

CAPÍTOL I

Formació del professorat, cultura digital i educació matemàtica

1.1 El professorat i la seva formació davant la cultura digital.....	17
1.2 Les TIC en l'educació matemàtica.....	21
1.3 Les TIC en el currículum de matemàtiques de secundària (a Catalunya).....	51
1.4 Síntesi del capítol.....	58

En aquest capítol abordem els aspectes que fan referència a les bases teòriques de la nostra investigació, centrades en la incidència que està tenint en l'educació l'evolució de la Societat de la Informació i del Coneixement, propiciada pels avenços tecnològics produïts, sobretot pel que fa a l'impacte d'aquests canvis en l'educació matemàtica i la formació dels ciutadans, especialment d'aquells que han de formar-los: els professors.

Els contextos socials esmentats requereixen d'un ciutadà preparat per afrontar els nous reptes i les noves concepcions de vida. Les institucions educatives han de fer front a aquestes demandes modernitzant-se i incorporant al sistema un dels aspectes que més han definit els canvis produïts en la societat emergent: els avenços tecnològics. La qual cosa comporta la necessitat d'una preparació diferent i més adequada del professorat, que inclogui a més de la seva capacitació en l'ús de les TIC l'aprofundiment en les implicacions culturals i socials dels nous mitjans quant a agents educatius.

L'educació matemàtica també es veu afectada pels canvis d'aquesta societat i de l'aparició i evolució dels nous dispositius. Al respecte, cal preguntar-nos quina matemàtica s'ha de ensenyar avui en dia; analitzar quina ha estat la incidència de les TIC en aquesta àrea fins al moment i quines són les aportacions o profits de la mateixa, per tenir-los en compte de cara al futur; així com examinar els recursos amb els que comptem, i els canvis que aquests produeixen a l'incorporar-los en l'acte didàctic, tant des del punt de vista del context d'ensenyament-aprenentatge com de la metodologia o dels continguts curriculars.

1.1 El professorat i la seva formació davant la cultura digital

Des de fa uns quants anys la tecnologia està ocupant cada cop més les nostres vides. Com diu Àrea (2002), en les societats avançades la presència i hegemonia de les TIC en les transaccions econòmiques i comercials, en l'oci i el temps lliure, en la gestió interna d'empreses i institucions, en les activitats professionals,..., està sent un fet evident i imparable. Les TIC (ordinadors, equips multimèdia de CD-ROM, Xarxes locals, Internet, TV digital,...), que podríem definir com a *sistemes i recursos per a l'elaboració, emmagatzemant i difusió digitalitzada d'informació basats en la utilització de tecnologia informàtica*, en conseqüència, estan provocant profunds canvis i transformacions de naturalesa social i cultural, a més d'econòmics. La "informació" s'ha convertit en una matèria de primer ordre que s'elabora, es transforma i es comercialitza com a qualsevol producte manufacturat.

La Societat de la Informació suposa –doncs- una nova cultura, noves formes de veure i d'entendre el món que ens envolta, nous sistemes de comunicació interpersonal i d'informació a l'abast universal, àgils mitjans de transport per viatjar amb rapidesa a qualsevol lloc, instruments tecnificats per a realitzar els nostres treballs, i nous valors i normes de comportament. Tot això exigeix de tots nosaltres noves competències personals, socials i professionals que ens permetin moure'ns en aquest nou context i afrontar els continus canvis que imposen, en tots els ordres de la nostra vida, els ràpids avenços científics i la nova "economia global" (Majó i Marqués, 2002).

En un futur immediat, els ciutadans que no sàpiguen moure's en la cultura i tecnologia digital d'una manera intel·ligent (saber connectar-se i navegar per la xarxa, cercar informació útil, analitzar-la i reconstruir-la, comunicar-la a altres usuaris,..) no podran accedir a la cultura i el mercat de la societat de la informació. És a dir, aquells ciutadans que no estiguin qualificats per a l'ús de les TIC tindran altes probabilitats de ser marginats socials i culturals en la societat del S.XXI.

De la mateixa manera, en aquests moments, la socialització cultural dels nens i nenes es produeix cada cop més a través de la utilització de diferents tecnologies de la informació, amb les que estan en contacte pràcticament des de que neixen. És evident, doncs, que aquestes noves generacions cada cop aprenen més coses fora de l'escola a través de l'ús de les diferents eines audiovisuals i informàtiques. És a dir, cada dia els joves accedeixen a més educació fora del context escolar a través de suports multimèdia, de software didàctic, de televisió digital, de xarxes telemàtiques, de programes audiovisuals per a vídeo,...

Per tant, creiem que l'ensenyament ha d'incorporar els avenços tecnològics que la societat, a la qual pertany, desenvolupa i incorpora en altres contextos de la mateixa. Aquest fet ens porta a considerar la necessitat d'un professorat preparat per afrontar aquest repte i que disposi dels mitjans necessaris per fer-ho. En definitiva, ens porta de forma prioritària, a la necessitat d'un canvi en el paper del professorat com a element del sistema, a la necessitat d'una formació permanent en TIC al llarg de la vida professional i a la necessitat d'una alfabetització docent de les TIC. Formació que no es pot limitar a la seva capacitat per a optimitzar l'ús dels nous dispositius, sinó que ha d'aprofundir en les implicacions culturals i socials dels nous mitjans quant a agents educatius.

Fins al moment, gran part de les preocupacions per les TIC, de la majoria de professors, han estat les d'adquirir els coneixements i les destreses necessàries per a estar a l'alçada dels temps; és a dir, a l'alçada dels alumnes. La inseguretat del professorat, que no es considera amb suficients coneixements sobre els nous mitjans i les noves formes de processar la informació ha deixat en un segon pla continguts actitudinals i aspectes ideològics de vital importància en l'estudi de les TIC, dificultant amb això el desenvolupament de les actituds crítiques i responsables que necessiten els alumnes de la nostra època. Fins i tot el món de la investigació educativa s'ha vist mancat d'estudis que aprofundissin en aquests aspectes.

