informació). S'introdueixen els resultats. En una avaluació post us, si la idea objectiu o idea que necessitava el prerequisite coneixement ha estat assolida, es pot suposar que el prerequisite també era conegut. És tracta d'una comprovació d'inputs. Consultar codi 3 (anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Eines).
10	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Prerequisits habilitat.	<p>Es mesura si usuari tenia els prerequisits habilitat abans de l'execució de l'objecte educatiu. La utilització d'eines pot tenir prerequisits d'habilitat. Un objecte educatiu en una acció de percepció o en una acció interacció també pot tenir prerequisits d'habilitat (saber llegir, saber pulsar botons, saber utilitzar un ratolí, saber utilitzar una pantalla tàctil...). Com que l'habilitat no s'ensenya a l'activitat educativa en molts casos es pot executar aquesta avaluació en post-us. També seria vàlid executar l'avaluació en pre-us. Òbviament també es poden comprovar els prerequisits habilitat mitjançant l'observació.</p> <p>a) Procediments execució. Els input d'una acció que tenen prerequisits habilitat s'introdueixen al formulari canvi_accio_conjunt_input_prerequisit. Així per a cada acció i cada input queden relacionats els prerequisits habilitat. Els prerequisits habilitat seleccionats en aquest formulari, quan introduïm les dades de l'execució, tenen seleccionat verd (prerequisit habilitat conegut) o vermell (prerequisit habilitat no conegut). S'utilitza aquest atribut per indicar . Verd en el cas que l'individu avaluat tingués el prerequisite. Quan es pregunta per un coneixement habilitat determinat es selecciona al formulari avaluació. Es selecciona el mètode d'avaluació. Llavors es fa una cerca automàtica a les accions del procediment executat filtrant per el coneixement habilitat cercat. Es mostra el codi_verd_vermell per saber si el prerequisite era conegut per al visitant.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. A un formulari es seleccionen els prerequisits a avaluar. Es selecciona un mètode d'avaluació. Amb l'avaluació introduïm els valors codi_verd_vermell per a cada prerequisite avaluat.</p> <p>c) Entrada ràpida A un formulari es seleccionen els prerequisits a avaluar. Es selecciona un mètode d'avaluació. Per a cada registre de prerequisite s'omplen les dades de l'avaluació a un subformulari. Es pot utilitzar el codi_verd_vermell. Cada registre del subformulari equival a un visitant analitzat. Seria possible relacionar aquest visitant amb un codi de fulla avaluació individual.</p>
11	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Produccions. Apareixen a execució les que estaven previstes en el disseny.	<p>a) Procediments execució. Les produccions són output d'una acció de producció. Cada una de les produccions té codi_verd_vermell. Es seleccionen les produccions a avaluar al formulari avaluació. Es selecciona el mètode avaluació. Com a resultat de l'avaluació, per a cada acció de producció, es selecciona verd o vermell a l'output que és producció. Consultes internes cerquen els output a les accions i filtren segons els seleccionats per avaluar. Es mostra verd o vermell (si o no) per a</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		<p>cada una de les produccions seleccionades.</p> <p>b) Fulla avaluació. Es seleccionen al formulari de fulla individual les produccions a analitzar. Es selecciona el mètode d'avaluació. Cada registre de producció seleccionat té l'atribut codi_verd_vermell relacionat. Durant l'avaluació es selecciona verd o vermell per a cada registre. Verd si s'observa la producció. Vermell si no s'observa. Es poden calcular totals a partir de les fulla avaluació individual.</p> <p>c) Entrada ràpida. A un subformulari del formulari avaluació s'hi seleccionen les produccions a analitzar. Es selecciona el mètode d'avaluació. A un subformulari de cada registre producció avaluat s'hi entren les dades de les avaluacions a l'atribut codi_verd_vermell. Verd si s'observa la producció. Vermell si no s'observa. Es poden calcular totals a partir dels registres i dades introduïdes al subformulari.</p>
12	Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. sensacions viscudes segons el disseny SI/NO	<p>Les sensacions són output de les accions. Les sensacions són tipus d'idea.</p> <p>a) Procediments execució. Al formulari avaluacions, a partir de les sensacions associades a les accions del disseny del procediment avaluat, es seleccionen les sensacions a analitzar. S'elegeix mètode d'avaluació per comprovar, per a cada una d'elles, si ha estat assolida o no assolida. Els output de les accions executades tenen el codi_verd_vermell. Per a cada sensació es mostra si està a verd o està a vermell. Verd significa que la sensació s'ha produït. Vermell que no s'ha produït. Es poden calcular totals a partir dels procediments d'execució de tots els individus avaluats.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. Es tracta d'avaluar output d'accions. Consultar la descripció del codi 11 (Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Produccions. Apareixen a execució les que estaven previstes en el disseny). Seria solució equivalent.</p> <p>c) Entrada ràpida dades Es tracta d'avaluar output d'accions. Consultar la descripció del codi 11 (Anàlisi procediments. Accions. Resultats reals. Produccions. Apareixen a execució les que estaven previstes en el disseny). Seria solució equivalent.</p>
84	Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Accions inesperades	<p>Les accions inesperades Consultar el codi 29 (Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Idees) per quan es tracta de noves idees. En aquest cas es tracta d'accions inesperades que executa el visitant. Qualsevol execució pot tenir accions inesperades. Les accions inesperades poden ser de qualsevol tipus. Les accions inesperades tenen seleccionat a l'execució que són accions inesperades (poden ser verd, vermell o inesperades). Es poden consultar per un procediment de disseny quines accions han estat inesperades.</p>
29	Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Idees	<p>Es tracta de localitzar les idees inesperades. Consultar codi 84 (Anàlisi procediments. Accions-resultats reals. Side-effects. Accions inesperades) per accions inesperades de qualsevol tipus. A les idees output de les accions s'hi pot seleccionar idea_inesperada a codi_verd_vermell. Es selecciona un procediment. Es selecciona codi_verd_vermell com a inesperada.</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
13	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció interacció- estats inicials i finals executats correctament.	Es seleccionen accions interacció a avaluar. S'utilitza un mètode d'avaluació per obtenir les dades d'interacció real. Es comparen les interaccions. a) Procediments execució. Es selecciona el procediment a avaluar. Es seleccionen a un subformulari les acció interacció del disseny (codi_objecte_educatiu_disseny_avaluat); es selecciona el mètode d'avaluació per obtenir les dades. S'introdueixen les accions al procediment d'execució per a cada avaluat. S'introdueixen els estats inicials i estats finals de les accions executades. A les accions executades es pot seleccionar el valor de codi_verd_vermell per a l'estat introduït. Es poden comparar els estats del disseny amb els estats de les execucions. Es pot repetir la comprovació per a els processos d'execució dels diferents individus. b) Fulla avaluació individual. A fulla avaluació individual es seleccionen les accions a analitzar. Es selecciona el mètode d'avaluació. Es selecciona un valor a codi_verd_vermell. A partir de diferents fulla avaluació individual es poden calcular totals. c) Entrada ràpida de dades Es selecciona l'acció a analitzar. Es selecciona el mètode d'avaluació. A un subformulari de l'acció a analitzar es selecciona codi_verd_vermell per a input i codi_verd_vermell per a output. Es poden calcular totals a partir de les dades entrades.
15	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. observació de percepció de objecte educatiu del tipus_objecte_educatiu determinat. Determinar les accions percepció executades en relació al tipus d'objecte educatiu.	Els objectes educatius tenen una tipologia. Per exemple, una gravació, un text que cal llegir o un audiovisual. En aquest cas es mesura si s'han executat les accions percepció que s'executen sobre un objecte_educatiu que és del tipus seleccionat a l'avaluació. L'avaluació es portaria a terme de la manera ja explicada per avaluar la percepció dels objectes educatius. Només caldria filtrar per el tipus d'objecte educatiu seleccionat al formulari avaluació.
16	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció de percepció executades en relació a les potencials per a cada individu dels potencials analitzats. Percentatge mig.	Es poden seleccionar les accions de percepció a avaluar. Es documenta si un actor executa l'acció de percepció a l'objecte educatiu. Es pot analitzar si tots els objectes educatius han estat percebuts. Es pot obtenir un percentatge de percebuts respecte els que, segons el disseny, calia percebre per a cada individu. El percentatge mig és la mitja de tots els percentatges. Consultar el codi 17 (Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció percepció executades en relació a les potencials d'un individu).
17	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció percepció executades en relació a les potencials d'un individu.	Es poden seleccionar les accions de percepció a avaluar (també es podrien seleccionar objectes educatius). Es selecciona un mètode d'avaluació. S'avalua si un actor executa l'acció de percepció a l'objecte educatiu. Les observacions són execucions. Es pot analitzar si tots els objectes educatius han estat percebuts. Es pot obtenir un percentatge de percebuts respecte els que segons el disseny calia percebre per a cada individu. Consultar el codi 16 (Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció de percepció executades en relació a les

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		potencials per a cada individu dels potencials analitzats. Percentatge mig). De totes les accions de percepció possibles es calcula el percentatge de les realment efectuades. Consultar codi 80 (Percentatge d'accions de qualsevol tipus realment executades en relació a les accions potencials d'aquesta tipologia al disseny). Hi ha la solució general per a qualsevol tipus d'acció. En aquest cas seria filtrar només per les accions de percepció.
18	Anàlisi procediments. Canvi_accio. Accio percepció-atenció a element individual amb independència de si és obligat o no és obligat. Si/no. Determinar acció percepció executades.	Es seleccionen objectes educatius. Es poden seleccionar accions de percepció al formulari d'avaluació. Es selecciona un mètode d'avaluació. Es documenta si un actor presta atenció a l'objecte educatiu durant el temps necessari per a la seva percepció. L'acció de percepció té una duració especificada al disseny de la percepció. Es comprova si tots els objectes educatius han estat percebuts durant el temps necessari de l'acció percepció associada a l'objecte educatiu. A una posició hi poden haver diversos objectes o accions de percepció que s'executen en aquesta posició.
19	Característiques físiques; adequació de les característiques físiques	Un objecte educatiu té unes característiques físiques. Per exemple, les dimensions de la lletra d'un text, separació entre línies de text, l'escala de l'objecte educatiu en relació a l'original... Es pot avaluar si el visitant considera que les característiques físiques són adequades. Pas 1: A un subformulari d'avaluació es selecciona un UNIC (Es selecciona un objecte educatiu). Pas 2: Es seleccionen les característiques a analitzar a un altre subformulari d'aquest objecte educatiu. Es selecciona un mètode d'avaluació. Pas 3: Es defineix la pregunta sobre aquesta característica i sobre l'objecte. Les preguntes i respostes es poden gestionar mitjançant fulla d'avaluació individual. Un exemple de pregunta seria: Consideres adequada la longitud del text? Dimensions de la lletra del títol adequat? Longitud explicacions adequades? Es responen les parcials. Es poden calcular totals a partir de les parcials.
27	Demogràfics (Demographics). Determinació de perfils.	Característiques de l'audiència (Bitgood S. 1994). La gestió de perfils i característiques demogràfiques dels visitants es pot gestionar amb el prototipus. Hi ha els atributs dels perfils. Per avaluar a quin perfil pertany un visitant cal seleccionar un mètode d'avaluació. Amb l'execució de l'avaluació es poden aconseguir les característiques del perfil. A cada visitant li correspon un perfil.
30	Elecció- Eleccions no explícites.	Eleccions no explícites són les accions que no es descriuen per el dissenyador explícitament. En alguns casos és possible dissenyar procediments automàtics que mostrin unes opcions en forma d'accions. Per exemple, donades unes posicions, calcular les combinacions possibles de recorregut que s'originen si el dissenyador vol que es passi per totes les posicions. Si es pot executar un procediment automàtic per a calcular les posicions es podrien fer avaluacions segons aquests càlculs. Si no és possible calcular-ho automàticament a partir de la informació que introdueix el dissenyador, cal que a l'avaluació o a l'entrada de les execucions de l'objecte educatiu, es descriu les accions. Un

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		cop descrites les accions es tractarien a les avaluacions de la mateixa manera que s'ha definit per a les accions. Aquest paràmetre no ha estat implementat al prototipus.
31	Elecció- mostrar l'execució més comú que involucra a diverses eleccions determinades (recorregut d'un conjunt eleccions).	Per exemple davant de unes opcions elecció de recorregut determinar el recorregut més elegit per els visitants. Totes les acció d'una execució, han de tenir la informació conforme ho són respecte unes acció del disseny. A les eleccions es presenta al visitant la possibilitat d'elegir entre diverses accions. Al procediment d'execució es descriuen, per a cada visitant, les accions executades. Les accions executades són les elegides. Consultar codi 34 (Elecció-quina ha estat elecció més efectuada. Una sola elecció). Consultar codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció). Aquest paràmetre no ha estat implementat al prototipus.
32	Elecció-comprovar que s'han executat el nombre d'eleccions en rombe (obligades). Tots els rombes. Totes les eleccions.	a) Procediments execució. Les accions dels procediments tenen les eleccions relacionades. Es comproven les accions executades. Es compara amb el valor rombe de l'elecció. b) Fulla avaluació individual. Tots els atributs estan entrats als formularis. Es pot comprovar el nombre d'accions executades d'una elecció i comparar-ho amb les declarades al rombe. c) Entrada ràpida de dades. Consultar codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció).
33	Elecció-comprovar que s'han executat el nombre d'eleccions segons disseny. Obligades. Un rombe. Una elecció.	a) Procediments execució Les accions dels procediments tenen les eleccions relacionades. Es comproven les accions executades. Es compara amb el valor rombe de l'elecció. b) Fulla avaluació individual. Tots els atributs estan entrats als formularis. Es pot comprovar el nombre d'accions executades d'una elecció i comparar-ho amb les declarades al rombe. c) Entrada ràpida de dades. Consultar codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció).
34	Elecció-quina ha estat elecció més efectuada. Una sola elecció.	Es calcula l'acció elegida més executada.
35	Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció.	La majoria de paràmetres relacionats amb avaluacions d'elecció es tracten amb els mateixos formularis. Per uns paràmetres utilitzarem uns valors dels formularis i per altres casos utilitzarem altres valors. A continuació es presenta la descripció de la part comuna a la gestió dels paràmetres relacionats amb elecció. Llavors, per a cada paràmetre, s'afegeixen els paràgrafs per especificar particularitats sobre els seus càlculs. a) Procediments execució. Per a poder calcular el paràmetres d'aquesta manera és necessari que l'avaluador introdueixi el procediment d'execució de cada visitant analitzat. A cada individu li correspon un procediment. Un procediment d'execució està format per una seqüència d'accions. A les accions que es van introduint s'hi pot seleccionar l'elecció origen a la qual pertanyen. Al formulari AV_ELECCIO_N1 es selecciona elecció a analitzar . Es selecciona un mètode d'avaluació. Per a seleccionar els procediments a incloure al càlcul es selecciona a partir del

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		<p>conjunt de fulles d'avaluació. Recordar que a fulla avaluació hi pot estar relacionat el procediment. En alguns casos, si no hem omplert la resta de dades de fulla avaluació individual, només hi ha les dades del procediment. Es fa d'aquesta manera per homogeneïtzar l'entrada de dades. Amb tota aquesta informació es poden calcular automàticament els diferents paràmetres relacionats amb eleccions. Les accions han de tenir el codi_verd_vermell a si. Per a calcular el paràmetre, el total de vegades que ha estat elegida una acció: de tots els procediments avaluats es calculen, per a cada elecció i cada una de les accions de l'elecció, la suma V_PARCIAL_SI. Aquest és el paràmetre.</p> <p>b) Fulla avaluació individual. Veure Figura a continuació d'aquesta taula. Es selecciona una elecció (codi_eleccio). Es selecciona un mètode d'avaluació per obtenir les dades (codi_metode_avaluacio). Amb els resultats de les avaluacions, al subformulari s'hi seleccionen les accions que eren opcions en l'elecció seleccionada. S'introdueix a v_parcial_si un 1 en el cas que el visitant hagi executat l'acció. Deixar un zero a v_parcial_no. Es poden seleccionar i introduir les dades de les avaluacions de la mateixa manera. El V_R_D_minim és el valor rombe del disseny mínim de l'elecció. És el mínim de accions que cal elegir en aquella elecció perquè puguin ser considerades elecció completament feta. V_R_A_P_SI (valor rombe absolut parcial si) és 1 en aquella elecció on la suma dels v_parcial_si és igual o major que V_R_D_minim. V_R_A_P_NO (valor rombe absolut parcial no) és 1 en aquella elecció on la suma dels v_parcial_si és menor que V_R_D_minim. Per a calcular el paràmetre total eleccions de cada acció en una elecció amb Fulla avaluació individual: per a totes les fulles avaluació individual seleccionades a l'avaluació, per a cada una de les eleccions i per a cada una de les accions es calcula la suma dels V_PARCIAL_SI. Consultar figures a continuació d'aquesta taula.</p> <p>c) Entrada ràpida de dades. Veure figura a continuació de d'aquesta taula. Al formulari AV_ELECCIO_N1 es selecciona elecció a analitzar. Es selecciona un mètode d'avaluació. V_R_D és valor rombe disseny. El valor s'extreu de l'elecció seleccionada. A C_ACCIO_MES_EXECUTADA (codi acció més executada). Un procediment selecciona a partir dels totals del nivell_2 l'opció més elegida s'emmagatzema el resultat aquí. Al formulari AV_ELECCIO_N2, s'hi seleccionen les accions que són opcions de l'elecció. La seleccionada és la que s'analitzarà (codi_opcio). A AV_ELECCIO_N3 s'hi van introduir els registres que són resultat de les avaluacions. Cada registre es correspon a un visitant avaluat. Si avaluador ho desitja es pot seleccionar aquí l'individu analitzat (es pot seleccionar aquí una fulla avaluació individual de l'individu analitzat on hi apareixen les dades particulars de l'individu analitzat). A valor_si_parcial s'hi apunta valor 1 si ha estat elegida per el visitant avaluat. A</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		valor_no_parcial hi queda zero si ha estat elegida; s'hi posa 1 si sabem que no ha estat elegida. El VALOR_SI_TOTAL és la suma de valor_si_parcial. Mostra el total de visitants que han elegit una opció determinada. VALOR_NO_TOTAL mostra el total de visitants que no han elegit aquesta opció. A partir d'aquí és possible calcular molts paràmetres. Consultar per a més detalls cada un dels paràmetres elecció. Elecció més executada. Eleccions completades percentatges... Per a calcular el paràmetre, el total eleccions de cada acció en una elecció amb entrada ràpida de dades: per a cada una de les eleccions i cada una de les accions potencials de cada elecció es calcula la suma del valor_si_aparcial. Consultar figura a continuació d'aquesta taula.
83	Experiència visitant	Es poden realitzar una sèrie de preguntes relacionades amb l'experiència del visitant. Consultar paràmetre codi 19 (Característiques físiques; adequació de les característiques físiques). Hi ha però altres preguntes que es poden fer al visitant amb l'objectiu de millorar l'objecte educatiu. Per exemple, consideres que els plànols explicatius de la visita són adequats? ha estat fàcil orientar-te per l'exposició o per el museu? En aquest cas si l'element sobre el qual es pregunta ha estat creat es pot seleccionar. També el mètode d'avaluació. Finalment s'introdueix la pregunta i es gestionen les respostes mitjançant fulla avaluació individual o mitjançant la introducció de resultats directament a un subformulari del formulari on hem seleccionat elements i mètodes d'avaluació.
36	Grups - perfils integrants dels grups en execucions igual que els grup de disseny.	Es seleccionen per un procediment avaluat, els perfils que es comprovaran. Es selecciona un mètode d'avaluació. S'obtenen les dades dels grups que executen l'objecte educatiu mitjançant un mètode d'avaluació. Es comprova si els perfils dels integrants del grup es corresponen amb els perfils del disseny.
37	Guany.	Guany s'aplica a idees. Idees com a terme generalista que inclou coneixements, habilitats, sentiments envers quelcom... Per a determinar el guany, és possible fer una avaluació pre-test i una avaluació post-test. Pre-test i post-test són sinònims de pre-us i post-us. En una avaluació pre-test es pregunta per el mateix que es preguntarà al post-test. Tanmateix, seria també possible, en determinades avaluacions, preguntar directament al visitant si aquest coneixia alguna de les idees abans de l'execució. Quan l'avaluador entra les dades dels procediments d'execució, posa a verd els output de les accions de percepció i de dinàmica interna que són idees. Caldria, segurament, fer una pestanya que es digui pretest i llavors definir els procediments de comparació. L'usuari només seleccionarà allò que té sentit analitzar en pre-test i post-test. Es poden llavors executar procediments que traslladin les comparacions al nivell adequat. O simplement es mostra la informació per pantalla. El guany també ens indica, a nivell d'objectius, si han estat assolits. Es pot suposar que molts dels objectius educatius són desconeguts per el visitant i que, per tant, es poden considerar guany si es detecten en l'avaluació (per no haver de fer una pre i una post avaluació). Això seria avaluació centrada en objectius. Una exposició o institució museística o conjunt de museus coordinats poden tenir associat un