Així mateix, ha quedat palès que les institucions educatives no s'han quedat al marge de la influència que els nous mitjans estan adquirint a la societat en general. La prova n'és l'esforç constant que des de les diferents administracions (nacional, autonòmiques,..) i dels propis centres educatius s'ha fet i s'està fent per a incorporar-los

a la pràctica docent. No obstant, tot i reconeixent que la seva presència encara no és constant, massiva i massa sistemàtica, i que ens falta molt camí per recórrer, tampoc podem obviar que en la darrera dècada l'augment del nombre d'equipaments, de participació del professorat en cursos de formació i del nombre d'experiències educatives ha estat considerable.

Ara bé, ahora pensem que això no ha estat suficient perquè el fons de la qüestió no és solament tenir o no tenir equipaments, o acumular gran nombre de cursos de formació per part del professorat. El problema radica en quins usos es fa d'aquests equipaments i quin tipus de formació rep el professorat i per a què li serveix; de fet es constata que l'augment considerable d'equipaments als centres i de cursos de formació per part del professorat, com mai s'havia donat amb anterioritat al nostre país, no està revertint massa en canvis en la tasca docent, tal com diuen alguns autors:

“En la actualidad nos encontramos con una fuerte paradoja, y es que por una parte existe una amplitud de tecnologías, algunas veces incluso presente en los centros, como no había ocurrido en momentos históricos anteriores, y por otra parte nos encontramos que la práctica de la enseñanza se sigue apoyando en dos medios básicos: el libro de texto y otras variaciones impresas, y el profesor como transmisor y estructurador de la información” (Cabero, Duarte y Barroso, 1997: 1)

Entre la multitud de causes que explicarien aquesta situació cal esmentar-ne una que per nosaltres és la més important: la insuficient formació inicial i permanent que el professorat té per a la integració d'aquests mitjans en els contextos d'ensenyament –aprenentatge.

“Hoy, la calidad del producto educativo radica más en la formación permanente e inicial del profesorado que en la sola adquisición y actualización de infraestructura” (Cebrián, 1995; a íd: 1)

Efectivament, tal com diu Cabero (1998), podríem afirmar que un dels problemes està en la manca de formació que tenim tant per a la utilització didàctica i curricular com per al disseny i la producció de missatges adaptats a les nostres necessitats educatives, com a conseqüència de que la formació rebuda hagi estat excessivament dirigida a criteris tècnics i instrumentals, i allunyada de la realitat educativa de cada educador, en lloc de potenciar les referències a la seva utilització, organització i disseny didàctic.

En aquest context resulta evident que la preparació, les competències d'un docent, i com a conseqüència la seva formació, no poden continuar sent les mateixes que fins ara, degut a que (Majó i Marqués, 2002):

- El treball del docent es desenvolupa en situacions cada cop més complexes i amb estudiants més heterogenis, molts cops menys educats i atesos per les famílies, però en principi més informats gràcies als mitjans de comunicació.
- Els canvis en els continguts que s'han d'impartir i els instruments a utilitzar, al comptar amb el suport de les TIC, augment en les funcions que se'ns assignen, i evolució de les metodologies didàctiques.
- La necessitat, imposada per aquesta societat de la informació, d'un aprenentatge permanent i d'una actualització continua dels coneixements.

1.2 Les TIC en l'Educació Matemàtica

L'escenari constituït a partir de la construcció d'aquesta nova societat, la Societat de la Informació, emparada en la globalització i la incursió de les TIC, genera la necessitat de formar al ciutadà –que s'haurà de moure en aquest entorn- d'una manera diferent a com s'ha fet fins ara. Amb els paràmetres socials així establerts, un dels reptes de l'educació és aconseguir que cada ciutadà desenvolupi i enforteixi les seves competències per absorbir, processar i reelaborar la immensa informació en circulació a través de multitud de canals mediàtics, de manera que pugui convertir-la en coneixement útil.

En aquest context ens preguntem, quin sentit té ensenyar matemàtiques avui dia, quines són les raons que es podrien argumentar per a justificar l'ensenyament d'aquesta matèria, i, en tot cas, com cal ensenyar-la i com fer per a que tots els alumnes arribin a aconseguir les fites que demana la nova societat,...La cerca de respostes a aquests interrogants ens orienta cap a una reconceptualització de tots els coneixements escolars, en particular els de la Matemàtica que s'estudia actualment als centres educatius. En aquest sentit resulta pertinent assumir la perspectiva sociològica que ens ofereix García Suárez (1997: 9), qui afirma que aquesta àrea ha de ser vista com:

“una part substancial de la cultura i que contribueix a la consecució de finalitats globals –no solament instrumentals-, ajudant al ciutadà a tenir sentit de la vida i del món i dotant-lo de mitjans que li proporcionin una millor comprensió de la experiència humana”.

Així doncs, la Matemàtica en el context educatiu, ha de ser presentada com un coneixement útil, pertinent, convenient, profitós, important, necessari i adequat per a donar respostes als problemes actuals, vitals, propers i interessants que confronten els alumnes. Ha de possibilitar-se una oferta que faci creïble l'afirmació que la Matemàtica realment pot ajudar a l'individu a aconseguir una major comprensió de la realitat i constitueix una eina útil per a solventar situacions problemàtiques confrontables a la vida quotidiana. La qüestió és com fer-ho. Evidentment, les respostes a aquesta

pregunta poden ser variades depenent del paradigma instruccional en el qual ens moguem.

No és la nostra intenció entrar en cap d'aquests possibles models d'ensenyament de les matemàtiques. Volem contestar a la pregunta basant-nos en què, sigui quin sigui el model d'ensenyament en el qual ens moguem, hi ha tres elements bàsics que s'han de tenir en compte, que faran més possible i /o més fàcil la consecució dels objectius esmentats en aquest nou context social, ens referim a:

- 1) el recolzament de les TIC;
- 2) les noves competències i necessitats i els nous rols del professorat de matemàtiques,
- 3) i una nova formació per al professorat de matemàtiques.

Del primer punt ens en ocupen tot seguit, els dos restants els deixem per altres capítols.

1.2.1 Incidència de les TIC en l'àrea de Matemàtiques

Pràcticament des del mateix naixement dels microordinadors s'ha repetit sense parar que aquests ajudarien al professorat en els processos d'ensenyament i aprenentatge ja que el seu ús com a complement a l'ensenyament "tradicional" d'aula aconseguiria un increment en els coneixements dels alumnes.

En aquest sentit van ser moltes les expectatives que es van posar en el paper que les TIC podien jugar a l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. No obstant, molts d'aquests somnis encara no s'han materialitzat. Fins al moment, i a manca d'un estudi seriós i profund de com ha pogut incidir l'enorme esforç econòmic desenvolupat tant pel Ministeri d'Educació com per les Conselleries Educatives de les CCAA que tenen competències en matèria educativa, la impressió general és que el rendiment que se n'ha obtingut no ha estat suficientment brillant. Fent una mica d'història, i sense ànim de fer-ne una relació exhaustiva, les causes podem centrar-les en els següents factors:

- D'una banda, inicialment i durant molt temps, **la potència de les màquines i les característiques dels sistemes operacionals i de les eines de desenvolupament** van restringir les possibilitats per al disseny i evolució dels programes d'ordinador. Això va tenir com a conseqüència que aquests programes tingueren grans deficiències des del punt de vista tècnic, però sobretot des del punt de vista didàctic. Una proporció important dels primers programes d'ordinador (ens referim als programes d'ensenyament assistit per ordinador: EAO, del tipus “exercitar i practicar”) estaven basats en una visió implícita de l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques que promovia un aprenentatge mecànic d'alguns fets matemàtics. Per tant, des del punt de vista del sistema didàctic, la seva aportació a la generació de pertorbacions del sistema era molt pobre i el tipus de coneixement que podia sorgir quan es restablia l'equilibri del sistema no era molt profund (Gómez, 1997).
- Per altra banda, els estudiants tenien un **accés restringit a les màquines**. Aquest segueix sent un problema important en moltes institucions educatives. Haver de compartir una aula d'ordinadors entre tot l'alumnat d'un centre, i per tant entre totes les àrees, fa que el temps que es pugui disposar d'ella sigui molt limitat o reduït front a les pretensions que la tecnologia condueixi veritablement a la vivència, per part dels estudiants, d'experiències matemàtiques (situacions que generin pertorbacions) de les quals sorgeixi el coneixement. Aquest problema s'anirà solucionant a mesura que els estudiants puguin accedir individual i privadament als programes que s'utilitzen a l'escola (disponibilitat d'una màquina personal i possibilitat d'utilitzar aquests programes en aquesta màquina).
- **El coneixement, les visions i l'actitud del professor** és el tercer factor que ha influït en la lentitud amb la que la tecnologia s'ha incorporat al currículum de matemàtiques. Els professors han hagut d'enfrontar-se a una nova situació pedagògica en la que es poden veure “obligats” a utilitzar noves metodologies que no estan d'acord amb la manera com ells perceben les matemàtiques, la forma com els estudiants han d'aprendre-les i la manera com han d'ensenyar-se. Per una altra part, expressen temors cap a la tecnologia i el resultat tendeix a ser una situació en la que el professor adapta aquest recurs a la seva manera tradicional d'implementar el procés d'ensenyament i aprenentatge, en lloc d'aprofitar-lo per canviar el funcionament del sistema didàctic i el paper que ell pot jugar dins d'aquest sistema

(Gómez, 1997). A més, el professorat ha tingut una manca de coneixements constant en l'ús d'aquestes tecnologies, principalment en el dels ordinadors; li ha mancat una formació continua en els canvis tecnològics, tant en allò que fa referència al domini de les noves i més efectives aplicacions que s'anaven desenvolupant com en aprendre a ensenyar amb aquestes noves tecnologies.

- Els **canvis tecnològics relacionats amb el hardware** han motivat que, en terminis excessivament breus de temps, els ordinadors que disposen als centres educatius hagin quedat obsolets no poguent treballar amb el nou software que anava apareixent. Dificilment un institut pot suportar els cost econòmic que suposa mantenir contínuament un nombre suficientment elevat d'ordinadors amb les darreres característiques estàndard.
- **Manca de software adequat** és un altre dels factors. A mesura que ha anat evolucionant la tecnologia de l'ordinador s'han anat desenvolupant, amb força èxit, programes per a quasi totes les activitats relacionades amb la informació: banca, comunicacions, medicina, publicitat, investigació,...En canvi, hi ha una sorprenent excepció respecte al software educatiu, tot i el potencial nombre d'usuaris. Des d'aquest punt de vista, estem convençuts que la major part del software educatiu que tenim no explota suficientment la capacitat dels ordinadors de millorar l'ensenyament i l'aprenentatge, malgrat també s'ha de dir que pel que fa a les matemàtiques hi ha un major recolzament que en altres àrees.

Malgrat tots aquests entrebancs, les TIC, i els ordinadors en particular, s'han anat incorporant progressivament als processos d'E/A en els darrers anys, dins de l'àmbit de les institucions educatives, tan universitàries com no universitàries, i en les diferents àrees curriculars, entre elles les matemàtiques. Podem assegurar que a les classes de matemàtiques d'avui comença a ser freqüent que la formació estigui complementada per hores de "laboratori" (treball pràctic amb l'ordinador). És per això que, tal com diu Gómez (1997), el guix i la pissarra, el llapis i el paper, deixen el monopoli de l'àlgebra i el càlcul, les derivades i les integrals, les matrius i els determinants. La culpa d'aquest canvi la tenen els ordinadors, i per damunt de tot els programes de càlcul simbòlic i lògic, és a dir, programes que empren el llenguatge propi de les matemàtiques. Així, i a poc a poc, la influència de la presència informàtica va conformant la mateixa naturalesa

de la nostra matemàtica de forma ben visible. Sistemes dinàmics, equacions diferencials, estadística, àlgebra, geometria, i inclòs la topologia, són alguns dels molts camps en els quals aquesta influència és palpa clarament en els darrers anys.