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		guany_potencial_total (això és: s'ha dissenyat tot amb les expectatives que generi un GUANY; (de fet hi ha varis conceptes de guany: guany_minim_esperat: donat un perfil determinat doncs els dissenyadors haurien de tenir un guany mínim que esperen tenir amb cada perfil; també hi ha un guany_potencial_maxim.
38	Interacció entre visitants.	Comunicació és un tipus d'interacció. Sovint la comunicació ocorre entre membres d'un grup de visitants (un grup és un conjunt d'individus que executa l'objecte educatiu conjuntament; sense separar-se) o entre visitants que es coneixen i que han entrat a la visita junts. La comunicació també es pot donar entre un guia de l'exposició i el visitant. En aquest darrer cas es considera que és una acció de percepció on l'objecte educatiu (el recurs) és el missatge de l'emissor i la idea és l'output de l'acció. Vist així, la comunicació és un procediment. Format per una seqüència d'accions. Un individu emet un missatge (acció de producció on es produeix un objecte que incorpora una idea) i un altre individu percep aquest objecte amb una acció de percepció i incorpora la idea. Però no és necessari introduir la interacció mitjançant un procediment per a poder avaluar-la. Normalment s'observa la interacció entre visitants. En un formulari d'avaluació es pot introduir la interacció que s'observa. Es poden comptar les interaccions. Es poden relacionar les interaccions entre visitants amb determinats objectes educatius. L'avaluació de la interacció es pot implementar al model.
77	Nombre d'accions executades d'un tipus determinat.	Consultar codi 54 (Visitants que executen una acció determinada). Es tracta d'un paràmetre calculat a partir de les dades introduïdes a l'execució. Si tenim les accions amb l'atribut verd o vermell seleccionat i també tenim les accions del disseny, llavors és possible comptar les verd de cada tipus per a un individu. També es podria fer la SUMA de les parcials de cada individu i de cada tipus. Llavors es podria calcular els % individuals segons tipus.
76	Nombre d'accions potencials de un tipus determinat.	Es tracta d'un paràmetre calculat a partir de les dades introduïdes al disseny del procediment. Consultar codi 54 (Visitants que executen una acció determinada).
41	Objecte educatiu-Atenció a l'objecte.	Significa que el visitant mira l'objecte en algun moment des de qualsevol posició. Percep la seva existència però no fa una acció de percepció de duració suficient com per rebre tota la informació. Seria un primer nivell en el que el visitant sembla conscient de la presència de l'objecte. Llavors el visitant decideix si es dirigeix cap allí. En realitat això podria ser una acció de Detecció de presència. L'acció tindria un estat inicial i un estat final. L'execució de l'acció estaria relacionada amb una posició. Seria definida amb estat final del tipus "detecció de presència efectuada" (equivalent a executada l'acció s'obre un objecte educatiu en el procediment d'execució).
74	Pas. Total d'individus que passen per una posició determinada.	Consultar codi 55 (Posició. Moviment. Pas. Un individu passa per una posició determinada).
75	Pas. Total individus que	Consultar codi 55 (Posició. Moviment. Pas. Un individu passa per

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
	passen per una posició determinada. Anàlisi per a moltes posicions.	una posició determinada).
73	Pas. Un individu passa per una posició determinada. Anàlisi per a moltes posicions.	Consultar codi 55 (Posició. Moviment. Pas. Un individu passa per una posició determinada).
80	Percentatge d'accions de qualsevol tipus realment executades en relació a les accions potencials d'aquesta tipologia al disseny.	Pas inicial: Seleccionar el tipus d'acció. Pas_1: calcular SUMA_ACCIONS_TIPUS_A_POTENCIALS=A segons el disseny. O apuntar el valor al formulari directament. Pas_2: ACCIONS_TIPUS_A_EXECUTADES=B. Per a cada avaluat. Es calculen segons els procediments d'execució introduïts o s'introdueixen els valors directament al formulari. Pas_3: B/A. Es calcula el percentatge. Per a cada avaluat. Es pot fer la mitja de tots els avaluats sumant els B/A i dividint per el nombre d'individus avaluats.
44	Perfils identificació perfils reals visitants.	Per avaluar quin és el perfil real d'un visitant. En alguns casos (nivell estudis per exemple) cal utilitzar un mètode d'avaluació per saber la característica i classificar al visitant a un dels perfils. Un conjunt d'atributs que s'anirien omplint amb la informació derivada de l'avaluació. S'implementa un sistema per esbrinar, mitjançant el mètode d'avaluació elegit, algunes característiques. A fulla d'avaluació individual s'hi poden introduir les característiques. A entrada ràpida també hi hauria un subformulari on entrar les característiques i els seus valors.
45	Perfils- anàlisi de freqüències d'un perfil a una activitat o objecte educatiu.	Seria un paràmetre derivat. Una vegada identificat el perfil de cada visitant es fan una sèrie de càlculs de freqüències de visitants etc.... Consultar el codi 44 (Perfils identificació perfils reals visitants). En el procediment d'execució s'introdueix l'executor; l'executor pertany a un perfil. Llavors, es poden fer càlculs. S'introdueixen les dades reals i posteriorment s'executa una consulta a perfils i s'assigna el perfil automàticament. En una fulla d'avaluació individual també tindriem el visitant amb les seves característiques i el seu perfil assignat. En l'entrada ràpida, en un subformulari, s'introdueixen els perfils que es van observant. A partir de les dades introduïdes és possible executar les consultes i càlculs per a saber la freqüència d'un perfil de visitant a l'activitat o objecte educatiu.
46	Perfils- característiques execució iguals que les del disseny.	Consultar codi 44 i codi 45 aquí sobre. En aquest cas es comprovaria que els visitants tenen un perfil definit en el disseny. Que el dissenyador va contemplar aquest perfil de visitant específicament.
71	Posició. Aturada. Capacitat d'atracció. El visitant s'atura davant de l'objecte educatiu. Un visitant s'atura davant d'un objecte educatiu (una posició). Anàlisi per a un conjunt d'objectes educatius	a) Procediments. Consultar codi 48. Es poden avaluar diverses posicions (l'atribut posicio_a_avaluar), normalment, és la posició des de la qual fer percepció de l'objecte educatiu. La posició analitzada que ens interessa més seria conceptualment la "posició des de la qual observar un objecte educatiu". El càlcul es portaria a terme de manera similar a com s'ha descrit al codi 48 (anàlisi d'una posició d'un objecte educatiu i un individu). b) Fulla d'avaluació. Llegir la descripció de codi 48. Ja està allí definida.

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
	(diverses posicions).	c) Entrada ràpida. Llegir la descripció de codi 48. Ja està allí definida.
48	Posició. Aturada. Capacitat d'atracció. El visitant s'atura davant de l'objecte educatiu. Un visitant s'atura davant d'un objecte educatiu (posicio_a_avaluar).	<p>a) Procediments. A una posició s'hi poden executar diverses accions de percepció. Les accions de percepció poden ser a diferents objectes educatius. La posició avaluada (l'atribut <code>posicio_a_avaluar</code>), normalment, és la posició des de la que es pot executar una percepció de l'objecte educatiu. La posició analitzada que ens interessa més seria conceptualment la "posició des de la que es pot observar un objecte educatiu" . Cal recordar que a l'atribut <code>posició_acció</code> s'hi introdueix la posició quan hi ha una acció que implica aturada. La <code>posicio_a_avaluar</code> ha de coincidir amb la <code>posició_execucio</code> Amb independència del tipus d'acció que sigui.</p> <p>Pas 1). Al subformulari avaluació posició es selecciona la posició que volem avaluar. És l'atribut <code>posicio_a_avaluar</code>. Es selecciona un mètode d'avaluació.</p> <p>Pas 2). Per a declarar el procediment execució, internament, seleccionem un conjunt de fulla avaluació que només està integrat per una fulla avaluació individual; cada fulla té relacionat el seu procediment. Entrar-ho així permetrà efectuar càlculs de totals. El total de individus avaluats, en els casos que es necessiti, es treu a partir de les fulles avaluació seleccionades.</p> <p>Pas 3) S'executa la comprovació automàtica a partir de les dades entrades al procediment. Cal recordar que quan s'entren les accions d'un procediment algunes tenen <code>posicio_accio</code> seleccionat una posició. És la posició d'aturada. Quan a formulari avaluació s'ha seleccionat la posició a avaluar i el mètode a avaluar, llavors automàticament es busquen totes les accions entrades a l'execució. A continuació es filtren aquelles accions que tenen quelcom seleccionat a l'atribut <code>posició_accio</code>. Llavors es busca coincidència entre la <code>posició_accio</code> seleccionada a les acció i la seleccionada a <code>posició_a_avaluar</code>. Si hi ha mínim una coincidència la resposta és si. El visitant SI s'ha aturat davant de l'objecte educatiu seleccionat.</p> <p>b) Fulla avaluació. La fulla avaluació està relacionada amb un individu avaluat. A un subformulari, es selecciona una posició (l'atribut <code>posicio_a_avaluar</code>). El nom de la posició pot incorporar el nom de l'objecte educatiu que s'executarà des d'aquesta posició. Es selecciona el mètode avaluació. Al costat hi ha un atribut <code>VALOR_SI</code> i <code>VALOR_NO</code>. Si l'individu avaluat s'hi atura hi posem el valor 1 . A valor NO hi queda 0.</p> <p>c) Entrada ràpida. Al subformulari <code>avaluació_posició</code> es selecciona la posició que volem avaluar. És l'atribut <code>posicio_a_avaluar</code>. Es selecciona un mètode d'avaluació. Es podrien introduir els total de individus que s'han aturat. També, a un subformulari de <code>avaluació_posicio</code>, s'hi poden introduir registres que tindrien els seus <code>VALOR_SI_PARCIAL</code>. Seleccionar un <code>fulla_avaluació</code> a l'entrada rapida seria opcional. Es pot calcular a partir d'aquestes dades la</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		SUMA_VALOR_SI_PARCIAL SUMA_VALOR_NO_PARCIAL.
72	Posició. Aturada. davant d'un element (concepte d'atracció i retenció). Nombre absolut de visitants que s'aturen davant d'un objecte. Nombre de visitants que s'aturen davant d'un objecte educatiu.	A una posició seria el generalista; en aquest cas es seleccionen objectes educatius). Anàlisi per a molts objectes educatius (moltes posicions). Consulta codi 49 aquí sota. Allí s'hi descriu com gestionar l'avaluació per a diversos objectes educatius.
49	Posició. Aturada davant d'un element (concepte de atracció i retenció). Nombre absolut de visitants que s'aturen davant d'un objecte. Nombre visitants que s'aturen davant de diversos objectes educatius.	El concepte de capacitat d'atracció és un indicador que informa del nombre de persones que s'aturen davant de l'objecte educatiu. Nombre de visitants que s'aturen davant d'una posició en la que hi ha un objecte educatiu. Visitants que s'aturen a una posició seria el generalista. Per aquest paràmetre és necessari executar càlculs sobre les dades individuals. Si un visitant o varis visitants s'aturen davant d'una posició consultar codi 72 aquí sobre. En aquest es tracta de sumar els que s'hi han aturat i obtenir totals per a cada posició.
50	Posició. Aturada. Davant d'un element Moviment. Percentatge de visitants que s'aturen davant d'un objecte respecte el total de visitants. Percentatge de visitants que s'aturen davant d'un objecte educatiu. Visitants que s'aturen/total de visitants.	a) Procediments. A partir del codi 49 tinc els total que s'aturen a cada posició. Falta calcular el total d'individus avaluats. Cal fer-ho a partir de integrants de conjunt_fulla_avaluacio seleccionats a conjunt_fulla_avaluacio. El total_visitants es calcula: mostrar conjunt_fulla_avaluacio_integrants de conjunt_fulla_avaluacio seleccionats. Llavors suma els integrants.. El % és dividir les dos valors i fer-ho per a cada objecte educatiu. b) Fulla avaluació. Utilitzar el formulari fet per a codi 48. Es pot calcular el TOTAL_AVALUATS. Es pot fer les SUMA_TOTAL_SI_PARCIAL. %_ATURATS seria dividir el SUMA_TOTAL_SI / TOTA_AVALUATS. c) Entrada ràpida. Utilitzar el formulari fet per a codi 48. Podria incloure el l'atribut de total avaluats. Seria calculable també a partir de les avaluacions parcials. Tinc per a cada posició les SUMA_TOTAL_SI... llavors l'atribut %_ATURATS seria dividir el SUMA_TOTAL_SI / TOTA_AVALUATS. Repetir això per els diferents posicions.
51	Posició. Aturada. Davant d'un element. Un individu, Percentatge. Posicions amb aturada executades per un individu dividit per posicions amb aturada potencial de l'individu.	a) Procediments. Les posicions amb aturada potencial les introdueix l'avaluador al subformulari d'entrada de posicions a avaluar. A partir d'aquí es pot calcular el TOTAL_POSICIONS_ATURADA_POTENCIALS. Llavors a conjunt_fulla_avaluacions hi ha seleccionats conjunts. Els conjunts estan integrats per fulla_avaluacio. A les fulla avaluació hi tinc seleccionat un procediment execució. Podem treure (ja explicat a codi 48) els VALOR_SI per a cada posició. Llavors puc calcular el %. b) Fulla avaluació individual. Es pot calcular a la fulla avaluació

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		<p>mateix. Tenim les seleccionades per avaluar. Llavors a conjunt_fulla_avaluacions hi ha seleccionats conjunts. Els conjunts integrats per fulla_avaluacio. A les fulla_avaluacio hi tinc seleccionats les posició i VALOR_SI o VALOR_NO per a cada posició. Es fa SUMA_VALOR_SI.</p> <p>Llavors es calcula $\frac{SUMA_VALOR_SI}{VALOR_TOTAL_POSICIONS_ATURADA_POTENCIAL} * 100$</p> <p>c) Entrada ràpida. Per a cada posició seleccionada al SF_POSICIO_A_AVALUAR que és subformulari de AVALUACIO. Les posicions amb aturada valor_si les tinc. Les valor no també. Les aturada potencial ja descrites en el codi anteriors (consulta a objectes educatius que són input de accions de percepció de l'objecte educatiu analitzat); serien les seleccionades al SF_POSICIO. Llavors podem calcular el TOTAL_ATURADES_POTENCIALS que seria el nombre de objecte-posicio seleccionats al subformulari. Llavors tenim l'atribut calculat o entrat manualment SUMA_TOTAL_VALOR_SI. Llavors el %ATURADES és dividir-los.</p>
52	Posició. Aturada. Percentatge mig d'aturada de tots els visitants en tots els objectes educatius integrants de l'objecte educatiu o activitat educativa analitzada.	Consultar El codi 48. Al codi 51 obtenim el % aturada d'un individu. Per saber el percentatge mig calculem el total_visitants. Per a cada visitant tenim el %_aturades. Sumem els %_aturades per obtenir total_%_aturades. Dividim total_%_aturades entre total_visitants per obtenir el paràmetre.
53	Posició. Aturada i execució d'una acció. Visitants que s'aturen a la posició per executar una acció determinada (sovint interessarà les accions de percepció).	Observar també que es pot calcular tota la resta de paràmetres anteriors però centrats a un tipus d'acció. Per tant: caldria crear l'atribut: tipus_accio_a_comprovar_posicio i llavors executar igual que s'ha descrit en codi anteriors. En aquest cas no es seleccionen posicions relacionades amb accions de percepció de objectes educatius sinó que es pot seleccionar qualsevol posició on s'hi executin accions.
55	Posició. Moviment. Pas. Un individu passa per una posició determinada.	En aquest cas es selecciona la posició que es vol avaluar. Pas per qualsevol posició independentment de si hi ha objecte educatiu. La solució és similar a codi 56 buscant accions que tinguin la posició inici o la posició final seleccionada com a la posició que estem cercant.
56	Posició. Moviment. Recorregut.	Per obtenir el llistat de totes les posicions del recorregut d'un visitant. Es podria gestionar amb un formulari d'entrada ràpida de dades o amb una fulla_avaluació individual; un procediment d'execució també té introduït els conceptes d'aturada i el concepte de pas. Per entrada ràpida i fulla_avaluació individual, segons el mètode d'avaluació (observació normalment) es van entrant a un subformulari les diferents posicions per on va passant usuari. Llavors a partir d'aquí es poden fer les comprovacions de recorregut. Hi ha diversos paràmetres en relacionats. Per exemple: comparació del recorregut execució amb el disseny recorregut. Llavors hi hauria els paràmetres propis de comparar i

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		aglutinar totals. Cal recordar que, per a introduir el recorregut, es podria utilitzar el mètode d'avaluació consistent en dibuixar directament sobre plànol les diferents posicions del visitant avaluat. La informació a registrar en l'avaluació seria: el recorregut, hores d'inici i final de l'execució; amb un cronòmetre es podrien agafar tots els temps relatius a inici de la visita. Transformar els temps a duració. Aquest mètode d'avaluació podria efectuar-se sobre un software dissenyat a mesura per aquesta tasca. També es pot executar apuntant la informació directament sobre una copia impresa del plànol.
57	Preguntes directes al visitant.	Per exemple, sobre adequació dels continguts als objectius, sobre si és adequada la duració de l'exposició...Serien tota una sèrie de preguntes relacionades amb educació. Cal observar que aquesta informació no apareix a un procediment d'execució. Per implementar aquests paràmetres apuntaríem les preguntes a un subformulari. Potser seleccionem algun objecte educatiu integrat al procediment analitzat. Llavors a un subformulari d'aquest, es van apuntant les respostes que poden ser text o poden ser si o no adequat i suficient. Llavors es pot tractar aquesta informació.
59	Reaccions del visitant davant d'interactius (Human factors impact).	Consultar codi 41. La solució seria semblant. reaccions del visitant davant d'interactius (Human factors impact) (Bitgood, 1994).
60	Rol. Execució d'accions per a cada rol conforme al disseny.	Actor teòric i actor real semblants. En alguns dissenys hi ha diferents rols. Diferents accions són executades per diferents rols. Es pot obtenir per un disseny el llistat d'accions i el llistat de rols que són executors de les accions. Llavors es pot comprovar si aquests rols executen correctament les seves accions. Això és un cas particular de comprovació d'execució d'un disseny. Allò observat es pot expressar amb un procediment i llavors comparar.
61	Temps SRI-Sweep Rate Index.Velocitat escombratge.	Ens dona una idea de la rapidesa de la visita. Un concepte desenvolupat per Beverly Serrell. S'obté de dividir la superfície total de l'objecte educatiu (l'exposició; però es podria calcular per una sala també...) entre el temps invertit en la visita. Per exemple 30m2 / minut. Quan més gran és el valor més ràpida ha estat la visita. Com comentàvem el concepte fou desenvolupat per al total d'una exposició però es podria calcular per a parts de l'exposició (aplicable a sales, a conjunts de sales).
62	Temps. Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció interacció temps duració (de la interacció).	Es mesura el temps durant el qual un visitant utilitza un interactiu. Es pot comparar el temps de la interacció observada amb el temps interacció previst.
63	Temps. El temps de visualització (Viewing time; holding power). Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció duració canvi_accio (de	Es seleccionen els objectes educatius a analitzar. Es documenta la duració de l'acció de percepció per a cada objecte educatiu seleccionat. Holding power és una mesura del temps dedicat a visualitzar un recurs o una proposta. Es pot comparar la duració observada (duració de l'execució) amb la duració de disseny. a) Procediments execució Per a procediments, es selecciona una execució d'un individu. L'execució és un procediment que té

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
	l'observació de l'objecte educatiu).	seleccionada l'acció de la percepció de l'individu. S'apunta el temps real a node inici i node final. A partir de l'execució de l'individu es pot treure la duració. Hi ha la duració de disseny que es treu a partir de la duració de disseny i es poden comparar els valors amb l'execució. b) Fulla avaluació individual. Un dels atributs és del subformulari de cada avaluat seria CAMP_DURACIO_EXECUCIO_SEGONS_DISENY; les dades de individu a individu es poden entrar al subformulari. L'acció de percepció i la seva duració. Es podria fer amb un atribut calculat a partir de dues observacions de temps. c) Entrada ràpida de dades: Cada acció de percepció tindria un subformulari amb les dades de duració de l'acció de cada individu avaluat. El formulari principal tindria la percepció avaluada i la duració de la percepció dissenyada.
69	Temps. Temps d'execució; de la visita real; mitjana visitants (temps del procediment execució real). Un visitant.	Es calcula la mitjana. Consultar codi 67 aquí sota.
67	Temps de disseny. Temps de Duració disseny i duració execució.	A partir del disseny es calcula per resta de node relatiu el temps que dura la visita o l'execució d'un objecte educatiu. Aquest és un paràmetre no relacionat amb avaluació directament però que s'utilitza en avaluacions i càlculs d'altres paràmetres. Això és informació o relacions que es poden abstrure perquè estan emmagatzemades al disseny i a l'execució. Així que dintre apartat paràmetres hi ha els que es poden abstrure del disseny i aquelles que són càlculs a partir dels paràmetres del disseny. El temps de disseny es calcula per resta de valors de node temps a procediment disseny. Es pot apuntar directament el valor de l'atribut TEMPS_DISENY. Per calcular duracions d'objectes educatius o parts d'un objecte educatiu es procediria de manera similar. Calculant per les accions del disseny d'aquell objecte educatiu.
70	Total visitants. Total visitants que executen un objecte educatiu.	Total de visitants d'un museu. Total de visitants que han entrat a l'exposició. Dades per a treure percentatges en relació al total. Per exemple: percentatge de les que han assolit una idea determinada respecte al total de visitants. Percentatge de visitants que s'ha aturat a posició B entre el total de visitants. En alguns casos els percentatges segurament que caldrà extrapolar-los estadísticament per obtenir els totals.
78	Un individu. Percentatge d'una acció de qualsevol tipus realment executades en relació a les potencials.	Consulta el codi 17 (Anàlisi procediments. Canvi_accio. Acció percepció. Percentatge acció percepció executades en relació a les potencials d'un individu).
54	Visitants que executen una acció determinada.	Es pot fer una avaluació de totes les accions que són d'un tipus determinat (per exemple, accions de moviment, accions de percepció) o comprovació d'una acció concreta (per exemple, acció de moviment A). També es podria fer la comprovació per

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		<p>un visitant o simultàniament a un determinat nombre de visitants.</p> <p>Aquest paràmetre seria el cas general de comprovació d'execució d'accions respecte el disseny. Definir la manera de calcular aquest paràmetre ens serveix simultàniament per definir molts altres paràmetres.</p> <p>Les variables pel que fa a accions son: Un individu / tots els individus Un tipus acció / tots els tipus d'accions Una acció_concreta (s'utilitza la pestanya canvi_accio a avaluació; s'hi selecciona una acció a comprovar / totes les accions concretes).</p> <p>Cal recordar que les accions executades tenen, a més els input i output posats a verd o a vermell. Si algun dels inputs o output no executats correctament es pot considerar que l'acció no ha estat executada. No es pot considerar que si apareix a l'execució l'objectiu estigui assolit. Llavors cal comptabilitzar només les accions que estiguin realment executades (estan relacionades un a un amb una acció de disseny la majoria; menys les imprevistes...). Llavors cal filtrar per les realment executades. TOT_A_VERD és un atribut que mostra que tots els possibles verd d'una acció estan a verd.</p> <p>a) Procediments. A un formulari acció_avaluacio dintre formulari avaluació es seleccionen les accions a comprovar. Es seleccionen els conjunt_fulla_avaluació que estan integrats per fulla_avaluació_individual i cada una d'elles té seleccionat (relacionat) un procediment.</p> <p>S'executen les consultes: a tots els conjunts_fulla_avaluació es mostren els integrants; a cada fulla_avaluacio_individual es mostra el procediment execució relacionat. A continuació es fa una consulta que mostrin les accions (acció_canvi) del procediment. Es filtra per acció determinada. Llavors es calcula el total d'elements que queden filtrats.</p> <p>b) Fulla avaluació. Es selecciona l'acció a comprovar. El mètode d'avaluació. En un subformulari els registres tenen SI_EXECUCIO per a cada acció seleccionada. Es poden sumar els total que tenen valor 1 a SI_EXECUCIO.</p> <p>Cal observar que a partir d'entrar accions individuals puc trobar calculant el nombre d'accions de cada una de les tipologies determinades.</p> <p>Pel que fa a càlculs de totals a partir de procediment disseny:</p>

Paràmetres		
Codi	Nom	Descripció
		<p>Per entrar totes les accions d'un tipus podria seleccionar un disseny. Llavors executar un procés que tingui com a resultat totes les canvi_accio d'aquell disseny. Es podria filtrar per tipus canvi_accio. A partir d'aquesta consulta és possible calcular els TOTALS de cada TIPUS. Per tant, SUMA_ACCIONS_TIPUS_A_POTENCIALS per a cada tipus es pot calcular a partir d'entrar i comptar totes les accions automàticament o entrar un nombre determinat que es volen comprovar (també es pot calcular a partir del disseny). Si no hi ha disseny doncs cal entrar les accions que volem comprovar.</p> <p>c) Entrada ràpida.</p> <p>El cas general és: Tots els individus + tots els tipus d'accions + (tots les accions de l'execució)</p> <p>Es selecciona els tipus d'accions al SF_TIPUS_ACCIONS_ANALITZAR. S'introdueix directament el valor o es calcula el NUM_ACCIONS_POTENCIALS_TIPUS_DE_CADA_TIPUS.</p>

A la figura següent es pot consultar un exemple de càlcul de paràmetres relacionat amb l'avaluació d'eleccions. A la part superior es poden observar els valors seleccionats per el sistema A (seleccionant el mètode d'avaluació i un procediment d'execució associat a un visitant ja es podria calcular el paràmetre descrit a codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció). També es pot veure en aquesta mateixa figura una avaluació a un visitant, mitjançant fulla d'avaluació individual (sistema B). Consultar, a la taula anterior, la descripció codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció). En aquest cas seria l'avaluador el que introdueix en aquest formulari els valors a cada una de les accions disponibles a l'elecció.