Aquesta incorporació ha anat acompanyada d'un debat arran de l'ús de la informàtica a l'educació, les seves aportacions i limitacions, estat de la situació actual, o al voltant de les formes adequades i pertinents per l'aprofitament de les possibilitats que ofereix aquesta nova tecnologia, des del punt de vista de la formació i l'aprenentatge. En aquest sentit, l'àrea de matemàtiques no ha estat una excepció, i també està participant del debat aparegut. Uns a favor de l'ús d'aquests mitjans, i en particular dels ordinadors, en l'ensenyament d'aquesta assignatura, i d'altres no tan partidaris. Nombrosos articles han anat sorgint els darrers anys, tot i que s'ha de dir que al respecte no es troba una reflexió massa sistemàtica tal com succeeix en altres àmbits com pot ser la Pedagogia.

Entre les opinions destacades anomenar al professor De Guzmán (1994: 6) segons el qual:

“l'educació matemàtica no pot comportar-se a llarg termini ignorant la presència en l'ambient i en la cultura social i professional d'instruments de grans potencialitats específicament en el terreny matemàtic. El que hi ha de saludable en les noves tendències acabarà per imposar-se i els sistemes educatius que s'adaptin als canvis raonables més ràpidament aconseguiran equipar avantatjosament a les persones a ells encomanades”.

El mateix NCTM¹ (1998) en l'esborrany dels Estàndards i Principis de la Matemàtica Escolar, estableix la necessitat d'incorporar les TIC: “(...) La discussió considera no solament com la tecnologia implica canviar l'èmfasi en el contingut matemàtic i el camí del pensament matemàtic pot ser qualitativament diferent (...)” (p.17) i conforma un principi de tecnologia: “(...) Els programes d'instrucció matemàtica haurien d'usar la tecnologia per ajudar a tots els estudiants en l'enteniment de les matemàtiques i haurien de preparar a aquests per a usar les matemàtiques en un món tecnològicament canviant(...)” (p.40).

¹ NCTM és el National Council of Teachers of Mathematics

Una revisió més profunda dels estàndards d'aquest document ens fa observar que en cap cas apareixen referències clares i concretes sobre com implementar les TIC a l'aula; solament en fa al·lusions mitjançant generalitats o consideracions molt globals en relació, quasi sempre, a que aquests mitjans millorarien i ampliarien les possibilitats dels estudiants. En el mateix sentit es pronuncia Waits (1998), reafirmant que no hi ha una visió clara respecte al més important agent de canvi en la educació matemàtica: els avenços tecnològics.

En el document definitiu de l'any 2000, dos anys més tard, les TIC són considerades amb major èmfasi i tot el document està replet d'exemples i formes d'usar-les. Així mateix novament s'insisteix en el principi de la tecnologia en el qual es declara: *“La tecnologia és essencial en l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques; influeix sobre les matemàtiques que són ensenyades i afavoreixen l'aprenentatge dels estudiants”* (NCTM, 2000: 24).

És interessant considerar el canvi de posicionament d'aquests organismes respecte a l'ús de les TIC. En la versió definitiva de l'any 2000 s'aposta amb fermesa per l'ús de les TIC en l'ensenyament de les matemàtiques. En el document de l'any 1998 s'aconsellava el seu ús, donat que podria augmentar l'aprenentatge de les matemàtiques; en canvi, en el document del 2000 s'afirma que augmenten l'aprenentatge, transformant els continguts a ensenyar així com la metodologia: *“l'existència, versatilitat i poder de la tecnologia fa possible i necessari reexaminar quines matemàtiques haurien de ser apreses pels alumnes i també com poden aprendre-les millor”* (NCTM, 2000: 25).

Més recentment, en el primer Simposi Internacional (2003) sobre *“Matemáticas y Nuevas Tecnologías: qué aprender, cómo enseñar”*, celebrat el desembre d'aquell any a la Fundació Areces de Madrid, amb la participació d'experts en Didàctica de les Matemàtiques de diversos països, es van posar de manifest les següents conclusions²:

² Conclusions extretes de l'article aparegut al diari *El País* el 19 de gener de 2004, signat per Mònica Salomé i d'un CD que els organitzadors del simposi estan elaborant i que han tingut l'amabilitat de lliurar-me, en el qual es troben les ponències. Com aquest CD no ha estat encara publicat s'ha obviat, per respecte als autors, reflexar més temes dels que s'apuntaven a l'article aparegut, limitant-nos a ampliar els aspectes que apuntava la periodista.

a. **El sí a la tecnologia i a favor del canvi però pensant-ho bé** perquè segons afirmà De Guzmán (2003)³ *“pot fer mal a l’insistir massa en l’instrument quan l’important és aprendre matemàtiques”*, *“els ordinadors poden facilitar el camí, però també destorbar”*. Per a Quesada(2003)⁴ la invasió de las TIC en tots els àmbits de la vida obliguen *“a canviar la nostra manera d’ensenyar i també d’aprendre els continguts”*, entre altres coses perquè els ordinadors són els aparells amb els que es trobaran els alumnes quan accedeixin al mercat laboral. Kutzler (2003)⁵ per la seva part tampoc té dubte que *“la tecnologia és una bona eina per millorar l’ensenyament”*; les seves experiències evidencien que, ben emprades, poden portar a un aprenentatge més creatiu. Buchberger (2003)⁶ considera que *“les noves tecnologies són al mateix temps el resultat de l’evolució de les matemàtiques, i també el motor d’aquesta evolució. La nostra educació ha de ser canviant, evolucionar amb la tecnologia”*. Roanes (2003)⁷ creu que *“tecnologia en l’ensenyament de les matemàtiques sí però com en el propi ensenyament de la matemàtica: acuradament seleccionada, orientada i guiada, i enfocada a la seva utilitat en l’ensenyament d’aquesta matèria, no com un objectiu en si mateix”*.

b. **Les TIC en l’ensenyament de les matemàtiques són sempre un instrument més i mai han de substituir als autèntics protagonistes de l’acte didàctic.** Al respecte Kutzler (2003), malgrat considera positiu l’ús dels recursos tecnològics en l’ensenyament de les matemàtiques, com ja ho hem deixat patent abans, admet també *“posar-se nerviosos”* quan es parla d’un ensenyament massa tecnològic. Segons ell, la tecnologia *“està aquí per a recordar-nos que hem de canviar els continguts i els mètodes per a aconseguir que, en el futur, aquesta tecnologia no resolgui més del 20% dels problemes que posem”*. Opina també que *“s’ha de fomentar en els alumnes habilitats no tecnològiques”* i que *“el més important continua sent el professor”*. En la mateixa línia es pronuncien Buchberger (2003), qui considera que malgrat l’educació

³Catedràtic de Matemàtiques de la Universitat Complutense de Madrid. Coordinador d’aquest Simposi. I realització de la presentació del mateix. Desaparegut el passat mes de maig de forma repentina.

⁴ Antonio Quesada, professor de la Universitat d’Akron (EEUU). Participant en el Simposi amb la ponència *“La integració de la tecnologia en la ensenñanza de las matemáticas: necesidad, implicaciones y algunos resultados”*.

⁵ Professor Bernard Kutzler. Austria. Responsable del ACDCA /AustrianCenter for Didactics of Computer Algebra. Participant en el Simposi amb la ponència *“CAS for teaching students”*.

⁶ Bruno Buchberger professor de la Universitat Johannes Kepler en Linz (Àustria). Participant en el Simposi amb la ponència *“White Box and Black Usage of Matematical Software Systems”*.

⁷ Eugenio Roanes, professor de la facultat d’Educació de la Universitat Complutense de Madrid. Participant en el Simposio amb la ponència *“Enseñando Matemática elemental con Logo, Sistemas de Geometria Dinámica y de Cómputo Algebraico”*.

ha d'acompanyar l'avenç de la tecnologia no s'ha d'oblidar que l'important és *“pensar, inventar nocions, teoremes, ser creatiu,...i que els bons estudiants segueixen avui sent els mateixos; els que pregunten per qué”*, i Olivé (2003)⁸ que opina que *“si la tecnologia es converteix en el professor haurem perdut la batalla”*.

c. La situació d'introducció i ús d'aquests recursos tecnològics és desigual en els diferents països. Tal com deia en el Simposi De Guzmán (2003), *“els programes per a aprendre determinades àrees de les matemàtiques, com la geometria, s'empren cada cop més en els sistemes educatius, inclòs el nostre. No obstant el seu grau d'introducció no és el mateix en tots els països”*. Així per exemple al Regne Unit, segons va explicar Monaghan (2003)⁹, *“quasi tots els col·legis estan connectats a Internet i tots tenen ordinadors. I a classe de matemàtiques les computadores s'usen tant a primària com a secundària”*. A França en canvi, *“els ordinadors són solament per a secundària; les autoritats educatives recomanen el seu ús per a geometria o àlgebra, però de forma reflexiva”* explicava Lagrange (2003). A Alemanya i Àustria, segons comentà Kutzler (2003), la situació varia per regions: *“mentre a Bavaria es va enviar una carta als professors de matemàtiques dient que es prohibia l'ús de tota eina programada, en altres zones es fa un ús compulsiu de les calculadores”*

d. La formació del professorat és fonamental per a treure partit a aquesta eina didàctica. I és que, tal com afirma Kutzler (2003), *“els ordinadors i les calculadores no són ni bones ni dolentes, tot depèn de l'ús que el professor faci d'elles. D'aquí l'enorme importància de la formació dels docents en aquest camp”*.

S'ha pogut veure que l'ús de recursos –en aquest cas dels mitjans tecnològics- en l'ensenyament de les matemàtiques és no solament acceptat per tots els experts, tot i que hi ha encara diferents matisos, sinó que es reclamada com a necessària. I és que val a dir que tota activitat cognitiva del ser humà (entesa com a conjunt articulat d'accions que tenen un propòsit) està mediada per instruments (Wertsch,1991), com per exemple el llapis i el paper o el llenguatge.

⁸ John Olivé. Professor de la Universitat de Geòrgia (EEUU). Participant en el Simposi amb la ponència “Approaching the study of functions through data and dynamic technologies: a course for pre-service mathematics teachers”.

⁹ John Monagan. Professor de la Universitat de Leeds (Regne Unit). Participant en el Simposi amb la ponència “Issues Facing Mathematics Teachers who Endeavour to Integrate Computers into their Teaching”.

Des d'aquest punt de vista, considerem els instruments tecnològics com a instruments de mediació en la construcció i estructuració del coneixement matemàtic. Els significats dels objectes i les accions es manipulen i modifiquen mitjançant un procés interpretatiu que es desenvolupa per les persones. Quan l'alumne treballa amb una eina tecnològica està orientant el seu treball atenent al significat que li adjudica als objectes i accions que es representen a la pantalla. D'aquesta manera, el significat es deriva o sorgeix com a conseqüència de la interacció entre l'individu, la seva experiència i l'instrument emprat (Codina, 2000).

Així mateix considerem que les TIC subministren un nou ambient que permet diferents representacions semiòtiques d'un concepte u operació matemàtica i, el que és més important, permeten el trànsit d'una representació a una altra (Lupiáñez, 2000).

Quan es treballa amb TIC, l'activitat es situada en un context particular i amb les especificacions de l'instrument, fent que l'activitat sigui diferent a com es treballa amb llapis i paper i, inclòs, com assenyala Balacheff i Kaput, oferint un nou realisme matemàtic: “(...) *Balacheff y Kaput (1996) han hablado sobre un <<nuevo realismo matemático>> debido a las nuevas experiencias mientras trabajamos en un ambiente computacional*”(Moreno,1999:101). Segons Balacheff i Kaput (1996), en els darrers anys i gràcies a la tecnologia, s'ha pogut abastar més realisme en els objectes matemàtics perquè a través de la *interficie* es poden expressar les idees que els involucren usant un mitjà de comunicació molt proper al llenguatge matemàtic i s'aconsegueix el feedback necessari en termes del fenomen objecte d'estudi. Això és important perquè en matemàtiques, tal com diu Martí (1997), el rigor, la coherència interna, la universalitat del llenguatge i la capacitat de deducció i de càlcul, són primordials a l'hora d'afrontar un fenomen, i no ens estem a l'hora de modelar-lo per després intentar resoldre'l numèricament.