Figura 124. Paràmetres amb fulla d'avaluació individual.

A la figura següent es pot observar un formulari per a avaluar les eleccions amb el sistema C. Consultar, a la taula anterior, la descripció codi 35 (Elecció-Total eleccions de cada acció en una elecció). A av_eleccio_N3 l'avaluador introdueix directament les dades.

Figura 125. Avaluació d'eleccions amb el sistema C.

5.7.6 Consultes per abstroure dades

Hi ha un conjunt de paràmetres que s'obtenen a partir de les avaluacions (vegeu apartat anterior); un altre conjunt important de paràmetres i informació es pot obtenir directament a partir de l'execució de consultes automatitzades a les dades de l'activitat educativa o objecte educatiu. Serien consultes que s'executarien automàticament a partir de les dades introduïdes al programa per part del dissenyador o usuari avaluador.

Molta d'aquesta informació, es pot abstroure a partir de consultes al disseny de l'objecte o activitat educativa. Recordem aquí, tal com comentàvem en apartats anteriors, hi ha informació explícita que serien les dades introduïdes per l'usuari i informació implícita (que no ha estat entrada directament per l'usuari però que es pot calcular mitjançant consultes i procediments sobre les dades; per exemple la suma d'un conjunt de valors introduïts al programa). Però hi ha informació que no es pot abstroure automàticament però que l'usuari pot abstroure o interpretar observant la informació (per exemple, l'usuari que descriu el disseny no descriu si el visitant té els ulls oberts o no davant d'un objecte educatiu mentre executa una percepció; el dissenyador ho dona per descomptat). Així, hi ha informació que no es tracta amb el model però que els usuaris poden suposar o interpretar.

Moltes de les relacions entre conceptes es poden observar també en la representació visual de l'objecte educatiu (activitat educativa). Tal com ja s'ha explicat, darrera de tota la informació que es mostra a la representació visual hi ha unes dades emmagatzemades al programa informàtic. Molta informació es pot observar directament a la representació visual sense necessitat que el programa ens doni una informació en forma de taula de dades o en forma de text. Així doncs, amb la representació visual tal com s'ha descrit en aquesta tesi és possible observar la informació de manera gràfica i per un altre costat, el programa té emmagatzemada la informació que es mostra a la representació visual i que l'usuari pot consultar en forma de dades. La representació visual, en alguns casos no és suficient, ja que necessitarem llistar informació o executar determinats càlculs.

Al model conceptual hi ha suficient informació per poder obtenir resposta a moltes preguntes que un usuari es pugui fer. A continuació es descriuen diverses consultes i s'explica si es poden implementar al programa informàtic tal com està plantejat. Per exemple, la relació entre un objecte educatiu i la idea associada. Els conceptes utilitzats a les descripcions següents ja estan definits en apartats anteriors. S'ha comprovat que el model conceptual permet efectivament obtenir la informació.

Així, la informació o consultes que es descriuen a continuació es poden aconseguir amb algorismes o càlculs aplicats al model presentat en aquesta tesi. Concretament, a la descripció de l'activitat o objecte educatiu com a procediment (format per conjunts d'accions que s'executen en una determinada seqüència). Els sistemes per a calcular la informació descrita a continuació tant funcionen amb una activitat o objecte educatiu descrit com a disseny o com execució.

1.- Acció de percepció o de dinàmica interna-objectius educatius.

És possible mostrar, per a cada un dels objectius educatius quines són les accions de percepció o de dinàmica interna que permeten arribar a l'objectiu educatiu.

Es pot fer amb un càlcul automatitzat. Un procediment està definit per accions, eleccions i altres procediments continguts dintre aquest procediment. Un objectiu educatiu és una idea. Es selecciona la idea de la qual volem cercar les accions. Es pot cercar automàticament l'acció que té aquesta idea com a output. Si aquesta acció no és dinàmica interna (per tant és una acció de percepció) ja està. Si l'acció és dinàmica interna es va a buscar per a cada idea intermèdia que està a input de l'acció, l'acció on la idea intermèdia és output. Per a cada una de les localitzades es comprova si l'acció és percepció. Si és així ja està. Si és una acció de dinàmica interna cal continuar expansionant la cerca fins a trobar que cap dels input de l'acció és idea intermèdia. Així, en aquest cas es van creuant els input i els output fins a trobar les accions encadenades. Seria trobar les accions que donen output que és input de l'acció (dinàmica o percepció) que finalment origina la idea. S'ha explicat per una idea.

Si hi ha altres procediments que integren el procediment analitzat cal repetir el mateix procediment automàtic després de desplegar les accions que hi estan incloses. Un cop desplegades totes les accions es mirarien els output. Es filtraria per els output que són objectiu educatiu i es procediria de la manera ja definida. Així obtenim tots els objectius educatius d'un conjunt.

Si hi ha eleccions definides explícitament al procediment, es procediria a analitzar els seus output de manera similar a com s'ha definit per a les accions. Cal recordar que una elecció, quan està definida explícitament, conté el conjunt d'accions potencials a executar.

2.- Acció-rol actor.

S'analitza si és possible identificar les accions que executa cada un dels actors segons el seu rol. Cal distingir aquí els rol actor, els grups que executen una acció, els actors reals i els grups reals (a les avaluacions s'hi poden introduir els grups reals).

En el model, a cada acció, hi ha la possibilitat d'elegir l'actor teòric, actor real, grup teòric o grup real. Per tant, aquesta informació està entrada explícitament a cada una de les accions que s'executen en un procediment.

3.- Acció-objecte educatiu.

El prototipus permet expressar els objectes educatius utilitzats en cada una de les accions. La informació està explícita. Els objectes educatius apareixen com a inputs de les accions. Per tant, per un procediment, es fa una consulta a totes les accions que l'integren, a totes les accions definides a les eleccions i a totes les accions que integren altres procediments que alhora estan integrats en el procediment analitzat. Es filtren els input de les accions que compleixen la condició de ser objecte educatiu. El resultat és el llistat d'accions i els objectes educatius utilitzats a cada acció.

4.- Procediment- objecte educatiu.

El prototipus permet expressar tots els objectes educatius que s'utilitzen a un procediment. Molt similar a l'anterior. Es cerquen els procediments integrants. Es cerquen les eleccions integrants del procediment. Es cerquen les accions integrants de cada procediment i les accions integrants de les eleccions definides. Es cerquen i es filtren els inputs de totes aquestes accions que són objectes educatius.

5.- Procediment-eines.

Amb el model conceptual proposat és possible localitzar totes les eines que s'utilitzen a un procediment (activitat educativa). Es cerquen els procediments integrants. Es cerquen les accions integrants de cada procediment. Es fa el mateix per les eleccions. Es cerquen i filtren els inputs de totes aquestes accions que són eines. Obtenim el llistat de les eines que s'utilitzen per executar cada una de les accions.

6.- Acció-eines.

El model permet extreure un llistat de les eines que s'utilitzen per executar cada una de les accions. Això és informació explícitament entrada al prototipus.

Per a cada un dels input de les accions del procediment es fa una consulta a la taula de dades de input i es filtra per aquells input que són eines.

7.- Eines-prerequisits habilitat.

És possible mostrar per a cada eina el prerequisit habilitat que es necessita per a utilitzar-la. Les dades estan introduïdes explícitament per l'usuari que fa el disseny de l'objecte o activitat educativa.

Per a cada un dels input de les accions del procediment es fa una consulta a la taula de dades de prerequisits on hi ha introduïda la informació relativa a prerequisits habilitat necessaris per utilitzar cada una de les eines.

8.- Acció-prerequisits coneixement.

El model conceptual permet mostrar els prerequisits d'una acció (també els prerequisits d'un procediment). En aquest cas s'analitzen tots els inputs de totes les accions. Alguns inputs són de tipus idea. Algunes idea son de tipus prerequisit coneixement.

Es pot mostrar per a cada acció els prerequisits coneixement necessaris. Les acció que tenen prerequisits normalment són accions de dinàmica interna. També es poden analitzar per a tots els inputs de l'acció, quins prerequisits estan introduïts per el dissenyador en el formulari de prerequisits. Per exemple, els prerequisits per a poder interaccionar correctament amb un objecte educatiu.

9.-Accio-producció.

Les produccions estan a output de les accions de producció. Es pot fer una consulta a les accions del procediment (també a eleccions i procediments inclosos en el procediment analitzat) i mostrar totes les produccions que s'originen amb cada una de les accions.

10.- Acció-resultats reals.

Es poden localitzar les accions que han contribuït a assolir un objectiu educatiu. Els objectius educatius assolits tenen seleccionat verd (si assolit) en el procediment d'execució. La manera d'obtenir aquesta informació és similar a la utilitzada per obtenir el conjunt d'accions que contribueixen a assolir un objectiu educatiu. Però en aquest cas, es calculen quan la idea ha estat realment assolida (s'ha marcat com assolida en verd a un procediment d'execució).

11.- Acció-resultats educatius inesperats.

És possible obtenir el llistat de resultats educatius inesperats d'un procediment. Els resultats educatius inesperats es detecten i s'introdueixen al programa durant una avaluació. Un resultat educatiu és una idea. Una idea pot ser entrada al programa explícitament com a resultat educatiu inesperat. Es seleccionen com a output de determinades accions (accions de percepció i accions de dinàmica interna).

12.- Prerequisit coneixement-objectiu educatiu.

Es pot obtenir el llistat de prerequisits de coneixement que estan relacionats amb la obtenció d'un objectiu educatiu.

És utilitzar el mateix algoritme de cerca descrit per buscar els objectius educatius a les accions però afegint cada una de les accions que han contribuït a l'objectiu i que, alhora, tenen algun input que és prerequisit coneixement.

L'algoritme seria: seleccionar la idea objectiu educatiu. Llavors cercar les accions obligatòries (dependències) que tenen un output que sigui input d'una acció de la cadena que porta fins a objectiu. Llavors seleccionar els inputs que siguin del tipus prerequisits coneixement. Recordar que en la representació visual no es poden confondre les línies que indiquen precedència en el temps (els node son indicadors de temps) de les línies de dependència que si que indiquen que outputs de l'acció precedent són necessaris per aconseguir un input de l'acció següent. Només es pot assegurar que son necessaris per aconseguir una idea si hi ha relació entre els inputs i els outputs comuns a les dues accions. La distinció entre precedència temporal i obligatorietat d'executar una acció per poder executar-ne una altre es pot observar en la representació visual si hi ha una línia de precedència (o ordenant les accions segons el seu node temps) i si hi ha representada una dependència entre input i output de diferents accions. Cal tenir present que un objectiu educatiu pot tenir diversos prerequisits de coneixement.

13.- Prerequisit coneixement-perfil.

En aquest cas es tracta de poder mostrar els prerequisits coneixement que ha de tenir un determinat perfil de visitant que executa l'objecte educatiu. En la descripció del procediment dissenyat (el disseny de l'activitat o objecte educatiu) es poden cercar, tal com s'ha descrit en el punt anterior, els prerequisits coneixement d'una activitat o objecte educatiu. L'algoritme per obtenir aquesta informació a partir de l'activitat o objecte educatiu descrit com a procediment seria: seleccionar un perfil. Un procediment està format per accions, eleccions i altres procediments. Es cerquen totes les accions d'aquests tres elements. Es filtren aquestes accions per aquelles que tenen seleccionat

com a executor actors o grups d'actors que tenen el perfil demanat. Es cerca a tots els input de totes les accions aquells que són prerequisits coneixement.

Tot això es pot observar per l'usuari a la representació visual proposada a la tesi. En la representació visual veiem els perfils que fan accions. Podem recórrer endarrere el diagrama d'accions (sempre que hi hagi la dependència entre input i output d'accions; fer-ho fins que es trenqui la continuïtat) i veure quins són prerequisits de cada perfil. Caldria repetir això per totes les accions i així aconseguir el llistat de prerequisits per a cada un dels objectes educatius.

14.- Prerequisit habilitat-perfil.

L'algoritme seria similar al descrit anteriorment per a prerequisit coneixement-perfil. En aquest cas, es cercarien en un activitat o objecte educatiu expressat com a procediment, totes les accions que tenen a input una eina. A continuació, es consultaria per a cada eina els prerequisits habilitat que té associats.

15.- Perfil-objectiu educatiu.

És possible obtenir els objectius educatius per a cada un dels perfils que participa a la proposta educativa. Les accions de percepció o de dinàmica interna originen idees. Algunes poden ser objectius educatius. Quan es descriu un objecte educatiu o activitat educativa com a procediment (seqüència d'accions, eleccions...) es selecciona per a cada acció l'executor de l'acció. Normalment l'executor de l'acció sempre és el mateix actor en totes les accions que defineixen un objecte educatiu com a procediment. Un executor de l'acció té un perfil assignat. Així els objectius educatius de l'executor de l'acció ho són també per el perfil de l'executor. Aleshores es tracta de cercar els objectius educatius de l'objecte educatiu. Llavors es pot determinar el perfil que executa l'acció que permet assolir l'objectiu educatiu.

16.- Perfil-recorregut teòric.

És possible mostrar el recorregut teòric d'un perfil de visitant mitjançant les accions de moviment que s'introdueixen al disseny de l'activitat o objecte educatiu com a procediment. Les accions de moviment tenen una posició inici i una posició final de pas.

Les accions tenen seleccionat un executor. L'executor té un determinat perfil. Normalment el procediment només es refereix a les accions de moviment d'un perfil. Si del conjunt d'accions del procediment es filtren les accions que son de moviment obtenim el recorregut i les posicions que adopta l'executor de les accions de moviment.

17.- Perfil (actor o grup d'actors)-recorregut real.

És possible mostrar el recorregut real d'un actor o grup de visitants mitjançant les accions de moviment que s'introdueixen a la descripció de l'activitat o objecte educatiu com a procediment. Les accions tenen una posició inici i una posició final de pas. Les accions tenen seleccionat un executor. L'executor té un determinat perfil. Normalment cada procediment disseny conté només les accions de moviment d'un perfil. Si del conjunt d'accions del procediment es filtren les accions que son de moviment obtenim el recorregut i les posicions per on passa l'executor de les accions de moviment. Cal

adonar-se que a partir d'aquesta informació es podran calcular molts dels paràmetres relacionats amb el moviment (descrits en apartats anteriors).

18.- Perfil-seqüència teòrica d'accions.

És possible definir la seqüència d'accions teòrica que els visitants d'un determinat perfil executaran durant la visita o execució de l'activitat educativa. Això és equivalent a expressar l'activitat o objecte educatiu com a procediment de disseny. Un procediment és una seqüència teòrica d'accions. Inclou també la representació de les eleccions. Un procediment també pot estar integrat per altres procediments. Les accions estan associades a un executor. L'executor del procediment té un perfil. És interessant adonar-se que en una exposició o activitat educativa, sovint, hi haurà diferents procediments definits segons perfils d'actors o perfils de grups. Aquests procediments utilitzen els mateixos objectes educatius però les accions que executaran podrien ser diferents. Així per una activitat o objecte educatiu hi haurà tants procediments definits com perfils es defineixin.

19.- Actor (grup)- seqüència real d'accions

És possible mostrar la seqüència d'accions reals executades per el visitant. És possible comparar la seqüència teòrica (procediment disseny) amb la real del visitant (procediment execució). Tal com s'ha descrit anteriorment, és l'avaluador el que registre l'execució de l'activitat o objecte educatiu com a procediment. El procediment és una seqüència d'accions executades. La seqüència d'accions executades es pot comparar amb la seqüència d'accions teòrica.

20.- Objectiu educatiu-objecte educatiu.

És possible identificar els objectes educatius que contribueixen a assolir cada un dels objectius educatius. Els objectius educatius són idees (idees en el sentit ampli com quelcom que modifica el sistema nerviós de l'individu). Els objectes educatius estan seleccionats a les accions de percepció com a inputs. Un objecte educatiu permet obtenir una idea a partir de l'acció de percepció de l'objecte educatiu. En un objecte educatiu o activitat educativa expressada com a procediment es poden localitzar les idees que són output i alhora objectius educatius. Es pot analitzar els input d'aquestes accions. Els input d'aquestes accions (que són objectes educatius) són els que contribueixen a assolir l'objectiu educatiu. Si són accions de dinàmica interna cal cercar l'objecte educatiu a l'acció anterior de percepció.

21.- Objectiu educatiu-eina

És possible identificar les eines necessàries per aconseguir assolir els diferents objectius educatius. S'ha definit un objecte educatiu o activitat educativa com a procediment. Les eines estan com a inputs a algunes de les accions del procediment. Es filtren els input que són eines. S'obté el conjunt d'eines.

22.- Objecte educatiu-posició:

És possible saber la ubicació dels objectes educatius a l'espai de l'activitat o exposició educativa. Consultar les reflexions sobre l'espai, la posició i com s'ha implementat al

prototipus. També s'ha definit que és possible expressar posicions relatives a altres posicions i el tractament de jerarquies de posicions.

Altres paràmetres:

Hi ha alguns paràmetres que són necessaris per executar els càlculs d'altres paràmetres. Hi ha, per exemple, diversos valors absoluts com serien el nombre d'usuaris analitzats que pertanyen a cada un dels perfils o el nombre de visitants avaluats. Poden tenir utilitat per ells mateixos però sovint serveixen per a calcular altres valors.

Un objecte educatiu d'una institució museística es pot presentar a diferents perfils de visitants. Hi ha diferents nivells de lectura i interpretació atenent al perfil del visitant. Com a conseqüència, el disseny de l'objecte educatiu pot resultar correcte per a un determinat perfil però incorrecte per un altre perfil.

Hi ha també tota una sèrie de paràmetres estadístics. Mitjana, mediana, moda i les mesures de dispersió es poden aplicar a diversos paràmetres. Ens poden informar de la homogeneïtat entre grups o ens pot ajudar a descartar dades anòmales.

A mesura que el dissenyador va ajustant el disseny de l'objecte educatiu pot utilitzar sèries temporals per veure l'evolució i el comportament de diversos paràmetres. Per exemple, tenir la sèrie temporal del guany a mesura que anem canviant el disseny de l'objecte educatiu atenent als resultats educatius reals.

Alguns components tendencials es podrien mostrar amb gràfics. Per exemple, un gràfic que mostri l'evolució el guany respecte del temps.

En les avaluacions, per obtenir mostres representatives, es podrien utilitzar tècniques de mostreig. Amb aquestes tècniques es poden aconseguir mostres ben dimensionades i representatives dels diferents perfils.

5.8 Proves de funcionament

Les proves de funcionament s'han executat, sobretot, per a comprovar que el model conceptual i la seva implementació al prototipus eren correctes. El prototipus conté el mínim de funcionalitats que permeten fer aquestes comprovacions. Utilitzar el prototipus en casos reals de diferents tipologies és una bona manera per observar la idoneïtat dels plantejaments. S'han executat diferents tipus de proves i també s'han intentat definir diferents activitats educatives utilitzant la representació visual proposada.

Algunes proves han estat de funcionament general del prototipus. S'ha comprovat, per exemple, que hi ha els atributs suficients per a definir cada element. També s'ha comprovat que hi havia els valors que poden prendre els diferents atributs, definits per a cada element correctament (o, com a mínim la manera de gestionar-los). Per aquestes proves s'han utilitzat tant objectes educatius d'exposicions reals, com objectes dissenyats per a fer les proves. En diferents figures que anem intercalant amb les

explicacions (captures de pantalla dels formularis del prototipus), es pot veure aquesta informació introduïda.

Part de les proves també es poden observar en altres punts de la tesi. Per exemple, quan s'expliquen els diferents conceptes i com s'implementen.

S'han realitzat també proves per validar la idoneïtat de la representació visual. En aquest cas, s'han seleccionat diferents objectes educatius d'exposicions i exemples, s'han introduït al prototipus i s'ha comprovat que és possible representar-los visualment; també s'ha comprovat que les dades representades visualment tenen una correspondència amb les dades introduïdes al prototipus.

La utilització del prototipus durant les proves originava modificacions als formularis a nivell d'usuari però també, en alguns casos, va originar canvis al model conceptual. El model conceptual final és el que s'ha presentat en aquesta tesi.

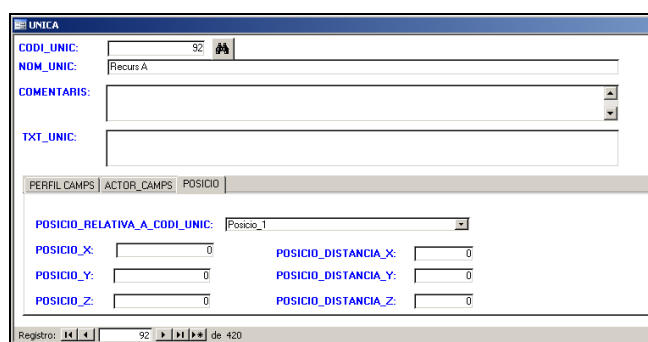
A continuació es descriuen les proves de funcionament més representatives.

5.8.1 Acció de percepció d'un objecte educatiu

L'objectiu d'aquesta prova era comprovar que és possible definir un objecte educatiu i posteriorment definir l'acció de percepció d'aquest objecte educatiu. La prova consisteix en la creació d'un objecte educatiu senzill (no integrat per altres recursos), la creació d'una idea i la definició de l'acció de percepció on s'especifica que aquest objecte educatiu origina aquesta idea.

Pas 1: Creació d'un recurs.

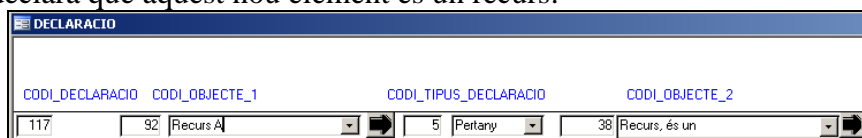
Pas 1.1: Es crea un nou element. Els elements es creen a la taula unica.



The screenshot shows a software window titled 'UNICA'. It contains several input fields: 'CODI_UNIC' with the value '92', 'NOM_UNIC' with the value 'Recurs A', and 'COMENTARIS' and 'TXT_UNIC' as empty text areas. Below these is a tabbed interface with 'POSICIO' selected. Under the 'POSICIO' tab, there are several fields: 'POSICIO_RELATIVA_A_CODI_UNIC' with a dropdown menu showing 'Posicio_1', and pairs of 'POSICIO_X', 'POSICIO_Y', 'POSICIO_Z' and 'POSICIO_DISTANCIA_X', 'POSICIO_DISTANCIA_Y', 'POSICIO_DISTANCIA_Z' fields, all with the value '0'. At the bottom, a status bar shows 'Registro: 117 de 420'.

Figura 126. Creació d'un nou element recurs.

Pas 1.2: Es declara que aquest nou element és un recurs:



The screenshot shows a software window titled 'DECLARACIO'. It has a header with four labels: 'CODI_DECLARACIO', 'CODI_OBJECTE_1', 'CODI_TIPUS_DECLARACIO', and 'CODI_OBJECTE_2'. Below the header, there are four input fields: the first contains '117', the second contains '92' and 'Recurs A', the third contains '5' and 'Pertiary', and the fourth contains '38' and 'Recurs, és un'. A status bar at the bottom is partially visible.

Figura 127. Declaració conforme un element és un recurs.

Pas 1.3: Es declara que aquest nou element és un objecte educatiu

DECLARACIO

CODI_DECLARACIO CODI_OBJECTE_1 CODI_TIPUS_DECLARACIO CODI_OBJECTE_2

369 92 Recurs A 5 Pertany 286 Objecte educatiu, és un

Figura 128. Declaració conforme un element és objectiu educatiu.

Pas 2: Creació d'idea

Pas 2.1: Es crea un nou element

UNICA

CODI_UNIC: 41

NOM_UNIC: Idea_1

COMENTARIS:

TXT_UNIC:

Figura 129. Creació d'un nou element idea.

Pas 2.2.: Es declara que aquest nou element és una idea.

DECLARACIO

CODI_DECLARACIO CODI_OBJECTE_1 CODI_TIPUS_DECLARACIO CODI_OBJECTE_2

50 41 Idea_1 5 Pertany 37 Idea, és una

Figura 130. Declaració conforme un element és una idea.

Pas 3: Introducció d'una acció de percepció.

CANVI_ACCIO

CODI_CANVI_ACCIO 85

CODI_TIPUS_ACCIO Percepció

NOM_ACCIO: Acció de percepció exemple

CODI_EXECUTOR: Individu-actor teoric 1

CODI_OBLIGATORIA:

POSICIO_ACCIO: Posicio_1

CODI_NODE_INICI 41 R_NODE_1_INICLA

CODI_NODE_FINAL 70 R_NODE_1_FINAL_A

INPUT_OUTPUT ACCIO_MOVIMENT PERCEPCIO DINAMICA_INTERNA ACCIO_INTERACCIO COMENTARIS DISSENY_EXECUCIO

CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMEL	PREREQUISITS
92 Recurs A	:	DEPENDENCIA UNIC
1	:	DEPENDENCIA UNIC

CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT

CODI_UNIC_OUTPUT	CODI_VERD_VERMEL	DIGIT_ORBRE_IMPORTANCIA_IDEA
41 Idea_1	:	DEPENDENTS UNIC 0
1	:	DEPENDENTS UNIC 0

Registres: 14 de 85

Figura 131. Introducció de dades d'una acció de percepció.

En l'acció de percepció de la figura anterior, es pot observar el tipus d'acció, el nom de l'acció, l'executor de l'acció (com que es tracta d'una acció de disseny, l'actor és teòric). Es poden observar també els node inici i el node final de l'acció. Aquests nodes no tenen valors absoluts encara. El node final està expressat en forma relativa al node inicial. Finalment a input s'hi ha seleccionat el recurs_A i a output s'hi ha seleccionat la idea_1. Com a resultat d'aquesta prova es demostra que és possible definir correctament una acció de percepció d'un objecte educatiu.

5.8.2 Acció de percepció d'un objecte educatiu integrat per recursos.

Un conjunt d'objectes d'una vitrina origina una idea al ser percebuts. Es creen tots els recursos i les idees tal com s'ha definit a la prova anterior. A continuació es declara que l'objecte educatiu (en aquest cas una vitrina del museu del cinema de Girona) està integrada per altres recursos. A continuació es crea una acció de percepció i es seleccionen les idees que s'originen amb l'acció de percepció.

Pas 1. Creació de recursos i idees.

DECLARACIO							
CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1		CODI_TIPUS_DECLARACIO		CODI_OBJECTE_2		
175	137	Recurs_e1_esfera xinesa_1 m...	5	Pertany	38	Recurs, és un	
176	138	Recurs_e2 (esfera xinesa_2 m...	5	Pertany	38	Recurs, és un	
177	139	Recurs_e3 (text_explicatiu es...	5	Pertany	38	Recurs, és un	
178	140	Idea: A xina, una esfera metàl·l...	5	Pertany	37	Idea, és una	
179	141	Vitrina esfera Xina (Museu del C...	5	Pertany	286	Objecte educatiu, és un	
180	141	Vitrina esfera Xina (Museu del C...	5	Pertany	38	Recurs, és un	

Figura 132. Creació de recursos i idees.

Pas 2. Es declara que uns recursos estan integrants (pertanyen) a un altre recurs. Aquest recurs és un objecte educatiu.

DECLARACIO							
CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1		CODI_TIPUS_DECLARACIO		CODI_OBJECTE_2		
182	137	Recurs_e1_esfera xinesa_1 m...	5	Pertany	141	Vitrina esfera Xina (Museu del Cinem...	
183	138	Recurs_e2 (esfera xinesa_2 m...	5	Pertany	141	Vitrina esfera Xina (Museu del Cinem...	
184	139	Recurs_e3 (text_explicatiu es...	5	Pertany	141	Vitrina esfera Xina (Museu del Cinem...	

Figura 133. Descripció d'elements que integren un objecte educatiu.

Pas 3. Es crea una acció de percepció. A input es selecciona l'objecte educatiu i a output es selecciona la idea.

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following details:

- Top Section:**
 - Field: CODI_CANVI_ACCIO (71)
 - Field: CODI_TIPUS_ACCIO (Percepció)
 - Field: NOM_ELECCIO (1)
 - Field: NDM_ACCIO (empty)
 - Field: CODI_EXECUTOR (Individu-actor teoric 1)
 - Field: CODI_OBLIGATORIA (empty)
 - Field: POSICIO_ACCIO (Posicio_1)
- Middle Section:**
 - Field: CODI_NODE_INICI (73 | NODE_INICI_ESFERA_XINA)
 - Field: CODI_NODE_FINAL (74 | NODE_FINAL_ESFERA_XINA)
 - Buttons: ACCIONS PRECEDENTS, ACCIONS SEGUENTS
 - Buttons: NOU_NODE_TEMPS
- Bottom Section:**
 - Navigation tabs: INPUT_OUTPUT, ACCIO_MOVIMENT, PERCEPCIO, DINAMICA_INTERNA, ACCIO_INTERACCIO, COMENTARIS, DISSENY_EXECUCIO
 - Field: CODI_VERD_VERMELL (empty)
 - CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1:**

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMELL	PREREQUISITS
141	Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema)	DEPENDENCIA UNIC
1		DEPENDENCIA UNIC
 - CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT:**

CODI_UNIC_OUTPUT	CODI_VERD_VERMELL	DIGIT_ORDR	IMPORTANCIA_IDEA
140	Idea: A xina, una esfera metàl·lica	DEPENDENTS UNIC	0
1		DEPENDENTS UNIC	
- Status Bar:** Registro: 71 de 85

Figura 134. Acció de percepció d'un objecte educatiu.

Cal observar que, si el dissenyador ho desitja, podria haver introduït tres accions de percepció (una per cada element) amb la seves corresponents idees com a output. A continuació una acció de dinàmica interna amb input de cada una de les tres idees i output la idea total. Cal adonar-se que la manera més ràpida d'introduir la informació i que, segurament, resulta suficient en la majoria de dissenys i execucions de l'objecte educatiu, és tal com s'ha fet a l'acció de percepció d'aquest procediment. Es defineix l'objecte, els seus integrants i directament la idea que s'abstreu amb l'objecte educatiu.

5.8.3 Objecte educatiu definit com a procediment disseny

La vitrina del cas anterior definida com a procediment. Aquest procediment, ahora, forma part d'un procediment que defineix l'objecte educatiu Museu del Cinema de Girona.

Pas 1: Es defineix la vitrina com a procediment. Només tindria una acció integrant (l'acció definida anteriorment).

Pas 2: S'introdueixen les dades del procediment.

Pas 3: Es selecciona l'acció integrant del procediment al subformulari conjunt_canvi_accio_integrant. En aquest cas el procediment només està integrat per una acció.

Figura 135. Definició d'un objecte educatiu com a procediment.

5.8.4 Procediment assignat a un altre procediment.

Es pot seleccionar el procediment creat a la prova anterior com a integrant d'un altre activitat educativa (d'un altre procediment). Els procediments es seleccionen a la pestanya conjunts integrants.

Figura 136. Procediments integrants d'un procediment.

A la figura anterior podem observar com el procediment anomenat (nom_conjunt) Museu del cinema de Girona, està integrant per altres procediments (conjunts d'accions agrupades).

5.8.5 Objecte educatiu definit com a procediment execució.

Una execució de l'objecte educatiu vitrina del museu del cinema definit a les proves anteriors. L'avaluador és qui introdueix les dades com a resultat del sistema d'avaluació que ha utilitzat (en aquest exemple seria observació del visitant i un qüestionari).

Pas 1. Es crea l'acció execució.

CANVI_ACCIO

CODI_CANVI_ACCIO: 86

CODI_TIPUS_ACCIO: Percepció

NOM_ACCIO: Execució de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat dea: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i projectava ombres a les parets de les estances

CODI_EXECUTOR: Individu actor real 1

CODI_OBLIGATORIA: -

POSICIO_ACCIO: Posicio_1

CODI_NODE_INICI: 73 NODE_INICI_ESFERA_XINA

CODI_NODE_FINAL: 74 NODE_FINAL_ESFERA_XINA

ACIONS PRECEDENTS

ACIONS SEGUENTS

INPUT_OUTPUT | ACCIO_MOVIMENT | PERCEPCIO | DINAMICA_INTERNA | ACCIO_INTERACCIO | COMENTARIS | DISSENY_EXECUCIO

CODI_VERD_VERMELL: VERD

CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMELL	PREQUISITS
141 Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema)	VERD	DEPENDENCIA UNIC
1	-	DEPENDENCIA UNIC

CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT

CODI_UNIC_OUTPUT	CODI_VERD_VERMELL	DIGIT_ORDR	IMPORTANCIA_IDEA
141 Idea: A xina, una esfera metàl·lica	VERD	DEPENDENTS	UNIC 0
1	-	DEPENDENTS	UNIC 0

Figura 137. Execució d'una acció de percepció

L'avaluador ha posat a verd la percepció de l'input (ha observat que el visitant s'aturava i executava una percepció de tots els elements de la vitrina). L'avaluador també ha seleccionat VERD a output (ha fet un qüestionari al visitant i l'hi ha preguntat si havia assolit la idea associada amb l'objecte educatiu).

Pas 2. S'especifica (es selecciona) de quina acció de disseny és l'execució.

INPUT_OUTPUT | ACCIO_MOVIMENT | PERCEPCIO | DINAMICA_INTERNA | ACCIO_INTERACCIO | COMENTARIS | DISSENY_EXECUCIO

CODI_DISSENY_O_EXECUCIO_TIPUS: 3 Execució

CODI_CANVI_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO: 71 Disseny de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat dea: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i p

Figura 138. Selecció de l'acció disseny del qual l'acció actual n'és una execució.

Pas 3. S'assigna l'execució a un procediment execució.

CONJUNT_CANVI_ACCIO

PROCEDIMENT (CONJUNT)

CODI_CONJUNT_CANVI_ACCIO: 25

CODI_DISSENY_O_EXECUCIO_TIPUS: 3 Execució

CODI_CONJUNT_DEL_QUAL_ES_EXECUCIO: 8 Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) disseny_1

NOM_CONJUNT: Execució 1 de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) disseny_1

CODI_OBJECTE_EDUCATIU_QUE_ES_DESCRIBIU_AQUI_COM_A_PROCEDIMENT: 141 Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema)

CODI_TIPUS_OBJECTE_EDUCATIU: 123 Vitrina

COMENTARIS:

CANVI_ACCIO | ELECCIONS | CONJUNTS INTEGRANTS | EQUIVALENCIES ENTRE NODE_TEMPS | AJUDA

CONJUNT_CANVI_ACCIO_INTEGRANT

CODI_INTEGRANT
86 Percepció execució de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat dea: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i projectava ombres a les parets de les estances
1

Figura 139. Procediment execució integrant per l'acció execució.

5.8.6 Objecte educatiu. Selva inundada Cosmoçaixa Barcelona.

Expressar que un objecte educatiu origina diverses idees.

Utilitzem per a l'exemple que es pot trobar al Cosmoçaixa de Barcelona; la recreació d'un hàbitat. La selva inundada. Hi ha un aquari amb diverses espècies; una recreació dels arbres; una temperatura i humitat determinades. En alguns moments es fa caure pluja de manera artificial. En aquesta prova aconseguir representar que amb un recurs es transmeten diverses idees simultàniament al visitant. També ens serveix per exemplificar que algunes idees són sensacions (sensació d'una determinada temperatura i sensació d'humitat).

S'introdueix el recurs (objecte educatiu) i les idees.

532	435	Recurs: Selva Inundada del Cc	5	Pertany	38	Recurs, és un
533	435	Recurs: Selva Inundada del Cc	5	Pertany	286	Objecte educatiu, és un
534	436	Idea: La selva inundada és hur	5	Pertany	37	Idea, és una
535	437	Idea: a la selva inundada la ter	5	Pertany	37	Idea, és una
536	438	Idea: A la selva inundada hi plc	5	Pertany	37	Idea, és una

Figura 140. Introducció de recursos i idees

Es selecciona l'acció de percepció i s'introdueix l'input (recurs) i els output (idees).

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' configuration window. At the top, 'CODI_CANVI_ACCIO' is 87, 'CODI_TIPUS_ACCIO' is 'Percepció', and 'NOM_ACCIO' is 'Percepció de la Recreació de la Selva inundada Cosmoçaixa de Barcelona'. Below, 'CODI_EXECUTOR' is 'Individu-actor teoric 2'. The 'NOM_ELECCIO' dropdown is set to '1'. The 'CODI_NODE_INICI' is 42 and 'CODI_NODE_FINAL' is 71. The interface has tabs for 'INPUT_OUTPUT', 'ACCIO_MOVIMENT', 'PERCEPCIO', 'DINAMICA_INTERNA', 'ACCIO_INTERACCIO', 'COMENTARIS', and 'DISSENY_EXECUCIO'. The 'PERCEPCIO' tab is active, showing two tables: 'CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT' and 'CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT'. The input table has columns for 'CODI_UNIC_INPUT', 'CODI_VERD_VERMEL', and 'PREREQUISITS'. It contains one row with '435 Recurs: Selva Inundada del Cosmoçaixa' and '1'. The output table has columns for 'CODI_UNIC_OUTPUT', 'CODI_VERD_VERMEL', 'DIGIT_ORDR', and 'IMPORTANCIA_IDEA'. It contains three rows for ideas 436, 437, and 438, each with a weight of 0.

Figura 141. Acció de percepció que origina diverses idees.

A la figura anterior es pot observar com podem expressar que un recurs (selva inundada del Cosmoçaixa a Barcelona) pot originar diverses idees.

5.8.7 Avaluació d'un objecte educatiu al Museu del cinema

Avaluació de l'acció de percepció i assoliment de l'objectiu educatiu de la vitrina inicial del Museu del Cinema de Girona. Vitrina amb esferes d'origen Xinès. Utilitzant el mètode de gestió d'avaluacions individuals.

S'omplen les dades relatives a l'avaluació. Es selecciona el paràmetre a avaluar.

CODI_INTEGRANT_SELECCIONAT	DESCRIPCIÓ
328	Ànlisi procediments. Acciones-resultats reals. Objectius educatius. assolits (Output idees objectiu)
1	.

Figura 142. Dades d'una avaluació. Paràmetres a avaluar.

Per a cada individu avaluat amb el mètode d'avaluació elegit, es selecciona el procediment obtingut amb l'avaluació individual.

CODI_INTEGRANT	DESCRIPCIÓ
86	Execució de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat de: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i projectava ombres a les parets de les estances.

Figura 143. Avaluació individual. Selecció del procediment d'execució.

Aquest seria el procediment execució de l'individu real 1

CODI_INTEGRANT	DESCRIPCIÓ
86	Execució de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat de: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i projectava ombres a les parets de les estances.

Figura 144. Procediment d'execució de l'individu real 1.

I aquesta seria l'acció de percepció de l'individu real 1 segons el resultat de l'avaluació individual. Com es pot comprovar, de l'enquesta a l'individu real 1, es pot abstrure que l'individu ha assolit la idea (a l'execució s'ha seleccionat verd a l'execució).

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following details:

- CODI_CANVI_ACCIO:** [Empty]
- CODI_TIPUS_ACCIO:** Percepció
- NOM_ACCIO:** Execució de Percepció de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) amb resultat de: A xina, una esfera metàl·lica amb espelma a l'interior es feia girar i projectava ombres a les parets de les estances
- CODI_EXECUTOR:** Individu actor real 1
- CODI_OBLIGATORIA:** -
- POSICIO_ACCIO:** Posicio_1
- NOM_ELECCIO:** 1
- CODI_NODE_INICI:** 73 NODE_INICI_ESFERA_XINA
- CODI_NODE_FINAL:** 74 NODE_FINAL_ESFERA_XINA
- CODI_VERD_VERMELL:** VERD
- Table 1: CANVI_ACCIO_CONJUNT_INPUT1**

CODI_UNIC_INPUT	CODI_VERD_VERMELL	DEPENDENCIA	UNIC
141	VERD		
1			
- Table 2: CANVI_ACCIO_CONJUNT_OUTPUT**

CODI_UNIC_OUTPUT	CODI_VERD_VERMELL	DIGIT_ORDR	IMPORTANCIA_IDEA
140	VERD		0
1			0

Figura 145. Acció de percepció de l'individu 1

La gestió de les avaluacions es pot fer amb el gestor de conjunts d'avaluació. Per exemple, les avaluacions executades un mateix dia a una mateixa escola, es gestionen amb el mateix formulari d'avaluacions.