Altres arguments que assenyalen els profits o aportacions pedagògiques de la introducció de l'ús dels ordinadors al currículum de matemàtiques serien:

a) Aportacions aplicables també a qualsevol altra àrea:

- Els alumnes s'apropen als currículums des d'un entorn que li és familiar i que li dóna certa confiança (és estrany trobar algun alumne que no hagi tingut contacte amb un ordinador). A més adquireixen ràpidament habilitat en l'ús de les màquines i dels diferents tipus de software.
- Hi ha canvis en els mètodes d'impartir docència, apareix un nou element motivador (l'ordinador), canvia l'aspecte de l'aula, el tipus d'activitats. L'alumne es sent més particip del seu aprenentatge. S'afavoreix l'autonomia de l'alumne en la seva formació, fomentant metodologies actives, participatives, col.laboratives i d'atenció a la diversitat.
- El professor millora els seus mètodes d'exposició al comptar amb eines tècniques més avançades. S'utilitzen presentacions dinàmiques que redueixen esforços al no haver de fer gràfics i dibuixos sobre els que s'han de realitzar les explicacions.
- S'avança més ràpidament en l'aprenentatge dels diferents continguts, la qual cosa potencia la reflexió i anàlisi sobre els mateixos.
- S'augmenta el flux de comunicacions a tots els nivells (professor-alumne-resta del món-professor) la qual cosa millora la formació tant del docent com de l'alumne.

b) Aportacions específics per a l'àrea de matemàtiques:

- L'alumne interactua amb objectes matemàtics de forma simple i natural la qual cosa afavoreix la seva autonomia en l'aprenentatge, a més de tenir un major apropament a la matemàtica, sent-li més familiar.
- Facilitat per a representar gràficament i de forma dinàmica els conceptes i procediments matemàtics, s'aprèn a més velocitat i amb majors fonaments.
- Es facilita la construcció d'objectes matemàtics, conjecturar hipòtesis, comprovar, simular i descobrir regularitats. S'amplia el ventall d'exemplificacions i es minimitzen els càlculs tediosos .
- Internet afavoreix trobar informació susceptible de matematització en un entorn proper a l'alumne a més de fomentar la cultura història de les matemàtiques.

- Es poden tractar molts temes sense exigir a l'alumne grans coneixements matemàtics afavorint una metodologia en la que participin de forma activa en el seu aprenentatge.
- L'ús de software matemàtic permet combinar les dades de forma numèrica, simbòlica i gràfica, tractant a les matemàtiques de manera global.

Steen (1998), per la seva banda, assenyala els següents:

- Alliberar dels càlculs automàtics per desenvolupar tasques conceptuals més interessants.
- L'alumnat rep estímuls al percebre que no cal que siguin grans manipuladors algebraics per tenir un domini del pensament abstracte.
- L'estudi dels algoritmes subjacents ajuden a entendre la natura de les operacions.
- Treballar amb l'ordinador dona a l'estudi de les matemàtiques el factor experimental, que porta a l'establiment de conjectures, exemples i contraexemples.
- A diferència del docent, l'ordinador no manifesta impaciència al cometre errades repetides.
- La manera d'estudiar de l'alumnat canvia si s'enfronta a l'ordinador, molts conceptes nous són trobats per l'alumnat mitjançant l'experiència directa amb el software.
- La motivació de l'aprenent canvia al sentir-se investigador més que repetidor. A més de la possibilitat de visualitzar dinàmicament els conceptes matemàtics.

Les TIC constitueixen, doncs, una eina potent i eficaç per a l'ensenyament i aprenentatge en les diferents àrees del coneixement, i per tant també de les matemàtiques; això ha de portar parell **canvis** en els **ambients o escenaris d'aprenentatge** (veure punt 1.2.1.1), en les **estratègies metodològiques** (veure punt 1.2.1.2), els **continguts curriculars** (veure punt 1.3) i en els criteris d'**avaluació**, entre

altres aspectes; tot i que aquests canvis han de graduar-se en funció de l'adaptabilitat dels diferents agents que intervenen en l'educació (infraestructures, formació,...).

A hores d'ara és innegable el fet que les TIC, i en particular l'ordinador, ofereixen grans facilitats per a propiciar un aprenentatge de la matemàtica més eficient i més adequat al tipus d'utilització de la matemàtica que dels nostres estudiants s'ha d'esperar, així com de les diferents maneres pràctiques com aquesta magnífica eina pot ser utilitzada.

Però paral·lelament hem de considerar els possibles impactes negatius que la introducció inadequada dels mitjans informàtics pot tenir sobre l'educació matemàtica. Al respecte De Guzmán (1991), citant en alguns moments a altres autors, considera com a conseqüència del ràpid procés de matematització i informatització¹⁰, degut sobretot a la influència de l'ordinador, alguns dels possibles riscos que s'han de tenir en compte:

- Deixar que la nostra vida s'ofegui en xifres i formalismes matemàtics. L'ambient de l'ordinador està constituït per receptes, llenguatges precisos, formalismes, on el que interessa és el fet operatiu i el que menys importa és el sentit de les operacions. El gran perill no és que l'ordinador passi a ser gairebé humà, sinó que l'home, per adaptar-se a la seva màquina, passi a ser robot.
- Confondre manipulació amb saviesa. Els nostres ordinadors ens fan capaços actualment de manipular amb èxit fragments de la realitat sense que compreguem bé per què. Però no convé perdre de vista que l'èxit manipulatiu està encara lluny de la comprensió a la que podem i devem aspirar. Que no perdem el sentit i l'atracció del misteri.
- La pressió econòmica, el gran desenvolupament de la indústria informàtica, està generant en els centres educatius una forta demanda que exigeix canvis ràpids i dràstics que la inèrcia del propi sistema educatiu a tots els nivells no pot fàcilment

¹⁰ De Guzmán entén per procés de matematització i informatització la ràpida penetració de la matemàtica a la nostra cultura (la medicina, biologia, sociologia, psicologia, economia utilitzen cada cop més eines matemàtiques, intensificada i accelerada per les possibilitats d'exploració de la informàtica).

satisfereix sense un desplaçament perillós dels recursos dedicats fins ara als ensenyaments més tradicionals, especialment de les matemàtiques (Atiyah, 1986).