The screenshot shows the 'AV_FULL_AV_CONJUNT' window with the following details:

- CODI_CONJUNT_F_AV:** 4
- NOM_CONJUNT_FULLLA_AVALUACIONS:** Avaluacions individuals realitzades a estudiants de l'escola A el dia 20 de gener
- COMENTARIS_CONJUNT_F_A:** Es van fer tres avaluacions.
- Table 1: Integrant conjunt (AV_FULL_AV_CONJUNT_INTEGRANT)**

CODI_INTEGRANT_F_AV_INCLÓS	FULLES_AVALUACIO
6	Avaluació Execució de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) disseny_1, Individu actor real 1, del dia 20 de gener del 2022
7	Avaluació Execució de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) disseny_1, Individu actor real 2, del dia 20 de gener del 2022
8	Avaluació Execució de Vitrina esfera Xina (Museu del Cinema) disseny_1, Individu actor real 3, del dia 20 de gener del 2022
*	1
- Registro:** 4 de 4

Figura 146. Avaluacions que integren un conjunt d'avaluacions.

Es pot seleccionar a l'avaluació el conjunt d'avaluacions. En la figura anterior podem observar com hem aglutinat diverses avaluacions individuals a l'avaluació que aglutina totes les avaluacions d'un dia determinat.

5.8.8 Acció de moviment.

En aquesta prova es tractava de comprovar que era possible introduir una acció de moviment.

Pas 1. Entrada de posicions. S'introdueixen dos elements a única i es declara que són posicions.

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2	CODI_OBJECTE_3
37	32 Posicio_1	5 Pertany	6 Posició, és una	
38	33 Posicio_2	5 Pertany	6 Posició, és una	

Figura 147. Entrada de dades. Posicions.

PAS 2. Entrada de dades acció de moviment seleccionant les posicions a inici i a final.

Figura 148. Una acció de moviment.

En la figura anterior podem observar que a la pestanya dels atributs de l'acció de moviment s'hi ha seleccionat l'objecte que es mou (en aquest cas es tracta del visitant) i es selecciona la posició inici i la posició final. Es pot introduir la distància recorreguda. El temps inicial i el temps final es seleccionen a node_inici i node_final.

5.8.9 Accions de moviment. Museu Blau de Barcelona.

En aquesta prova es tractava de comprovar que es podia introduir una seqüència d'accions de moviment. Es tracta d'un recorregut teòric parcial del museu.

Pas 1. S'introdueixen les accions de moviment.

La primera acció de moviment. Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició INICIAL a E1 Posició SALA_1 ENTRADA

CANVI ACCIO	
CODI_CANVI_ACCIO	8
CODI_TIPUS_ACCIO	Moviment
NOM_ACCIO:	Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posicio INICIAL a E1 Posicio SALA_1 ENTRADA
CODI_EXECUTOR	Individu-actor teoric 1
CODI_OBLIGATORIA:	.
POSICIO_ACCIO:	.
NOM_ELECCIO	
CODI_NODE_INICI	10 E1_Node INICI
CODI_NODE_FINAL	11 E1_NODE SALA_1 ENTRADA
ACIONS PRECEDENTS	
ACIONS SEGÜENTS	
NOU_NODE_TEMPS	
ENTRADA NOVA POSICIO	
D_CODI_UNIC_MOGUT	Individu-actor teoric 1
D_CODI_UNIC_POSICIO_INICI	E1 Posicio INICIAL
D_CODI_UNIC_POSICIO_FINAL	E1 Posicio SALA_1 ENTRADA
D_DISTANCIA_RECORREGUDA_MTS:	5

Figura 149. Primera acció de moviment.

La segona acció de moviment. Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició SALA_1 ENTRADA a E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_1

CANVI ACCIO	
CODI_CANVI_ACCIO	9
CODI_TIPUS_ACCIO	Moviment
NOM_ACCIO:	Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posicio SALA_1 ENTRADA a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1
CODI_EXECUTOR	Individu-actor teoric 1
CODI_OBLIGATORIA:	.
POSICIO_ACCIO:	.
NOM_ELECCIO	
CODI_NODE_INICI	11 E1_NODE SALA_1 ENTRADA
CODI_NODE_FINAL	12 E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_1
ACIONS PRECEDENTS	
ACIONS SEGÜENTS	
NOU_NODE_TEMPS	
ENTRADA NOVA POSICIO	
D_CODI_UNIC_MOGUT	Individu-actor teoric 1
D_CODI_UNIC_POSICIO_INICI	E1 Posicio SALA_1 ENTRADA
D_CODI_UNIC_POSICIO_FINAL	E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1
D_DISTANCIA_RECORREGUDA_MTS:	3

Figura 150. Segona acció de moviment.

La tercera acció de moviment. Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 a E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_2

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following fields and values:

- CODI_CANVI_ACCIO:** 10
- CODI_TIPUS_ACCIO:** Moviment
- NOM_ACCIO:** Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2
- CODI_EXECUTOR:** Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA:** (empty)
- POSICIO_ACCIO:** (empty)
- CODI_NODE_INICI:** 12 E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_1
- CODI_NODE_FINAL:** 13 E1_NODE_SALA_1 RECURS_1_2
- ENTRADA NOVA POSICIO:**
 - D_CODI_UNIC_MOGUT:** Individu-actor teoric 1
 - D_CODI_UNIC_POSICIO_INICI:** E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1
 - D_CODI_UNIC_POSICIO_FINAL:** E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2
 - D_DISTANCIA_RECORREGUDA_MTS:** 4

Figura 151. Tercera acció de moviment.

S'anirien introduint la resta d'accions de moviment (no es mostren les imatges de les accions). A continuació la seva descripció textual.

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 a E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_3

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 1 Ubicació RECURS_1_3 a E1 Posició sala 1 SORTIDA

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició sala 1 SORTIDA a E1 Posició Sala 2 Entrada

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 2 Entrada a E1 Posició Sala 2 RECURS 2_1

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 2 RECURS 2_1 a E1 Posició Sala 2 RECURS 2_2

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 2 RECURS 2_2 a E1 Posició Sala 2 RECURS 2_3

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 2 RECURS 2_3 a E1 Posició sala 2 SORTIDA

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició sala 2 SORTIDA a E1 Posició Sala 3 Entrada

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 3 Entrada a E1 Posició Sala 3 RECURS 3_1

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 3 RECURS 3_1 a E1 Posició sala 3 SORTIDA

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició sala 3 SORTIDA a E1 Posició Sala 4 Entrada

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 4 Entrada a E1 Posició Sala 4 RECURS 4_1

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició Sala 4 RECURS 4_1 a E1 Posició sala 4 SORTIDA

-Moviment en el Museu Blau de Barcelona de E1 Posició sala 4 SORTIDA a E1 Posició FINAL

Figura 152. Acció de moviment de sortida de l'exposició.

Es pot entrar el procediment que consisteix en descriure el moviment del visitant per les 4 primeres sales de l'exposició permanent del museu.

Figura 153. Procediment integrat per accions de moviment. Recorregut del visitant.

Cal adonar-se que es podrien definir ara les accions de percepció i altres en aquest esquema. Les accions tindrien lloc a les posicions d'arribada de les accions de moviment. Les accions tindrien com a node_temps_inicial el node_temps_final de l'acció de moviment que ha arribat a la posició on hi haurà la percepció. Tindrien com a node_temps_final els node inici de la següent acció de moviment. Una activitat educativa on l'usuari es mou seria doncs una acció de moviment i a continuació, a les posicions d'arribada, s'executarien les accions de percepció o dinàmica interna o qualsevol altre tipus d'acció. A continuació s'executaria una altra acció de moviment.

5.8.10 Objecte educatiu definit com a procediment.

Incorporar a una execució definida com a procediment, accions de percepció i dinàmica interna. Es creen les accions de moviment, percepció i dinàmica interna de la manera ja definida anteriorment. Les accions es seleccionen com a integrants del procediment. Mitjançant les equivalències entre nodes és possible expressar que una acció s'inicia al finalitzar una altra acció.

CODI_INTEGRANT	Descripció	Icona
25	Moviment de E1 Posicio INICIAL a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1	→
26	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 de recurs Poma és fruita (Text (escrit)) amb output Poma és fruita (idea)	→
27	Moviment de E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_1 a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2	→
28	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 de Recurs_2 amb output Idea_2	→
29	Moviment E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_2 a E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3	→
30	Percepció en E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3 de Recurs_3 amb output Idea_1	→
31	Moviment de E1 Posicio Sala 1 Ubicació RECURS_1_3 a E1 Posicio Sala 2 RECURS_2_1	→
32	Percepció en E1 Posicio Sala 2 RECURS_2_1 de Fruita és salut (Text (parlat)) amb output Fruita és salut (idea)	→

Figura 154. Procediment. Accions integrants d'un procediment.

5.8.11 Objecte educatiu. Audiovisual.

Es tractava de definir un audiovisual de la manera més senzilla possible. Només és necessari fer una descripció textual de l'audiovisual. A continuació s'introdueixen les idees més importants que volem transmetre amb l'objecte educatiu. Introduïm una acció de percepció de tot l'audiovisual que té input l'objecte educatiu i amb output de totes les idees. La descripció de l'audiovisual pot ser tant extensa i concreta com sigui necessari.

Aquesta seria un exemple de descripció textual de l'audiovisual:

L'audiovisual comença amb una imatge d'uns camps sembrats amb blat (el node temps és node_inici_audiovisual). La imatge dura 7 segons. Es tracta d'una acció percepció amb input imatge d'un camp de blat i output idea d'un camp de blat (idea de camp de blat). Al segon 5 (expressat amb un node que agafa el temps en relació al node_inici_audiovisual), un text_parlat diu "Benvinguts al museu del gra i la palla"; és una acció de percepció amb una idea (estem al museu del gra i la palla); al cap de 7 segons (també amb referència al node inicial) de començar apareix el títol text_escrit "Museu del gra i la palla". Al segon 8 apareix la imatge d'una falç amb el text_escrit: falç (es transmet la idea de imatge falç). Un text_parlat diu " la falç és una eina per segar". (això transmet la idea "la falç és una eina per segar) etc...

Es crea el registre amb la descripció de l'objecte educatiu.

Figura 155. Creació d'un unic que serà un objecte educatiu

Aquest element és un objecte educatiu.

Figura 156. Declaració que l'element és un objecte educatiu.

Es creen les idees.

Figura 157. Creació d'elements com a idees.

S'introdueix l'acció de percepció amb input de l'objecte educatiu i output les idees.

Figura 158. Acció de percepció

A continuació es crea el procediment i es selecciona l'acció que l'integra.

Figura 159. Un procediment integrat per l'acció anterior.

Aquest exemple ens serveix per comprovar la versatilitat del model conceptual. L'usuari pot decidir el nivell de detall. A continuació exemples amb un major nivell de detall.

5.8.12 Objecte educatiu dinàmic amb declaracions.

Si l'usuari ho desitja pot descriure l'objecte educatiu de manera dinàmica (audiovisual en aquest cas) amb més detall. Una opció és utilitzar declaratives.

La descripció textual seria aquesta: l'audiovisual comença amb una imatge d'uns camps de blat (el node temps és node_inici_audiovisual). La imatge dura 7 segons. Es tracta d'una acció percepció amb input imatge camp de blat i output idea de camp de blat (idea de camp de blat). Al segon 5 (expressat amb un node que agafa el temps en relació al node_inici_audiovisual), un text_parlat diu "Benvinguts al museu del gra i la palla"; és una acció de percepció amb una idea (estem al museu del gra i la palla); al cap de 7 segons (també es amb referència al node inicial) de començar apareix el títol text_escrit "Museu del gra i la palla". Al segon 8 apareix la imatge d'una falç amb el text_escrit: falç (es transmet la idea de imatge falç). Un text_parlat diu " la falç és una eina per segar". (això transmet la idea "la falç és una eina per segar) etc...

A la figura següent es pot consultar l'expressió de l'objecte educatiu utilitzant declaratives i seleccionat els node temps per mostrar inici de l'existència d'un objecte i final de l'existència d'un objecte. Els valors dels node seleccionat a inici i a final serien els segons. Per exemple, la imatge dels camps apareix a l'inici (node temps amb valor 0) i desapareix al segon 7 (node temps final).

CODI_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_1	CODI_TIPUS_DECLARACIO	CODI_OBJECTE_2	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_INICI	CODI_NODE_TEMPS_RELATIU_FINAL	DIGIT ORDRE
542	444	Imatge d'uns camps	38	Recurs, és un	52	0
543	445	text_parlat: "Benvinguts al mu...	38	Recurs, és un	57	5
544	446	text_escrit "Museu del gra i la p...	38	Recurs, és un	59	7
545	447	imatge d'una falç	38	Recurs, és un	85	8
546	448	text_escrit: falç	38	Recurs, és un	85	8
547	1		1		1	9
548	1		1		1	9
549	1		1		1	9
550	1		1		1	9

Figura 160. Definició d'un objecte dinàmic amb declaracions.

5.8.13 Objecte educatiu definit com a procediment disseny

També és possible assignar a cada part de l'audiovisual una idea. En aquest cas es podrien definir les accions de percepció amb les idees corresponents o a output. En molts casos serien accions que s'executarien en paral·lel. Cada un dels recurs tindria la seva acció de percepció amb la idea corresponent a output. Totes les accions s'aglutinarien en un procediment que descriuria l'objecte educatiu.

Es definarien equivalències entre els node temps de les accions seleccionades al procediment per tenir expressat el disseny com una seqüència d'accions o com a conjunt d'accions que s'executaran en paral·lel. Es tractaria d'accions de percepció i dinàmica interna.

CONJUNT_CANVI_ACCIO_INTEGRANT	
CODI_INTEGRANT	DESCRIPCIO
58	Percepció de imatge d'uns camps origina output EX_1_idea_imatge_camps
60	Percepció de text_pallat: "Benvinguts al museu del gra i la palla" origina idea EX_1_txt_pallat_Benvinguts_idea
61	Percepció de text_escrit "Museu del gra i la palla" origina idea 1
62	Percepció imatge d'una falç origina output idea_falç_segarr
63	Percepció de text_escrit "falç" origina output idea 2

Figura 161. Descripció d'un objecte dinàmic amb accions de percepció.

A la figura anterior podem observar les accions que integren un procediment.

5.8.14 Acció interacció.

Una acció interacció. Per exemple, un interactiu que, al pulsar un botó, apareix una imatge a una pantalla.

El primer pas seria crear l'element i declarar que és un interactiu. És opcional la creació d'estats per a posteriorment ser seleccionats a estat inicial i a estat final de l'acció d'interacció. Podria ser suficient utilitzar els atributs que permeten la descripció textual dels estats. Això dependrà del nivell d'aprofundiment que el dissenyador necessiti.

A continuació introduïm les dades de l'acció interacció.

The screenshot shows the 'CANVI_ACCIO' window with the following configuration:

- CODI_CANVI_ACCIO:** 76
- CODI_TIPUS_ACCIO:** Interacció
- NOM_ACCIO:** Interacció amb Objecte 1 interactiu
- CODI_EXECUTOR:** Individu-actor teoric 1
- CODI_OBLIGATORIA:** .
- POSICIO_ACCIO:** Posicio_1
- CODI_NODE_INICI:** 53 | 1
- CODI_NODE_FINAL:** 54 | 2
- L_CODI_UNIC_INTERACTUAT:** 30 | Objecte 1 interactiu
- L_DESCRIPCIO_INTERACCIO:** Seria polsar un botó i apareix una imatge que és portadora de significat. El recurs_1.
- L_CODI_UNIC_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_INICI:** 395 | Estat inicial descripcio 1
- L_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_INICI:** Botó sense polsar. No hi ha la imatge.
- L_CODI_UNIC_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_FINAL:** 398 | Estat final descripcio 1
- L_DESCRIPCIO_INTERACTIU_ESTAT_FINAL:** Botó polsat. Apareix la imatge.

Figura 162. Acció interacció.

A la figura anterior es poden observar els atributs que defineixen l'acció interacció. A la pestanya corresponent a l'acció de interacció s'hi poden escriure els estats o es poden seleccionar directament estats prèviament introduïts al prototipus (a l'exemple s'hi mostren les dues formes de fer-ho).

A continuació hi hauria una acció de percepció de la imatge. Així, l'output de l'acció de interacció (apareix la imatge) seria un input de l'acció de percepció d'aquesta mateixa imatge.

5.8.15 Objecte educatiu. Interactiu.

Considerem un interactiu amb pantalla tàctil. A la pantalla s'hi mostren tres opcions que l'usuari pot seleccionar. Es tracta d'una elecció entre 3 opcions. Les opcions venen definides per tres accions interacció perquè segons opció elegida, l'estat final serà un o altre.

ELECCIO

CODI_ELECCIO:

NOM_ELECCIO:

CODI_TIPUS_DESPLEGAMENT_ELECCIO: Elecció de x accions entre N accions.

NOMBRE_MINIM_ELECCIONS:

NOMBRE_MAXIM_ELECCIONS:

NOMBRE_ELECCIONS_ACTUAL:

TXT_ELECCIO:
Les 3 opcions son A1, A2 i A3. L'usuari elegeix executar una les tres accions definides a l'elecció.

CODI_NODE_ELECCIO_INICI_ROMBE: S1_NODE_INICI

CODI_NODE_ELECCIO_FINAL_ROMBE: S1_NODE_FINAL

ELECCIO_SF_ACCIONS

CODI_ACCIO_EL	
89	Interacció. Elecció de opció A1 (estat inicial: hi ha tres opcions a la pantalla); estat final(A1 elegida; es mostra una imatge_2 i text_2 per pantalla)
90	Interacció. Elecció de opció A2 (estat inicial: hi ha tres vopcions a la pantalla); estat final(A2 elegida; es mostra un text_1 per pantalla)
91	Interacció. Elecció de opció A3 (estat inicial: hi ha tres opcions a la pantalla); estat final (es mostra una nova elecció per pantalla; dues opcions per pantalla; les opcions B1 i B2)
1	

Figura 163. Una elecció en un interactiu.

A la figura anterior podem observar la descripció de l'elecció. L'elecció té un codi. Li hem assignat un nom. El dissenyador pot introduir el nombre mínim d'eleccions i el nombre màxim d'eleccions. L'elecció es descriu també entre dos node temps. S'han seleccionat les accions que són opcions al formulari corresponent (codi_accio_el).

Aquesta seria una representació visual d'una elecció similar a la descrita anteriorment.

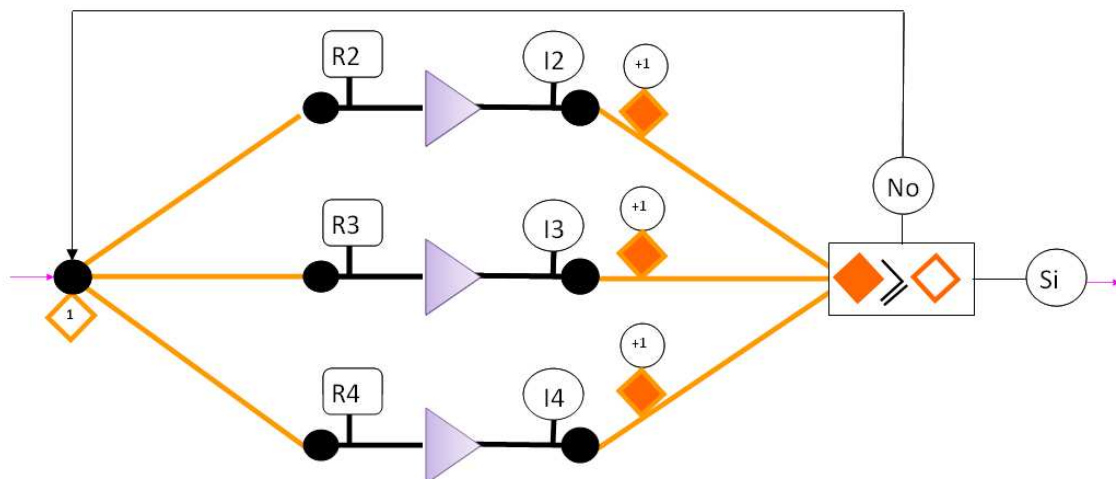


Figura 164. Representació visual de la primera elecció d'un interactiu.

5.8.16 Avaluació. Fulla d'avaluació individual.

Partim d'una elecció, similar a la descrita en el punt anterior. Utilitzem el sistema de fulla avaluació individual per a fer l'avaluació.

Al formulari de l'avaluació es descriuen les accions que són eleccions possibles i quines han estat les accions elegides. A la fulla avaluació individual s'hi poden posar diferents eleccions i analitzar-les una a una.

SISTEMA B:

AV_ELECCIONS | INPUT_OUTPUT | ALTRES

AV_FULL_AV_ELECCIO

VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLITS_SI:

VALOR_TOTAL_ROMBES_ASSOLITS_NO:

C_E_AV_FULLA:

CODI_ELECCIO: A interactiv_1 hi ha la primera pantalla amb 3 opcions per seleccionar

CODI_METODE_AVALUACIO: Observacions (Brief observations)

V_R_D: Valor rombe mínim eleccions que cal executar

V_R_A_P_SI: Opcions elegides (accions elegides executades)

V_R_A_P_NO: Opcions no elegides (accions elegibles no executades)

CODI_OPCIO		V_PARCIAL_SI	V_PARCIAL_NO
89	Interacció. Elecció de opció A1 (estat inicial: hi ha tres opcions a la pantalla); estat final(A1 elegida; es mostra una imatge_2 i text_2 pe	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>
90	Interacció. Elecció de opció A2 (estat inicial: hi ha tres vopcions a la pantalla); estat final(A2 elegida; es mostra un text_1 per pantalla)	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="1"/>
91	Interacció. Elecció de opció A3 (estat inicial: hi ha tres opcions a la pantalla); estat final (es mosta una nova elecció per pantalla; dues i	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0"/>
1		<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Registro: de 1

Figura 165. Avaluació per mostrar les eleccions elegides.

5.8.17 Avaluació. Entrada ràpida de dades.

Es defineix una avaluació.

AVALUACIO

CODI_AVALUACIO: FULLS_AVALUACIO:

Codi procediment disseny avaluat: Museu del cinema disseny per a public adult visita completa amb guia

NOM_AVALUACIO:

COMENTARIS_AVALUACIO:

Figura 166. Avaluació. Definició d'una avaluació.