- Respecte als alumnes de nivell elemental, el perill consisteix en el fet que es pensi que l'aritmètica ja no constitueix una destresa d'adquisició necessària (Atiyah, 1986); la qual cosa significa que s'haurà de posar més èmfasi en entendre els processos involucrats i menys en l'exercici dels càlculs rutinaris.
- L'existència de programes pot millorar la qualitat de l'ensenyament, però al mateix temps si no s'usen amb cura i saviesa poden ocasionar una forta possibilitat de substituir bon ensenyament per dolent.
- Segons com sigui el software, l'ordinador pot proporcionar una resposta massa ràpida, és a dir, sense insistir en la necessitat de pensar primer. En aquest sentit, privar a l'estudiant del plaer de trobar per si mateix la solució i el goig d'obtenir per si mateix la victòria davant la dificultat és un mal procés d'aprenentatge (Halmos, 1991).

Per la seva part Steen (1998) assenyala també els possibles problemes que una dependència excessiva de l'ordinador pot generar, creant fins i tot problemes més seriosos que els que es pretenen corregir:

- Hi han algunes rutines matemàtiques mal implementades i programes comercials fallen o porten a confusions.
- Algunes dades proporcionades pel sistema són incomprensibles si no tenim un coneixement molt especialitzat.
- Si el software comercial té manca d'especialitat en el context educatiu, aleshores pot convertir-se en una "caixa-negra" que l'alumnat utilitza polsant botons sense tenir ni idea d'allò que està fent, en aquest cas l'ordinador lluny de contribuir a la desmitificació de les matemàtiques, afavoreix l'efecte oposat.
- Una excessiva dependència de la màquina pot tenir efectes contraris a la creativitat i desenvolupament de les habilitats en la resolució de problemes, anestesiant els

impulsos de trobar altres representacions del problema o relacions entre les parts del problema.

- Alliberar a l'alumnat d'una excessiva dependència de les seves habilitats de càlcul algebraic potenciant un major esforç en la comprensió conceptual, menysvalora greument la importància que aquesta habilitat té en la seva formació.

Està clar que, tots aquests perills, amb un professor ben preparat deixen de ser-ho, d'aquí la importància de tenir en compte aquest aspecte.

El paper del professor es fa, doncs, imprescindible. Per a realitzar un aprofitament significatiu de les TIC és necessari que el desenvolupament de les activitats mediatades per aquestes tecnologies siguin realitzades per un professor expert en aquests mitjans. El mer ús d'aquests instruments no provoca per si mateix cap efecte en el procés d'ensenyament-aprenentatge; no es produeix ni augmenta l'aprenentatge de les matemàtiques en els escolars si no és amb el recolzament i guia del docent expert: el professor ha de planificar el seu ús d'acord al grup d'estudiants que dirigeix, al contingut curricular i als objectius fixats en el seu entorn educatiu. Apareix aquí novament la importància que el professorat de matemàtiques estigui ben format, en aquest cas, en les TIC.

1.2.1.1 Nous entorns d'ensenyament i aprenentatge

Els ambients d'ensenyament-aprenentatge tradicionals estan canviant per la irrupció dels nous mitjans i recursos tecnològics que provoquen canvis en el sistema espaciotemporal. Però aquests nous ambients no sembla que hagin de substituir les aules tradicionals, en tot cas les complementaran, com indica Salinas (1997).

Un entorn emergeix *“quan el professor i els alumnes treballen i es comuniquen per mitjà d'un pla conjunt d'activitats d'investigació, d'acord amb els seus interessos, capacitats i habilitats”* (Alsina i altres, 2001: 26). Així un nou entorn d'ensenyament i aprenentatge emergeix quan introduïm canvis que afecten a tots els elements del procés educatiu al incloure-hi les TIC.

Els entorns tenen un nucli amb tres components que estan interrelacionats: context, simulació o presentació del problema, i espai de comunicació. El context descriu on succeeix el problema, la simulació permet introduir a l'usuari en el problema i potencia el desenvolupament de les seves habilitats cognitives, mentre que en l'espai de manipulació l'alumne pot intervenir en el desenvolupament del problema. Al voltant d'aquest nucli es troben les eines cognitives, recursos per a la recerca d'informació i eines de col·laboració (Gerwec, 2001).

Aquests entorns haurien d'incloure elements referits a que *“l'usuari construeixi el seu coneixement, tant a través del processament de la informació com de la construcció de significats i models mentals a partir d'ella”* (Gerwec, 2001: 4). Així mateix, han de ser dissenyats de tal manera que garanteixin una bona utilització dels mitjans tecnològics en el procés d'ensenyament-aprenentatge, cosa que podem aconseguir provocant modificacions adequades en la resta d'elements del sistema educatiu (objectius, continguts curriculars, estratègies,..), aprofitant les característiques del mitjà (interactivitat, treball col·laboratiu, disseny d'activitats motivadors,. .etc), integrant el mitjà al currículum, etc.

En el cas de les matemàtiques, l'impacte dels entorns tecnològics transformen les seves pràctiques perquè poden facilitar a l'alumnat el desenvolupament de noves concepcions sobre els objectes matemàtics. Una de les característiques d'aquests entorns, comparant-los amb altres recursos d'aprenentatge, és el seu caràcter cognitiu, és a dir, no solament permet representar els objectes matemàtics sinó també les seves propietats (Sarmiento, 2004). La interacció entre l'aprenent i l'ordinador es basa en la interpretació simbòlica, els càlculs amb les dades d'entrada que aquest realitzi i el feedback que l'entorn proporciona (Balacheff y Kaput, 1996).