DADES COMUNS A TOTS ELS SISTEMES: SISTEMA C:

CONJUNTS DE DADES | AVALUABLES PARAMETRES | VALOR_AVALUACIO | CANVI_ACCIO | MOVIMENTS | INPUT_OUTPUT | ELECCIONS | OBJECTIUS EDUCATIUS | PREREQUISIT_CONEIXEMENT | Prerequisit tecnic | Produ

AV_ELECCIO_N1

CODI_AVALUACIO:

C_SF_E:

CODI_ELECCIO: Eleccio 1

CODI_MODEL_AVAL: Observació directa dels visitants (Direct observation)

C_ACCIO_MES_EXE: Percepció Recurs A Idea_1

V_R_D:

AV_ELECCIO_N2

C_SF_E: OBSERVA: anàlisi de rombe compliment per a cada executor és més difícil amb aquest sistema. Millor l'altre manera d'entrar avaluacions.

C_SF_D:

CODI_OPCIO: Percepció Recurs A Idea_1

VALOR_SI_TOTAL:

VALOR_NO_TOTAL:

AV_ELECCIO_N3

C_SF_D	C_SF_FULLA_UN	VALOR_SI_PARCIAL	VALOR_NO_PARCIAL
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="0"/>
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="0"/>

Registro: de 3

Registro: de 3

Registro: de 1

Figura 167. Avaluació eleccions amb fulla avaluació individual.

En aquest cas per a cada elecció avaluada hi seleccionem els individus avaluats i s'hi introdueixen els valors si i no per a cada opció de l'elecció.

5.8.18 Avaluació. Entrada ràpida de dades. Accions.

Entrada ràpida de dades. Avaluació de accions.

The screenshot shows a form titled 'AVALUACIO'. It contains several input fields: 'CODI_AVALUACIO' with the value '2', 'Codi procediment disseny avaluat' with '6' and a dropdown menu showing 'Museu del cinema disseny per a public adult visita completa amb guia', 'NOM_AVALUACIO' with 'Avaluació al museu del cinema de Girona.', and 'CDMENTARIS_AVALUACIO' with 'Avaluació de visita completa.'. There are also buttons for 'FULLS_AVALUACIO' and a help icon.

Figura 168. Entrada de dades d'una avaluació.

The screenshot shows a form titled 'AV_CANVI_SELECCIONATS_PER_AVALUAR'. It includes fields for 'CODI_CANVI_ACCIO' (79), 'CODI_METODE_AVALUACIO' (22), and summary statistics: 'NUM_TOTAL_SI' (2), 'NUM_TOTAL_NO' (1), and 'T_DURACIO_MITJA' (00:00:10). Below is a table titled 'AV_CANVI_RESULTATS_AVALUACIONS' with columns for 'CODI_FULL_AVALUACIO', 'INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI', 'OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO', 'COMPTAR_A_SI', 'COMPTAR_A_NO', 'T_DURACIO', 'T_INICI_ACCIO', and 'T_FINAL_ACCIO'. The table contains four rows of data for different actors.

CODI_FULL_AVALUACIO	INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI	OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO	COMPTAR_A_SI	COMPTAR_A_NO	T_DURACIO	T_INICI_ACCIO	T_FINAL_ACCIO
2 Individu actor real 1	1	0	1	0	00:00:09	01:01:01	01:01:10
4 Individu actor real 2	0	1	0	1	00:00:11	01:01:01	01:01:12
5 Individu actor real 3	1	0	1	0	00:00:10	00:00:00	00:00:10
1	0	0	0	0			

Figura 169. Avaluació d'una acció de percepció.

En aquest cas per a cada acció s'avaluen diversos actors. S'apunta si apareix l'input i l'output tal com estan al disseny. En aquest cas es poden apuntar les duracions de les accions. Els valors parcials apuntats es sumen per obtenir els num_total. Es pot calcular la duració mitjana de l'execució de l'acció.

5.8.19 Avaluació. Comprovació inputs i outputs d'una acció.

Entrada ràpida de dades. Comprovació de inputs o outputs. En aquest cas es comprova si usuari ha assolit una idea determinada. Es selecciona l'acció avaluada. L'acció té uns inputs i uns outputs. Per a cada actor analitzat s'introdueix si hi ha coincidències entre inputs i outputs del disseny. Es tracta d'una entrada ràpida de dades en aquest cas.

The screenshot shows a form titled 'AV_CANVI_SELECCIONATS_PER_AVALUAR'. It includes fields for 'CODI_INPUT_OUTPUT_SELECCIONAT' (59) and 'CODI_METODE_AVALUACIO' (72). Summary statistics show 'NUM_TOTAL_SI' (2) and 'NUM_TOTAL_NO' (0). Below is a table titled 'AV_CANVI_RESULTATS_AVALUACIONS' with columns for 'CODI_FULL_AVALUACIO', 'INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI', 'OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO', 'COMPTAR_A_SI', and 'COMPTAR_A_NO'. The table contains two rows of data for different actors.

CODI_FULL_AVALUACIO	INPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_SI	OUTPUT_COINCIDENT_AMB_DISENY_NO	COMPTAR_A_SI	COMPTAR_A_NO
2 Individu actor real 1	1	0	1	0
4 Individu actor real 2	1	0	1	0

Figura 170. Avaluació. Comprovació d'assoliment d'idees.

6 Resultats.

Presentem a continuació una síntesi dels principals resultats d'aquesta investigació. L'objectiu principal de la tesi és definir una sistemàtica per a l'anàlisi de resultats de les activitats educatives que es desenvolupen a les institucions museístiques. La sistemàtica descansa sobre una eina informàtica i una representació visual que es proposen i defineixen al llarg d'aquesta tesi. Per aconseguir l'objectiu principal ha estat necessari anar acomplint una sèrie d'objectius secundaris de manera esglaonada. A continuació es descriuen aquests resultats i s'especifica en quina part del document apareixen.

El primer resultat important ha estat la **definició dels principals conceptes** bàsics que permeten descriure completament qualsevol de les activitats educatives que es desenvolupen a un museu i la seva adaptació. Aquests conceptes principals són: actor, rol, perfil, grups, idea, idea intermèdia, objectius educatius, idees inesperades, idees prerrequisits, emocions, recursos (objectes educatius), eines, produccions i efectes inesperats. Alguns d'aquests conceptes són coincidents amb les activitats educatives pròpies de l'educació formal i han estat adaptats a les circumstàncies particulars dels museus i d'altres han estat proposats i desenvolupats en aquesta investigació. Aquests conceptes bàsics han estat incorporats explícitament al prototipus de programa informàtic. **Per a cada concepte del model conceptual s'ha presentat una definició formal, la seva forma d'implementació al prototipus i la seva possible representació visual compatible amb les representacions visuals de la resta d'elements** (aquesta definició, la implementació al prototipus i la representació visual proposada es poden consultar a l'apartat 5.2 del capítol 5. Model conceptual).

A partir dels conceptes bàsics s'han pogut definir les accions. El concepte d'**acció** ha estat central al model conceptual. S'ha considerat que una activitat educativa és un conjunt d'accions que es poden executar de manera seqüencial o en paral·lel (amb simultaneïtat). S'han definit les accions més importants: l'acció de moviment, de percepció, de dinàmica interna, d'interacció i de producció. S'ha definit l'acció genèrica amb l'objectiu de poder modelar qualsevol altre tipus d'acció. S'ha definit la implementació de les accions al prototipus. També s'ha definit una **representació visual de les accions** que és compatible amb la representació dels conceptes bàsics (la definició conceptual de cada tipus d'acció, la seva implementació i la representació visual es poden consultar a l'apartat 5.4 i 5.5 del capítol 5. Model conceptual).

Un altre resultat important d'aquesta investigació també és la solució elegida per a representar el **temps i l'espai**. Pel que fa al **temps** s'ha definit el concepte de node temps. Els node temps poden expressar-se de manera relativa entre ells. Una acció és un canvi que ocorre entre dos nodes temps. Així, per a cada acció es selecciona un node temps inicial i un node temps final (tot això es pot consultar a l'apartat 5.3 del capítol 5. Model conceptual). Pel que fa a l'**espai** també s'han considerat nodes. En aquest cas nodes espai. Els node espai també poden expressar-se de manera relativa entre ells. Les accions de moviment ocorren entre dos node espai. La resta d'accions s'executen en un node espai determinat (tot això es pot consultar a l'apartat 5.3 del capítol 5. Model conceptual).

A partir del concepte d'acció (que incorpora els node temps i els node espai on ocorre l'acció) s'ha definit el concepte d'**elecció**. Una elecció es defineix a partir d'un conjunt d'accions potencials que l'usuari pot elegir en un moment determinat. També s'ha

definit la implementació al prototipus i la representació visual de les eleccions (es poden consultar a l'apartat 5.6 del capítol 5. Model conceptual).

Finalment un **procediment** és un conjunt d'elements (una activitat educativa) format per accions, eleccions i que alhora pot incloure o està inclòs en altres procediments. També s'ha definit la representació visual d'un procediment (es pot consultar a l'apartat 5.6 del capítol 5. Model conceptual).

Fins aquí s'han enumerat els principals resultats relacionats amb la definició del **disseny d'una activitat educativa**. Aquesta definició és compatible amb la descripció de l'**execució de l'activitat** per a cada visitant. Una execució és un conjunt d'accions que executa el visitant. Una execució és, normalment, un subconjunt de les accions potencials definides al disseny.

Després de l'execució d'una activitat educativa podem avaluar-ne els resultats. Els indicadors dels resultats en termes educatius els hem anomenat **paràmetres**. A partir de les diverses fonts d'informació s'ha elaborat el llistat de paràmetres. S'ha definit com calcular aquests paràmetres a partir de les dades introduïdes al model. Alguns dels paràmetres s'obtenen de comparar el disseny de l'activitat amb l'execució. Els paràmetres s'han presentat en una taula de manera organitzada i s'hi ha inclòs tant els paràmetres localitzats a les diferents fonts d'informació com els paràmetres definits en aquesta investigació. Per a cada paràmetre s'han definit la manera d'implementar-los al prototipus (la manera de calcular-se a partir de les dades introduïdes). S'ha comprovat que el model conceptual permet abstrure aquests paràmetres (consultar 5.7.1 del capítol 5. Model conceptual).

Un altre resultat relacionat amb l'avaluació ha estat la cerca i incorporació dels diferents **mètodes d'avaluació** en una taula ordenada que s'ha presentat en aquesta tesi (consultar apartat 5.7.2 Mètodes d'avaluació). El mètode d'avaluació és el que permet abstrure i gestionar la informació necessària per a calcular els diferents paràmetres (consultar 5.7.5 Implementació dels paràmetres). S'ha definit també la manera de gestionar aquestes avaluacions amb el prototipus (consultar 5.7.4 Gestió d'una avaluació). S'han definit tres sistemes per obtenir i gestionar la informació de les avaluacions. S'ha arribat a aquest resultat perquè introduir les dades té un cost en temps i en diners. El sistema A (entrada ràpida de dades en el qual no queda registrada informació relacionada amb visitants particulars) és més ràpid d'utilitzar que el sistema B (fulla d'avaluació individual però en la que no es defineixen completament ordenades les accions que executa cada un dels visitants) i alhora, aquests poden ser més ràpids d'executar que el sistema C (la proposta més estandarditzada d'aquesta tesi, que consisteix en definir l'execució d'una activitat educativa com un procediment: seqüències d'accions i eleccions fetes per cada un dels visitants). El sistema C és el més complet i alhora el més complex d'executar. És el que presenta una informació més estructurada i que per tant permet calcular la majoria de paràmetres. S'han descrit solucions perquè el programa funcioni de manera encara més amigable però no s'han implementat. L'objectiu no era aconseguir un programa informàtic complet sinó un prototipus per a validar el model conceptual i la sistemàtica per a l'avaluació d'activitats educatives.

Un resultat important també és l'apartat on es descriuen les principals consultes per abstractre dades que es poden fer a la informació emmagatzemada amb aquest model conceptual (es pot consultar a 5.7.6 Consultes per abstractre les dades).

En tant que el principal objectiu de la tesi no era desenvolupar un programa informàtic complet el resultat ha estat un prototipus amb les suficients característiques incorporades per provar el seu funcionament amb objectes educatius reals. Les funcionalitats no implementades han estat descrites de manera que puguin ser incorporades en un futur.

Finalment també podem destacar com a resultats importants l'elaboració a partir de diverses fonts d'informació d'un **l·listat dels tipus d'objectes educatius** que podem trobar a una activitat educativa d'una institució museística. El resultat d'aquesta elaboració s'ha presentat en forma de taula (5.2.13 del capítol 5. Model conceptual).

S'ha elaborat també a partir de diverses fonts d'informació el l·listat del que s'ha anomenat dinàmiques internes del sistema nerviós. El resultat també s'ha presentat en forma de taula. S'ha plantejat la possibilitat de considerar aquestes **dinàmiques com una taxonomia** per a classificar els diferents objectius educatius (5.1.11 del capítol 5. Model conceptual).

També considerem que és un resultat important **l'anàlisi dels diferents software de disseny** existents per determinar si algun d'ells podria ser utilitzat per a dissenyar activitats educatives pròpies de les institucions museístiques (això es va fer a l'article publicat derivat de la tesi). Aquest resultat s'ha presentat també en forma de taula (5.1.13 del capítol 5. Model conceptual).

El **resultat final** d'aquesta tesi és un model conceptual (el qual s'ha anat descrivint al llarg dels diferents apartats de la tesi) que permet gestionar el disseny i l'avaluació d'activitats educatives de manera sistemàtica, i així, ser útil per a l'anàlisi d'activitats educatives. Els plantejaments i solucions presentades en els diferents apartats del capítol **model conceptual**, contribueixen a apropar-nos a un llenguatge estandarditzat i a una representació visual que serveixen per a modelar el procés educatiu en qualsevol context. També ens apropem a la possibilitat de desenvolupar un programa informàtic complet per a facilitar la tasca als dissenyadors d'activitats educatives. El resultat presentat en aquesta és, doncs, una sistemàtica que permet l'avaluació de resultats educatius reals d'una activitat.

7 Discussió.

Tal com afirmava Bitgood (1994), hem comprovat que per a desenvolupar un sistema per avaluar l'ensenyament era imprescindible comprendre els conceptes relacionats amb la memòria i l'aprenentatge. Amb la cognició. L'aprenentatge, així, està estretament relacionat amb els processos cognitius. El fenomen de la cognició, però, és conceptualment complex. Tal com plantejava Anderson (2007) -i hem observat durant el desenvolupament de la tesi-, només un enfocament conceptual ampli ens pot acostar a l'objectiu de comprendre aquests processos cognitius.

En concordança amb el que exposen Vernon, Beetz i Sandini (2015) citant a Squire, (2004) i a Wood et al.(2012), s'ha comprovat la idoneïtat de la classificació de la memòria segons la naturalesa d'allò recordat -el què- i segons el tipus d'accés -el com- que tenim a aquesta informació. Aquesta distinció és clau per classificar els diferents tipus d'objectius educatius.

En aquesta tesi també hem constatat, com va fer Kennedy (2012), que hi ha diferents formes de representació del coneixement però que, finalment, tal com ha estat implementat també al prototipus, hi ha dues formes bàsiques; la declarativa (el coneixement declaratiu de fets) i la procedimental (que aquí hem utilitzat per a presentar un objecte educatiu com una seqüència o conjunt d'accions executades en una línia de temps).

Igual que Botturi (2006), hem localitzat molts autors que han proposat diferents models i classificacions dels objectius educatius i també hem constatat la dificultat conceptual que representa plantejar una taxonomia que les unifiqui.

Abans de proposar el llenguatge i l'eina que es presenta en aquesta tesi s'han analitzat llenguatges i eines ja desenvolupades. S'ha constatat que els diferents llenguatges i eines analitzades no incorporen els mateixos conceptes. Igual que conclouen Anido-Rifón et al. (2014), quan parlen de llenguatges, avui, conviuen diversos intents i enfocaments per assolir un estàndard.

En relació a definir el model conceptual i el prototipus, coincidim amb les observacions de Prieto et al. (2013), en el sentit que modelar l'aprenentatge i la instrucció utilitzant un programa informàtic és una tasca d'una gran dificultat. Anido-Rifón et al. (2014) havien també advertit del fet que algunes eines i llenguatges podrien ser útils per modelar l'educació en alguns contextos però insuficient per a altres tipus d'activitats educatives. Les solucions proposades en aquesta tesi, tant a nivell de llenguatge, com a nivell d'implementació del prototipus, han tingut sempre present evitar aquest problema i s'ha enfocat d'una manera generalista. Així, el model conceptual és compatible també amb l'anàlisi de l'educació formal.

Igual que Lachheb i Boling (2018), hem constatat que hi ha una gran diversitat d'eines i mètodes de disseny. En aquesta tesi s'ha intentat sintetitzar en una nova eina les principals aportacions de les diferents propostes i s'han proposat solucions originals a aspectes relacionats amb l'espai i el temps. Tal com afirmava López (2005) analitzar l'espai i el temps en un entorn expositiu ha representat una gran dificultat.

Pel que fa a la representació visual s'ha constatat la dificultat de proposar una manera prou entenedora per a representar tots els conceptes. Així, hem constatat també, com van fer Davis, Shrobe i Szolovits (1993), que en una representació s'assumeixen, sempre, simplificacions.

Al igual que Rajangam i Annamalai (2016) hem pogut constatar, al comparar les dades introduïdes al prototipus (en forma de text) amb la seva representació visual, que una representació del coneixement basada en grafs permet una bona interpretació i claredat visual. A més, a la proposta d'aquesta tesi, hi ha correspondència entre allò representat i les dades emmagatzemades al prototipus. A cada concepte important li correspon una representació visual.

Constatant també l'observació de Figl et al. (2010), en el sentit que establir un estàndard de representació visual podria ser de gran ajuda, s'ha intentat integrar diferents tipologies de diagrames en una sola representació perquè això resultarà en quelcom útil per a la comunitat de dissenyadors.

El lector de la tesi pot comprovar l'expressivitat de les diferents representacions visuals elegides. Gray y Boling (2015) destacaven també la importància de desenvolupar una correcta representació gràfica i esquemàtica i això és el que hem fet en aquesta tesi. També, seguint aquests mateixos autors, hem desenvolupat la representació visual perquè creiem que disposar d'una bona representació seria altament beneficiós per a la tasca de disseny d'activitats educatives.

Pel que fa a les avaluacions per obtenir els valors dels diferents paràmetres d'una manera sistemàtica, podem afirmar, tal com fa Pérez-Santos (2000) citant a Miles (1993) i Munley (1989), que hi ha diferents tècniques d'avaluació (que en aquesta tesi hem classificat) i que elegirem el mètode d'avaluació en funció dels objectius i també en funció dels mitjans que tenim. Els mitjans són, de fet, un factor molt limitant alhora d'afrontar les avaluacions educatives. Per avaluar es necessiten recursos econòmics i temps. La dificultat que es desprèn d'alguns dels sistemes d'avaluació plantejats per a l'obtenció de determinats paràmetres mitjançant avaluacions, corrobora aquesta afirmació. Així doncs, a partir de l'experiència en diferents proves de funcionament, podem afirmar el mateix que deia Pérez-Santos (2000), seguint a Asensio i Pol, Bitgood (1996) i Shettek (1995) en el sentit que mesurar el comportament del visitant és una bona manera de controlar l'efectivitat del muntatge (a més, ens pot estalviar temps i disminuir el cost econòmic de l'avaluació). Amb les proves al prototipus hem comprovat, també, tal com ja afirmava Bitgood (1994), que les avaluacions, que tenen com a objectiu l'obtenció d'un nombre important de paràmetres, en molts casos, es poden portar a terme observant i descrivint el comportament del visitant.

Com a conseqüència de l'anàlisi de diferents activitats educatives i exposicions en museus (resultat de les proves de funcionament i adequació del model conceptual) podem afirmar, tal com feren (Mujtaba, Lawrence, Oliver, y Reiss, 2018), que els museus tenen un gran potencial per a l'educació.

En aquesta tesi també s'ha adoptat l'objectiu plantejat per Mor i Craft (2012) i Dalziel et al. (2016): desenvolupar un llenguatge comú que permeti modelar totes les situacions educatives. Hem comprovat també, tal com afirmaven Mor i Craft (2012) que cap de les

eines desenvolupades fins avui contempla totes les situacions educatives que poden donar-se. Però, el model conceptual proposat en aquesta tesi, que encara no és complet (la representació visual no resulta automàtica a partir de les dades introduïdes) i té alguns punts millorables que han estat plantejats en aquestes pàgines, s'ha desenvolupat amb l'objectiu que pugui ser utilitzat tant per educació formal com per educació no formal.

Igual que va concloure Dalziel et al. (2016) en relació als intents de cercar un llenguatge estandarditzat per a poder modelar les diferents situacions d'aprenentatge, creiem també que, el sol fet d'intentar-ho, ja té com a contrapartida una millora de la comprensió dels processos d'aprenentatge i ensenyament.

8 Conclusions

En aquest apartat s'hi descriuen les principals conclusions. En primer lloc es presenten les conclusions relacionades amb la hipòtesi principal i les hipòtesis secundàries; a continuació, es presenten conclusions relacionades amb els objectius de la tesi i amb les tasques desenvolupades per aconseguir aquests objectius. Les diferents conclusions es presenten amb guionets (cada paràgraf és relativament autònom) per facilitar la seva lectura.

- Estandarditzar el disseny i l'execució d'una activitat educativa permet avaluar si els objectes educatius funcionen tal com han estat dissenyats. Amb l'estandardització del disseny i de l'execució i la seva posterior comparació utilitzant diferents sistemes d'avaluació que ens permetrien calcular diversos paràmetres, seria possible millorar el nostre disseny i augmentar, així, els resultats educatius reals.

El tractament més o menys automatitzat de la informació que es deriva del disseny i l'execució (avaluacions) de l'activitat educativa, permet obtenir paràmetres que ens serveixen d'indicadors dels encerts i els errors del nostre disseny. Per tant, és possible localitzar fortaleeses i debilitats de l'objecte educatiu i així, la sistemàtica presentada, permet millorar els resultats, en termes educatius.

La tesi presenta un model conceptual i un prototipus de programa informàtic que permet gestionar el disseny d'activitats educatives i també documentar la seva execució i gestionar les avaluacions de resultats educatius de manera sistemàtica. Per tant, es compleix la **hipòtesi principal**: “és possible desenvolupar una sistemàtica per al disseny, l'anàlisi i l'avaluació dels resultats de les activitats educatives a les institucions museístiques que utilitzi, com a eina principal, un programa informàtic, tant per a la fase de disseny com per a l'avaluació de resultats educatius”.

Destaquem també que, disposar d'una eina per emmagatzemar de manera estandarditzada les diferents avaluacions d'activitats educatives, facilitaria la comparació entre diverses activitats podent abstrure així alguns patrons de disseny. Així doncs, definir una sistemàtica que permeti analitzar els resultats educatius reals, permetria millorar futurs dissenys i així, augmentar els resultats en termes educatius.

Pel que fa a la **primera hipòtesi secundària**, “Abordar l'anàlisi de les activitats educatives dels museus, des del punt de vista dels processos cognitius, és una aproximació que ens pot aportar una perspectiva adequada”, considerem que és certa. Entendre els conceptes de percepció, el moviment dels individus a l'espai, l'existència de dinàmiques internes del sistema nerviós, els tipus de memòria més importants... han permès abstrure un conjunt de conceptes a partir dels quals seleccionar aquells que calia incorporar al model conceptual presentat a la tesi. La selecció dels conceptes determinants que cal incorporar al model, juntament amb la creació del prototipus i les proves de funcionament, ha permès confirmar la **segona hipòtesi secundària**, “És possible localitzar els conceptes determinants per al disseny i avaluació de resultats educatius i implementar-los a un prototipus de programa informàtic”.

S'ha confirmat també, encara que no s'ha implementat al prototipus de programa informàtic, la **tercera hipòtesi secundària**: “El model conceptual pot tenir equivalència amb una representació visual dels conceptes educatius. La representació visual pot ser molt informativa per als dissenyadors i avaluadors”. El model conceptual presentat té equivalència amb una representació visual dels conceptes educatius. La representació visual és molt informativa per als dissenyadors i avaluadors. Finalment,

també creiem que, tal com plantejàvem a la **quarta hipòtesis secundària**, “Un programa informàtic pot ser una eina útil per a sistematitzar la definició d’una activitat educativa, simplificar el treball de camp i, finalment, per al posterior tractament i anàlisi de la informació.”, hem aconseguit presentar un prototipus que permet gestionar i emmagatzemar de forma còmode la definició d’una activitat educativa (disseny), les seves execucions i les avaluacions de diverses tipologies que podem anar fent a l’activitat educativa.

- **Acció** és un concepte central per aconseguir definir el disseny d’una activitat educativa. Altres conceptes determinants són: actors, prerequisits, objectes, objectius educatius i eines. Alguns d’aquests conceptes han estat adaptats i ampliat a partir dels conceptes de diversos llenguatges de disseny d’instrucció. Altres enfocaments, com l’expressió dels node temps de manera relativa a altres node temps, han estat creats en aquesta tesi. És possible descriure un objecte educatiu com una seqüència d’accions que s’esdevenen en sèrie (una després de l’altre) i/o en paral·lel (accions que ocorren, almenys parcialment, de manera simultània).

Les accions de moviment, de percepció, de dinàmica interna, de producció... i els atributs que les defineixen, juntament amb la resta de conceptes presentats, permeten una descripció estandarditzada d’un objecte educatiu. El dissenyador i l’avaluador poden utilitzar els conceptes presentats en aquesta tesi per a dissenyar i definir d’aquesta manera estandarditzada un objecte educatiu nou o per a definir de manera estandarditzada un objecte educatiu ja existent. Un objecte educatiu que s’expressa com a seqüències i conjunts d’accions s’ha anomenat procediment. Per poder descriure completament un procediment també és necessari definir les eleccions i poder incloure procediments dintre un procediment.

- Pel que fa a la **definició dels objectes educatius** l’enfocament de permetre expressar els objectes educatius com conjunts d’objectes o com seqüències d’accions (procediments) és molt adequat. Poder expressar un objecte, amb declaracions que tenen vigència entre un interval de temps determinat, ha permès gestionar els objectes que hem qualificat com a dinàmics. Un audiovisual, per exemple, és un conjunt d’objectes que es podria dir que apareixen i desapareixen davant del visitant. Poder seleccionar els node inici i el node final que defineixen l’interval d’existència d’un objecte és el que permet modelar els objectes dinàmics. Els node temps, que es poden ordenar entre ells, permeten definir quina és la seqüència d’aparició dels diferents elements.

També es pot definir l’objecte educatiu com seqüències d’accions (de percepció, de dinàmica interna...) i aquestes accions també queden definides per un node temps inicial i un node temps final.

- En relació a la **classificació dels objectius educatius** (molts autors utilitzen el terme taxonomies) s’ha arribat a la conclusió que la majoria dels objectius educatius poden classificar-se segons algun dels tipus de memòria involucrada. En tant que, tal com proposen diversos autors citats en aquesta tesi, la majoria de tipus de memòria es poden interpretar com a memòria declarativa o memòria procedimental (inclús sembla possible explicar la memòria procedimental com a seqüències de records de la memòria declarativa), hem arribat a la conclusió que, per a una bona classificació dels objectius educatius, caldria relacionar-los amb el algun d’aquests dos tipus de memòria. Un altre possible enfocament proposat seria des del punt de vista de les dinàmiques que emergeixen del funcionament del sistema nerviós. Per exemple, quan s’assoleixen nous

conceptes, o metodologies per a la solució de determinats problemes, l'adquisició de destreses, recordar categories, la presa de decisions, la motivació... Per aquesta raó s'ha decidit incloure a la tesi una taula de dades amb el llistat de principals dinàmiques del sistema nerviós localitzades a les diverses fonts d'informació analitzades. Es conclou, també, que les dinàmiques poden ser considerades una competència perquè en molts casos, malgrat que es tracta de procediments que pot efectuar el sistema nerviós, es poden ensenyar i potenciar.

- Quan es dissenya una activitat educativa cal tenir present la **gran quantitat d'informació i objectius educatius que inclouen**. Realment, ens hem de plantejar si els objectius educatius seleccionats són realistes (això és pot extrapolar a l'educació formal). Ens hem de preguntar quantes idees (memòria declarativa, procedimental, emocions...) del que intentem ensenyar romandran a la memòria de l'individu. També ens hem de preguntar quina és la tipologia d'idees (coneixement declaratiu, procedimental, emocions...) que volem transmetre a l'individu. Allò que, després de memoritzat, s'utilitzi amb més freqüència, per a la vida diària o torni a aparèixer d'alguna manera (reinforcement) també tindrà més probabilitat de romandre a la memòria (al sistema nerviós de l'individu).

- Una **representació visual** pot ser molt informativa. Com hem comentat, hi ha una correspondència entre els conceptes del model i la seva representació visual. La representació visual incorpora els conceptes que permeten respondre moltes de les preguntes que ens podem fer en una avaluació d'una proposta educativa.

- Durant les **proves de funcionament**, s'ha constatat que executar avaluacions d'una manera sistemàtica és costós en temps i, per tant, en diners. Aquesta constatació no ha impedit però definir com haurien de ser aquestes avaluacions. L'objectiu era plantejar una sistemàtica i unes eines per a poder executar aquesta sistemàtica. S'ha prestat atenció al temps que podem invertir en les avaluacions i per això **s'han plantejat tres sistemes d'avaluació**. Els sistema A (entrada ràpida de dades) és més ràpid que el sistema B (fulla d'avaluació individual) i alhora, aquests poden ser més ràpids d'executar que el sistema C (la proposta més estandarditzada d'aquesta tesi, mitjançant procediments). El sistema C és el més complet i alhora el més complex d'executar. Quan més ben estructurada es presenti la informació i més amigable sigui la manera d'avaluar els diferents paràmetres avaluable, més probabilitat hi ha que una institució dediqui els recursos econòmics i l'esforç a executar aquestes avaluacions. Aconseguir que el programa funcioni encara de manera més amigable a l'usuari seria una tasca pendent. Amb les proves de funcionament s'ha pogut concloure que el model conceptual i la seva implementació eren correctes. L'objectiu no era implementar un prototipus que tingués un funcionament òptim per a l'usuari.

Així, omplir les dades al prototipus, en alguns casos, pot resultar molt feixuc. Per això s'han presentat diferents enfocaments per a reduir la dificultat d'entrada de dades. Alguns tipus d'avaluacions no han pogut ser implementats per falta de temps (però s'ha descrit quina seria la seva implementació i s'ha comprovat que seria possible fer-ho) i, en el cas de la representació visual, la coordinació entre les dades i la seva representació no s'ha pogut fer per falta de temps i coneixements en programació (aquesta seria una tasca que caldria que executés un equip de programadors). Però, cal tenir present que obtenir un programa informàtic completament funcional i que incorporés totes les

característiques no era pas l'objectiu d'aquesta tesi. En aquesta tesi l'objectiu era demostrar que és possible el desenvolupament d'aquest programa mitjançant la localització dels conceptes, les seves relacions i la representació visual d'aquests i que, d'estandarditzar això, en resultaria una sistemàtica ben definida per el disseny i anàlisi de resultats educatius.

- Dels estudis de cas i proves sobre el terreny s'ha arribat a la conclusió que els principals conceptes i les seves relacions estan ben localitzats. **El prototipus presentat podria servir de base per a desenvolupar una eina més robusta** per a gestionar el disseny i l'avaluació de activitats educatives a les institucions museístiques i també activitats educatives pròpies de l'educació formal. El model conceptual presentat en aquesta tesi, juntament amb les imatges (figures) del prototipus i de la representació visual, documenten exhaustivament el prototipus. Per tant, la tesi té utilitat per aquells que, en un futur, vulguin desenvolupar un programa informàtic complet.

- Una exposició educativa en un museu i molts dels objectes educatius que l'integren estan dissenyats per a satisfer, de manera simultània, les necessitats de diferents perfils de públic. Això afegeix una dificultat important als dissenyadors de continguts. Aquesta diferència entre els diferents perfils no és tant acusada en educació formal. En educació formal els individus s'agrupen segons un perfil força similar. Podria ser interessant que les exposicions i objectes educatius d'una exposició tinguin una edat recomanada o inclús, dintre de la mateixa exposició, un visitant hauria de poder identificar amb facilitat els continguts destinats al seu perfil. El model conceptual permet gestionar diferents perfils i definir un objecte educatiu segons el perfil que l'executa.

- Una **exposició museística, com a entorn d'aprenentatge, té una elevada complexitat**. Altres entorns educatius, més propis de l'educació formal, es podrien considerar, en molts aspectes, simplificacions de l'aprenentatge que ocorre en una exposició educativa. Algunes de les característiques que trobem en un objecte educatiu d'un museu no estan presents a l'educació formal: el moviment del visitant per l'espai és quelcom que rarament trobem a l'aula de l'escola; per a la percepció de molts dels objectes educatius d'un museu s'utilitzen tots els sentits; hi ha també una gran varietat de tipus de recursos i d'objectes educatius. Totes aquestes circumstàncies converteixen l'entorn museístic en un entorn ideal per a l'anàlisi de la cognició i per el disseny d'instrucció. Així, determinades activitats que ofereixen les institucions museístiques són òptimes per a estudiar l'aprenentatge.

9 Bibliografía

- Agostinho, S. (2011). The use of a visual learning design representation to support the design process of teaching in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6), 961-978. <https://doi.org/10.14742/ajet.923>
- Allen, S., Campbell, P.B., Dierking, L.D., Flagg, B.M., Friedman, A. J., Garibay, C., Korn, R., Silverstein, G. i Ucko, D.A. (2008). A Friedman, A. (Ed.) *Framework for Evaluating Impacts of Informal Science Education Projects*. Consultat 2022/02/21 <http://insci.org/resources/Eval_Framework.pdf>.
- Anderson, D. (1999). *A common Wealth. Museums in the Learning Age*. London: Department for Culture, Media and Sport.
- Anderson, J.R. (2007). *How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe?. A oxford series on cognitive models and architectures*. Ritter F.E. (Ed). Oxford University Press. New York.
- Anderson, J.R., Bothell, D., Byrne, M.D, Douglass, S., Lebiere, C. i Qin, Y. (2004). An Integrated Theory of the Mind. *Psychological Review*. American Psychological Association. Vol. 111, (4), 1036–1060.
- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R., et al (Eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Allyn & Bacon. Boston, MA (Pearson Education Group)
- Anido-Rifón, L.E., Fernández-Iglesias, J.M., Caeiro-Rodríguez, M., Santos-Gago, J.M., Llamas-Nistal, M., Álvarez, L., y Míguez, R. (2014). Standardization in computer-based education. *Computer Standards & Interfaces*, 36, 604-625. <https://doi.org/10.1016/j.csi.2013.09.004>
- Asensio, M.; Pol, E. (2002). *Nuevos escenarios en educación. Aprendizaje informal sobre el patrimonio, los museos y la calidad*. Buenos Aires. Aique.
- Baars, B.J., Gage, N.M, (2010). *Cognition, Brain, and consciousness: Introduction to Cognitive Neuroscience*. Elsevier . San Diego, California.
- Baddeley A. (1999). *Memoria Humana. Teoría y práctica*. Madrid. Mc Grawhill/Interamericana de España, S.A.U.
- Baddeley, A., Eysenck, M.W., Anderson M.C. (2010). *Memoria*. Alianza Editorial.
- Bafail, A., Tepper, J., Liggett, A., y Banakhr, F. (2017). EDIT: An educational design intelligence tool for supporting design decisions. *International Journal for Infonomics*, 10 (2), 1307-1315. <https://doi.org/10.20533/iji.1742.4712.2017.0160>
- Báscones, P., Carreras, C. (2008). Managing memory institutions portals: from HTML to CMS and towards applications in XML for multi-platforms. *International Journal of Digital Culture and Electronic Tourism*. 1(1). <https://doi.org/10.1504/IJDCET.2008.020133>

- Bechtel, R., Marans, R., & Michelson, W. (Eds.) (1987). *Methods in Environmental and Behavioral Research*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.
- Beetham, H. i Sharpe, R. (2007). *Rethinking Pedagogy for a Digital Age Designing and delivering e-learning*. Taylor & Francis e-Library.
- Best, J. (2002) . *Psicología cognoscitiva*. México. Thomson.
- Binder, J.R., Desai, R.H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(11), 527-536. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.10.001>
- Bitgood, S. (1994). Designing Effective Exhibits: Criteria for Success, Exhibit Design Approaches, and Research Strategies. *Visitor Behavior*, 9(4), 4-15.
- Bitgood, S. (2002). Environmental psychology in museums, zoos, and other exhibition centers. En R. Bechtel y A. Churchman (Eds.), *Handbook of Environmental Psychology* (pp. 461-480). New York: John Wiley & Sons.
- Bloom, B.S. and Krathwohl, D. R. (1956) Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, by a committee of college and university examiners. *Handbook I: Cognitive Domain*. NY, Longmans, Green
- Bosch-Bonacasa, J. (2012). *Avaluació de les TIC a les institucions museístiques: Model estàndard d'avaluació sobre l'ús de les TIC amb objectius educatius*. <<http://hdl.handle.net/10609/15821>>
- Bosch-Bonacasa, J. (2013). *Model estàndard pel disseny i avaluació de resultats de les propostes educatives a les institucions museístiques*. <http://hdl.handle.net/10609/25381>
- Bosch-Bonacasa, J. (2018). Herramientas software para el diseño de contenidos de propuestas educativas en museos. A *5è Congrés Internacional Educació i accessibilitat a museus i patrimoni*. Barcelona, España: Institut de Cultura de Barcelona, Institut Municipal de Persones amb Discapacitat i Museu Marítim de Barcelona
- Bosch-Bonacasa, J. (2020). Software de diseño de instrucción. Evaluación de su utilidad para diseñar exposiciones educativas en museos. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 6(2), 167-185. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2020.v6i2.7472>
- Botturi L. (2003). *E2ML. Educational Environment Modeling Language* .Ph.D. a Communication Sciences. Faculty of Communication Sciences University of Lugano.
- Botturi L., Derntl M., Boot, E. and Figl K. (2006). A Classification Framework for Educational Modeling Languages in Instructional Design. *The 6th IEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT-06)*, (pp.1216-1220) Kerkrade, The Netherlands.

- Botturi, L i S. Todd Stubbs (Eds.) (2008). *Handbook of Visual Languages for Instructional Design: Theories and Practices*, Wellington, NY. Information Science Reference. Diagrams of learning flow patterns' solutions as visual representations of refinable IMS Learning Design templates (pages 394-412).
- Botturi, L. (2006). E2ML: A Visual Language for the Design of Instruction. *ETR&D, Association for Educational Communications and Technology*, 54(3):265-293.
- Botturi, L. (2008). E2ML: A Tool for Sketching Instructional Designs. A L. Botturi y T. Stubbs (eds), *Handbook of visual languages for instructional design : theories and practices*, Wellington, Information Science Reference, 112-132.
- Brasher, A. i Cross, S. (2015). Reflections on developing a tool for creating visual representations of learning designs: towards a visual language for learning designs. A Maina, M., Craft, B. i Mor, Y (eds.). *The Art and Science of Learning Design. Technology Enhanced Learning* (9). Rotterdam: Sense Publishers, pp. 169–180.
- Brasher, A., Conole, G., Cross, S., Weller, M., Clark, P. y White, J. (2008). CompendiumLD – a tool for effective, efficient and creative learning design. *A Proceedings of the 2008 European LAMS Conference: Practical Benefits of Learning Design*, 25-27. Data consulta 2022/03/19 http://lams2008.lamsfoundation.org/refereed_papers.htm
- Britain, S. (2004). *A Review of learning design: Concept, specifications and tools*. Bolton Institute of Higher Education. Data consulta 2022/03/19 <https://pdfs.semanticscholar.org/5bd4/2ea654e136db86851f877ac4855631f726f8.pdf>
- Bunge, M. (2011). *El problema mente-cerebro. Un enfoque psicológico*. Madrid: Tecnos.
- Calaf, R. (2009). *Didáctica del patrimonio. Epistemología, metodología y estudio de casos*. Gijón: Ediciones Trea.
- Carliner, S. (2001). Modeling Information for Three-dimensional Space: Lessons Learned from Museum Exhibit Design. *Technical Communication*. 48, 66-81.
- Carlson, N.R. (2005). *Fisiología de la conducta*. Pearson Addison-Wesley.
- Celik, D., y Magoulas, G.D. (2016). A review, timeline, and categorization of learning design tools. En D. Chiu, I. Marenzi, U. Nanni, M. Spaniol y M. Temperini (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 10013. Advances in Web-Based Learning –ICWL 2016* (pp. 3-13). Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-47440-3_1
- Charitonos, K. (2010). Promoting Positive Attitudes in Children Towards Museums and Art: A Case Study of the Use of Tate Kids in Primary Arts Education . A J. Trant

and D. Bearman (eds.) *Museums and the Web 2010: the International Conference for Culture and Heritage Online*, (pp 13-17).

- Chein, M. i Mugnier M-L.(2009). Graph-based Knowledge Representation. *Computational Foundations of Conceptual Graphs*. Springer.
- Chrobak, R., García, P. i Prieto, A.B. (2015). Creatividad, mapas conceptuales y TIC en educación. *Edmetec, Revista de Educación Mediática y TIC*. 4(1), 78-94. <https://doi.org/10.21071/edmetec.v4i1.2900>
- Chunghung, L. (2009). Mapping the Design Criterion Framework for Museum Exhibition Design Project. A *Undisciplined! Design Research Society Conference 2008*.
- Clayton, W. (2006). Overview and Evolution of the ADDIE Training System, *Advances in Developing Human Resources*, 8 (4): 430-441.
- Conole, G. (2010). An overview of design representations. A Dirckinck-Holmfel, .L, Hodgson, V., Jones, C. de Laat, M., McConnell, D. I Ryberg, T. (Eds). *Proceedings of the 7th International Conference on Networked Learning*.
- Coward, L.A. (2004). The Recommendation Architecture Model for Human Cognition. *Brain inspired cognitive systems (BICS 2004)*. Consultat el 2022/02/18. <http://users.cecs.anu.edu.au/~Andrew.Coward/RAmodelHumCog.pdf>
- Crack, A. i Cohn, S. (2015). Data collection methods for evaluating museum programs and exhibitions. *Journal of Museum Education*, 40(1), 27-36.
- Crane T. (2008) *La mente mecánica. Introducción filosófica a mentes, màquinas y representación mental*. México. Fondo de cultura económica.
- Dalziel, J.(2013). *Larnaca Declaration on Learning Design* , Cyprus. LarnacaDeclaration.org. Consultat 2022/02/21 <<https://larnacadeclaration.wordpress.com/>>
- Dalziel, J. (2006). Lessons from LAMS for IMS learning design. A Kinshuk, R. Koper, P. Kommers, P. Kirschner, D. Sampson y W.Didderen (Eds.), *ICALT 2006. Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 1101-1102). Los Alamitos: IEEE Computer Society. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2006.220>
- Dalziel, J., Conole, G., Wills, S., Walker, S., Bennett, S., Dobozy, E. y Bower, M. (2016). The Larnaca declaration on learning design. *Journal of Interactive Media in Education*, 1(7), 1-24. <https://doi.org/10.5334/jime.407>
- Damasio, A. (2008). *El error de Descartes*. Barcelona. Drakontos.
- Davis , R., Shrobe, H. i Szolovits, P (1993). What Is a Knowledge Representation?. *AI Magazine*, 14(1), 17. <https://doi.org/10.1609/aimag.v14i1.1029>

- Derntl, M. (2015). OpenGLM : integrating open educational resources in IMS learning design authoring. En N. Richard, M. Sharples (Eds. de la serie) *Technology enhanced learning*: Vol. 7. The art & science of learning design (pp. 157-168). Rotterdam, Países Bajos: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-103-8_4
- Derntl, M. i R. Motschnig-Pitrik (2008). COUML: A Visual Language for Modeling Cooperative Environments. A Botturi, L. I Stubbs, T. (eds), *Handbook of visual languages for instructional design : theories and practices*, Wellington, Information Science Reference, 154-182.
- Diamond, J. (1999). *Practical Evaluation Guide: Tools for Museums and their Informal Educational Settings*. American Association for State and Local History Book Series.
- Duch, W., Oentaryo, R.J. i Pasquier, M. (2008). Cognitive Architectures: Where do we go from here?. *Frontiers in Artificial Intelligence and applications*. (171). 122-136.
- Eichenbaum, H. (2008). *Memory*. Scholarpedia, 3(3) 1747. Consultat el 2022/03/19. <http://www.scholarpedia.org/article/Memory>
- Emin, V., Pernin, J.-P., i Aguirre, J.L. (2010). ScenEdit: an intention-oriented authoring environment to design learning scenarios. A M. Wolpers, P.A. Kirschner, M. Scheffel, S. Lindstaedt y V. Dimitrova (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science*: Vol. 6383. Sustaining TEL: From Innovation to Learning and Practice. EC-TEL 2010 (pp. 626-631). Berlin, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16020-2_65
- Falk, J. i Dierking D. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and Making of Meaning*. Tennessee. Altamira.
- Figl, K., Derntl, M., Caeiro, M., i Botturi, L. (2010). Cognitive effectiveness of visual instructional design languages. *Journal of Visual Languages and Computing*, 21(6), 359-373. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2010.08.009>
- Fontal, O., García, S., Arias, B., i Arias, V. (2019). Evaluación de la calidad de programas de educación patrimonial: construcción y calibración de la escala Q-Edutage. *Revista de Psicodidactica* 24 (1), 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2018.07.003>
- Frechtling, J. (2002). *The 2002 User Friendly Handbook for Project Evaluation*. The National Science Foundation. Directorate for Education & Human Resources. Division of Research, Evaluation, and Communication. Consultat 2022/02/21 <<http://www.nsf.gov/pubs/2002/nsf02057/nsf02057.pdf>>
- García Suarez, A. (2011). *Modos de significar*. Madrid. Tecnos (grupo Anaya S.A.)
- Goertzel, B.(1994). Chaotic Logic: Language, Thought, and Reality from the Perspective of Complex Systems Science. *IFSR International Series in Systems Science and Systems Engineering*, 9.

- Goertzel, B., Aam, O., Smith, F.T. i Palmer, K. (2007). *Mirror Neurons, Mirrorhouses, and the Algebraic Structure of the Self*. Novamente LLC. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.126.5717>
- Goertzel, B., Pennachin, C i Geisweiller, N. (2012). *The OpenCog Team. Building Better Minds: Artificial General Intelligence via the CogPrime Architecture*.
- Gómez, D.(2010). *A New Foundation for Representation in Cognitive and Brain Science: Category Theory and the Hippocampus*.
- Gómez-Redondo, C., Calaf, R. i Merillas, O. (2017). Diseño de un instrumento de anàlisis para recursos didàcticos patrimoniales. *Cadmo* 25(1), 63-80. <https://doi.org/10.3280/CAD2017-001008>
- Graubard, S.R. (1993). *El Nuevo debate sobre la inteligencia artificial: sistemas simbólicos y redes neuronales*. Barcelona: Gedisa, 1993.
- Gray, C. i Boling, E. (2015). Designerly Tools, Sketching, and Instructional Designers and the Guarantors of Design. A *The design of learning experience*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16504-2_8.
- Greeno, J.G., Collins, A.M. i Resnick L.B (1996). Cognition and learning, A Berliner D.C. i Calfee R.C. (eds.), *Handbook of Educational Psychology*, New York, Simon & Schuster Macmillan, 15-46.
- Griffiths, D., Beauvoir, P., Liber, O., i Barrett-Baxendale, M. (2009). From reload to recourse: learning from IMS learning design implementations. *Distance Education*, 30, 201-222. <https://doi.org/10.1080/01587910903023199>
- Griggs, S. (1983). Orienting Visitors Within a Thematic Display. *International Journal of Museum Management and Curatorship*, 2, 119-134.
- Gros, B., Escofet A. i Marimón-Martí, M. (2016). Los patrones de diseño como herramientas para guiar la pràctica del profesorado, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3):11-25.
- Gurri, J. i Carreras, C. (2003). Realidad virtual en nuestros museos: experiencias de la colaboración entre Dortoka y el grupo Òliba. IN3 : UOC. *Working Paper Series*. Data consulta 2022/02/21 <<http://www.uoc.edu/in3/dt/20287/index.html>>
- Hafizah, N. i Ritzhaupt A.D. (2018). Software Engineering Design Principles Applied to Instructional Design: What can we Learn from our Sister Discipline?, *TechTrends*, 62:77-94.
- Harold, M. (1982). *Lydia's Tutorial Qualitative Research Method*. The Free Press 1982. pp 624-631. data de consulta: 15/04/2007 <<http://www.socialresearchmethods.net/tutorial/Mensah/default.htm>>

- Hawkey, R. (2004). Learning with digital technologies in museums, science centres and galleries. *Report 9: Futurelab series*. London.
- Hebb, D.O. (1949). *Organization of behavior*. New York: Wiley.
- Hernández Hernández, F. (1998). *El Museo como espacio de comunicación*. Gijón, Trea.
- Hernández-Leo, D., Asensio-Pérez, J.I., Derntl, M., Pozzi, F., Chacón, J., Prieto, L.P., i Persico, D. (2018). An integrated environment for learning design. *Frontiers in ICT*, 5(9),1-19. <https://doi.org/10.3389/fict.2018.00009>
- Hernández-Leo, D., Jorrín-Abellán, I.M., Villasclaras-Fernández, E.D., Asensio-Pérez, J.I., i Dimitriadis, Y. (2010). A multicase study for the evaluation of a pattern-based visual design process for collaborative learning. *Journal of Visual Languages and Computing*, 21, 313-331. <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2010.08.006>
- Hernández-Leo, D., Martínez-Maldonado, R., Pardo, A., Muñoz-Cristóbal, J.A., i Rodríguez-Triana, M.J. (2019). Analytics for learning design: A layered framework and tools. *British Journal of Educational Technology*, 50 (1), 139-152. <https://doi.org/10.1111/bjet.12645>
- Hernández-Leo, D., Romeo, L., Carralero, M.A., Chacón, J., Carrió, M., Moreno, P., i Blat, J. (2011). LdShake: learning design solutions sharing and co-edition. *Computers and education*, 57(4), 2249-2260. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.016>
- Hooper-Greenhill, E. (1999). Education, communication and interpretation: towards a critical pedagogy in museums. En E. Hooper-Greenhill (Ed.), *The educational role of the Museum*. (pp. 3-27). London and New York: Routledge.
- Hornecker, E. i Buur, J. (2006). Getting a grip on tangible interaction: A framework on physical space and social interaction. A R. Grinter, T. Rodden, P. Aoki, E. Cutrell, R. Jeffries y G. Olson (Eds.), *CHI 2006 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 437-446). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1124772.1124838>
- Hutter, M. (2012). *One Decade of Universal Artificial Intelligence*. Data consulta 2022/03/19. <https://www.semanticscholar.org/paper/One-Decade-of-Universal-Artificial-Intelligence-Hutter/27bd55a21fb6b9cf0d2ea7f17ea4ea82654363c5>
- IMS Global Learning Consortium (2003). IMS Learning Design Best Practice and Implementation. *GuideVersion 1.0 Final Specification*. <<http://www.imsglobal.org/specificationdownload.cfm>>
- Jakus, G., Milutinović, V., Omerović, S. i Tomažič, S. (2013). Concepts. A *Concepts, Ontologies, and Knowledge Representation*. (pp. 5-27). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7822-5_2

- Jonassen, D.H., Tessmer, M. i Hannum, W.H. (1999). *Task Analysis Methods for Instructional Design*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Katagall, R., Dadde, R., Goudar, R.H. i Rao, S. (2015). Concept mapping in education and semantic knowledge representation: An Illustrative Survey. *Procedia Computer Science* 48, (International Conference on Intelligent Computing, Communication & Convergence, ICC-2014), 638-643. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.04.146>
- Katsamani, M., i Retalis, S. (2013). Orchestrating learning activities using the CADMOS learning design tool. *Research in Learning Technology*, 21. <https://doi.org/10.3402/rlt.v21i0.18051>
- Kennedy, W.G. (2012). Modelling Human Behaviour in Agent-Based Models. A Heppenstall, A.J., Crooks, A.T., See, L.M., Batty (Ed), *Agent-Based Models of Geographical Systems* (pp 167-179). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-8927-4>
- Koper, R. (2001). Modelling units of study from a pedagogical perspective: the pedagogical metamodel behind EML. *Educational Technology Expertise Center*. Open University of the Netherlands. Darrera consulta 2022/03/19 <https://www.researchgate.net/publication/228328525_Modelling_units_of_study_from_a_pedagogical_perspective_The_pedagogical_metamodel_behind_EML>
- Koper, R., i Manderveld, J. (2004). Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning. *British Journal of Educational Technology* 35(5), 537-551. <https://doi.org/10.1111/j.0007-1013.2004.00412.x>
- Koutsabasis, P. i Vosinakis, S. (2018). Kinesthetic interactions in museums: conveying cultural heritage by making use of ancient tools and (re) constructing artworks. *Virtual Reality*, 22, 103-118. <https://doi.org/10.1007/s10055-017-0325-0>
- Lachheb, A., i Boling, E. (2018). Design tools in practice: instructional designers report which tools they use and why. *Journal of Computing in Higher Education* 30(1), 34-54. <https://doi.org/10.1007/s12528-017-9165-x>
- Laforcade, P. (2005). Towards a UML-based Educational Modeling Language. A *Proceedings - 5th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2005* (pp. 855-859). <https://doi.org/10.1109/ICALT.2005.288>
- Laurillard, D., Charlton, P., Craft, B., Dimakopoulos, D., Ljubojevic, D., Magoulas, G., i Whittlestone, K. (2013). A constructionist learning environment for teachers to model learning designs. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29, 15-30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00458.x>
- Laurillard, D., Kennedy, E., Charlton, P., Wild, J., i Dimakopoulos, D. (2018). Using technology to develop teachers as designers of TEL: Evaluating the learning designer. *British Journal of Educational Technology*, 49(6), 1044-1058.

<https://doi.org/10.1111/bjet.12697>

- Lee, M., Szymanski, J. i Włodzisław, D.(2012). Information retrieval with semantic memory model. *Cognitive Systems Research* 14, 84–100. <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2011.02.002>
- Lee, Y. (2004). Software review: Review of the Tools for the Cognitive Task Analysis. *Educational Technology & Society*, 7 (1), 130-139.
- Loomis, R. (1988). The Countenance of Visitor Studies in the 1980's. A S. Bitgood, J. Roper, & A. Benefield (Eds.), *Visitor Studies - 1988: Theory, Research. and Practice*. Jacksonville.
- López i Borja, F. (2005). Diseño de la Inteligencia Artificial del Nuevo Museo Vivo. *Museo: Revista de la Asociación Profesional de Museólogos de España* (10).
- Luckerhoff, J. i Falk, J. (2016). Museum education in a changing public landscape. *Loisir et Société / Society and Leisure* 39(3), 323-330. <https://doi.org/10.1080/07053436.2016.1244147>
- Luger, G.F. (2009). *Artificial intelligence: structures and strategies for complex problem solving*, Boston:Person education: Addison Wesley.
- Macal, C.M. i North, M.J.(2010). Tutorial on agent-based modelling and simulation *.Journal of Simulation*. 4, 151–162. <https://doi.org/10.1057/jos.2010.3>
- Malinverni, L., Schaper, M.-M., i Pares, N. (2016). An evaluation-driven design approach to develop learning environments based on full-body interaction. *Educational Technology Research and Development*, 64, 1337-1360. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9468-z>
- Mancini, F. (2008). Usability of Virtual Museums and the Diffusion of Cultural Heritage. UOC. *Working Paper Series; WP08-004*. Consultat 2022/02/21 <http://www.uoc.edu/in3/dt/eng/wp08004_mancini.pdf>
- Martin, A. i Chao, LL. (2001). Semantic memory and the brain: structure and processes. *Current Opinion in Neurobiology*. 11(2), 194-201. [http://doi.org/10.1016/s0959-4388\(00\)00196-3](http://doi.org/10.1016/s0959-4388(00)00196-3)
- Mc Clelland, J.L; Rumelhart, D. i Hinton, G. (1986). *The appeal of parallel distributed processing*. A Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition, Vol.I(pp.3-44).
- McNamara, P. (1988). Visitor-Tested Exhibits. A S. Bitgood, J. Roper, & A. Benefield (Eds.), *Visitor Studies - 1988: Theory*. Research. and Practice. Jacksonville.
- McQuail D. (2010). *Introducción a la teoría de la comunicación de masas*. Barcelona. Paidós.

- Merriënboer, J.J.G., McKenney, S., Cullinan, D. i Heuer, J. (2017). Aligning pedagogy with physical learning spaces. *European Journal of Education* 52, 253-267. <https://doi.org/10.1111/ejed.12225>
- Merrill, M. D. (2001). Components of instruction toward a theoretical tool for instructional design. *Instructional Science*, 29(4-5), 291-310. <https://doi.org/10.1023/A:1011943808888>
- Molina, A. I., Redondo M. A. i Ortega, M.(2012) . Assessing CIAN as modeling language of collaborative learning activities. *International Symposium on Computers in Education (SIIE)* pp. 1-6.
- Molina, A., Redondo, M.A., Ortega, M i Lacave, C. (2014). Evaluating a graphical notation for modeling collaborative learning activities:A family of experiments. *Science of Computer Programming* 88, 54–81.
- Mor, Y. i Craft, B. (2012). Learning design: reflections upon the current landscape. *Research in Learning Technology, Supplement: ALT-C 2012 Conference Proceedings*, (20) pp 85-942 <https://doi.org/10.3402/rlt.v20i0.19196>
- Mor, Y. i Mogilevsky, O. (2013). Learning Design Studio: Educational practice as design inquiry of learning. En D. Hernández-Leo, T. Ley, R. Klamma y A. Harrer (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: Vol. 8095. Scaling up Learning for Sustained Impact*. Proceedings of the ECTEL 2013 (pp. 233-245). Berlin, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40814-4_19
- Mujtaba, T., Lawrence, M., Oliver, M., i Reiss, M-J (2018). Learning and engagement through natural history museums. *Studies in Science Education*, 54(1), 41-67. <https://doi.org/10.1080/03057267.2018.1442820>
- Munilla, G, i Sprünker,J (2009). *Educació, museus i TIC* . Barcelona. UOC.
- Muñoz-Cristóbal, J.A., Hernández-Leo, D., Carvalho, L., Martínez-Maldonado, R., Thompson, K., Wardak, D., i Goodyear, P. (2018). 4FAD: A framework for mapping the evolution of artefacts in the learning design process. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(2), 16-34. <https://doi.org/10.14742/ajet.3706>
- Navarro-Baldiris, S.M. (2012). *Supporting competence development process on open learning systems trough personalization*. Tesis. UdG. Girona. <<http://hdl.handle.net/10803/98478>>.
- Newell, A. (1990). *Unified Theories of Cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nisi, V., Dionisio, M., Barreto, M., i Nunes, N. (2018). A mixed reality neighborhood tour: Understanding visitor experience and perceptions. *Entertainment Computing*, 27, 89-100. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2018.04.002>

- Novak, J. i Cañas, A. (2008). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008*. Institute for Human and Machine Cognition.
- O'Reilly, R.C., Hazy, T.E. i Herd, S.A. (2012). *The Leabra Cognitive Architecture: How to Play 20 Principles with Nature and Win!*. Department of Psychology and Neuroscience. University of Colorado Boulder.
- Palmer, A.(ed) (2001a). *Fifty major thinkers on education: from Confucius to Dewey*. London and New York, Routledge.
- Palmer, A.(ed) (2001b). *Fifty modern thinkers on education: from Piaget to the present day*. London and New York, Routledge.
- Paquette, G., i Léonard, M. (2008). A visual ontology-driven LD editor and player: Application to the planet game case study. *Journal of Interactive Media in Education*, 2. <https://doi.org/10.5334/2008-25>
- Pérez-Santos, E. (2000). *Estudio de visitantes en museos: Metodología y aplicaciones*. Gijón, Trea.
- Pérez-Santos, E. (2008) El estado de la cuestión de los estudios de público en España. *Revista Mus-A* (10), 20-30.
- Persico, D., y Pozzi, F. (2015). Informing learning design with learning analytics to improve teacher inquiry. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 230-248. <https://doi.org/10.1111/bjet.12207>
- Pozo J. (1996). *Aprendices i maestros. La psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid. Alianza Editorial.
- Pozzi, F., Asensio-Perez, J.I., Ceregini, A., Dagnino, F.M., Dimitriadis, Y, i Earp, J. (2020). Supporting and representing Learning Design with digital tools: in between guidance and flexibility. *Technology, Pedagogy and Education*, 29:1, 109-128. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1714708>
- Pozzi, F., Persico, D., i Earp, J. (2015). A multi-dimensional space for learning design representations and tools. A N. Richard, M. Sharples (Eds. de la serie) *Technology enhanced learning: Vol. 7. The art & science of learning design* (pp. 49-62). Rotterdam, Países Bajos: Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-103-8_4
- Prieto L., Dimitriadis, B. Craft, M. Derntl, V. Émin, M. Katsamani, D. Laurillard, E. Masterman, S. Retalis i E. Villasclaras (2013). Learning design Rashomon II: exploring one lesson through multiple tools. *Research in Learning Technology*, 21. <https://doi.org/10.3402/rlt.v21i0.20057>
- Prieto, L.P., Asensio-Pérez, J.I., Dimitriadis, Y., Gómez-Sánchez, E., i Muñoz-Cristóbal, J.A. (2011). GLUE!-PS: A multi-language architecture and data model to deploy TEL designs to multiple learning environments. A C.D. Kloos, D.

Gillet, R.M. Crespo-García, F. Wild y M. Wolpers (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science: vol. 6964.Towards Ubiquitous Learning. EC-TEL 2011* (pp. 285-298). Berlin, Germany: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23985-4_23

Rajangam, E., i Annamalai, C (2016). Graph Models for Knowledge Representation and Reasoning for Contemporary and Emerging Needs – A Survey. *International Journal of Information Technology and Computer Science(IJITCS)*. 8(2), 14-22. <https://doi.org/10.5815/ijitcs.2016.02.02>

Rosenblatt, F. (1962). *Principles of neurodynamics*. New York: Spartan.

Screven, C. (1976). Exhibit Evaluation: A Goal referenced Approach. *Curator*, 19(4), 271-290.

Screven, C. (1986). Exhibitions and Information Centers: Some Principles and Approaches. *Curator*, 29(2), 109-137.

Screven, C. (1988). Formative Evaluation: Conceptions and Misconceptions. In S. Bitgood, J. Roper, & A. Benefield (Eds.), *Visitor Studies - 1988: Theory, Research. & Practice*. Jacksonville.

Shettel, H., Butcher, M., Cotton, T., Northrop, J. i Slough, D. (1968). *Strategies for Determining Exhibit Effectiveness*. Report No. AIR E95-4/68-FR) Washington, DC: American Institutes for Research.

Sobreira, P., i Tchounikine, P. (2015). Table-based representations can be used to offer easy-to-use, flexible, and adaptable learning scenario editors. *Computers & Education*, 80, 15-27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.002>

Sowa, J.F. (2009). Conceptual Graphs for Representing Conceptual Structures. A Andrews, S., Polovina, S., Hill, R. i Akhgar , R. (Eds.). *Proc. 19th International Conference on Conceptual Structures*. Springer <https://doi.org/10.1201/9781420060638.pt3>

Sowa, J.F. (2011). Cognitive Architectures for Conceptual Structures. A Andrews, S., Polovina, s., Hill, R. i Akhgar, B. (Eds.), *Proc. 19th International Conference on Conceptual Structures* (pp. 35-39). Springer.

Téllez J.A. (2004). *La comprensión de los textos escritos y la psicología cognitiva. Más allá del procesamiento de la información*. Dickinson.

Thompson-Schill, S.L. (2003). Neuroimaging studies of semantic memory: inferring “how” from “where”. *Neuropsychologia* 41(3) 280-292. [https://doi.org/10.1016/s0028-3932\(02\)00161-6](https://doi.org/10.1016/s0028-3932(02)00161-6)

Thórisson, K.R. i Helgasson, H.P. (2012). Cognitive Architectures and Autonomy: A Comparative Review. *Journal of Artificial General Intelligence* 3(2) 1-30.

- Torres, J., Resendiz, J., Aedo, i Dodero, J.M. (2014). A model-driven development approach for learning design using the LPCEL Editor. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 26, 17-27. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2013.10.004>
- Vernon, D., Beetz, M. i Sandini, G.(2015). Prospection in cognition: the case for joint episodic-procedural memory in cognitive robotics. *Frontiers in Robotics and AI*. 2(19), 1-14. <http://dx.doi.org/10.3389/frobt.2015.00019>
- Vivas, J. (2010). *Modelos de Memoria Semàntica. En Evaluación de redes semánticas. Instrumentos y Aplicaciones*. Eudem.
- Wasson, B. i Kirschner, P.A. (2020). Learning Design: European Approaches. *Association for Educational Communications and Technology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00498-0>
- Welie, M., Veer, G., i Eliëns, A. (1998). Euterpe -Tool support for analyzing cooperative environments. A *Ninth European Conference on Cognitive Ergonomics*, (pp. 25-30).
- Wiggins, G. i McTighe J. (2005). *Understanding by Design*. USA, Association for Supervision and Curriculum Development.
- Wolf, R. (1980). A Naturalistic View of Evaluation. *Museum News*, 58(1), 39-45.
- Zapatero D. (2007). *Aplicaciones didácticas de la realidad virtual al museo pedagógico de arte infantil*. Tesis Doctoral. Madrid