En un entorn d'aprenentatge existeix un conjunt de recursos (especifiquem aquest aspecte en el punt 1.2.2) que esperen contribuir coordinadament a un aprenentatge eficaç. Són interessants aquells entorns en els quals els ordinadors ofereixen formes de fer i experimentar en matemàtiques, al permetre a l'usuari manipular directament els objectes matemàtics i les seves relacions (Sarmiento, 2004).

1.2.1.2 Noves estratègies didàctiques

La presència de la tecnologia també requereix i obliga a nous plantejaments metodològics i l'ús d'estratègies didàctiques diferents a la classe de matemàtiques. Des d'aquest punt de vista, i tal com afirma Sarmiento (2004), l'ensenyament tradicional de les matemàtiques dona a l'estudiant poques i limitades plataformes per a la construcció del seu coneixement a l'orientar-se aquest cap a la repetició mecànica d'algoritmes, on les interaccions entre iguals i amb el docent durant les classes es refereixen a la resolució de problemes concrets, i on els processos de construcció es basen en la generalització empírica i horitzontal.

Alhora aquesta manera d'actuar tampoc permet que el docent pugui ajudar a superar o aprofundir en els seus nivells d'abstracció matemàtica. Per això, per aconseguir-ho, cal que canviem la nostra concepció dels processos de construcció. En aquest sentit la utilització dels recursos tecnològics disponibles ens permetran les transformacions necessàries de l'acte didàctic mitjançant la creació d'activitats amb recolzament informàtic, adaptades a les nostres audiències i desenvolupar noves estratègies metodològiques.

Sevillano i altres (1995) consideren quatre fases metodològiques que podrien facilitar el camí de l'ensenyament als docents i afavorir en els estudiants el desenvolupament del pensament lògic:

1^a) En la primera fase es tractaria de *“prendre decisions sobre objectius i mètodes a desenvolupar en la unitat específica, considerant objectius i continguts generals”* (Sevillano i altres, 1995: 267). Es pren una decisió sobre els recursos a utilitzar en cada moment *“perquè uns esdevenen més idonis que altres segons l'activitat que es pretén portar a terme”* (Mena, Porras i Mena, 1996: 97) i sobre les estratègies que preparen a l'estudiant en relació a què i com aprendrà.

2^a) La segona fase és una fase de *preparació*, en la que es determina quina és la situació quant a nivell d'aprenentatge respecte a la unitat proposada i es preparen els materials didàctics. També es té en compte allò que fa referència als equips a utilitzar, el personal

especialitzat, preparació –si fa el cas- d’horaris d’ús dels equipaments, l’organització dels grups de treball, i foment d’hàbits de treball personals i d’equip (respecte, intercanvi d’opinions, valoració de les idees dels demés, hàbits d’ordre respecte als materials i equips comuns, etc...).

3^a) La tercera fase és la fase d’**execució** o fase de realització de les activitats (en la qual s’ha d’explicar als estudiants amb claredat les tasques i l’estructura dels objectius) i es tutoritza el treball dels grups.

S’han d’incloure, en primer lloc, estratègies per activar els coneixements previs dels alumnes¹¹ que li permetin al docent conèixer el que saben els alumnes i utilitzar aquest coneixement com a base per a promoure nous aprenentatges, assegurant així un major significat dels mateixos. Com per exemple programes d’exercitació¹², per després utilitzar les estratègies anomenades construccionals¹³.

4^a) La darrera fase consisteix en **avaluar l’activitat**, tasca senzilla per al docent ja que l’ús del l’ordinador per part dels alumnes li permet observar-los amb més deteniment i sistematitzar amb més facilitat com es defensen davant el programa, quines discussions plantegen, quins dubtes tenen,...etc. S’avalua també el nivell d’èxits, utilitzant l’autoavaluació del programa si aquest el porta, o fent preguntes, demanant resums o mapes conceptuals, per exemple. Els errors detectats poden ser errors comesos pels alumnes o deguts al disseny del material, aquest fet permet que estiguem avaluant alhora el material amb el que s’ha treballat.

L’ús d’aquestes estratègies dependrà del contingut d’aprenentatge, de les tasques que han de realitzar-se amb els alumnes, de les activitats didàctiques efectuades, de certes característiques dels alumnes i de l’entorn tecnològic del qual es disposi (Sarmiento, 2004). Però sobretot de la preparació del professorat, *“solament els bons professionals poden redefinir les estratègies d’ensenyament, possibilitar una navegació amb bon*

¹¹ Pluja d’idees, preinterrogatoris, organitzadors previs i analogies.

¹² Seguint una seqüència lineal incontrolada que guia l’obtenció de subdestreses (relatives a coneixements prèviament impartits) fins arribar al domini de la destresa o pràctica del contingut involucrat en l’objectiu de la unitat didàctica en qüestió, el paper del docent és el de gestor de recursos que intervé en casos excepcionals.

¹³ Són estratègies que recolzen els continguts curriculars. Per als continguts conceptuals poden usar-se programes multimèdia, per als procedimentals d’exercitació en l’adquisició de destreses; els “micromundos” per a experimentar i descobrir, i les simulacions per observar situacions a escala del món real i li donen control dels paràmetres operatius. Per aclarir millor els conceptes de cada estratègia veure punt 1.2.2 d’aquest treball.

rumb, crear i usar nous materials, etc. Solament des d'un professorat innovador podrà donar-se sentit al bon ús tecnològic i eliminar la temptació tecnocomunicativa que primi el que és formal per sobre del que és profund" (Alsina, 1998: 11). La qual cosa requereix d'una formació adequada dels docents per fer-ho possible.

1.2.2 Recursos tecnològics per al coneixement matemàtic

En les diferents propostes de reforma del currículum matemàtic en les comunitats autònomes espanyoles, i en altres països, es suggereix l'ús de materials i recursos didàctics com a factor important per a la millora de la qualitat de l'ensenyament, sobretot en els nivells de primària i secundària. Aquestes propostes venen avalades per institucions prestigioses com el NCTM¹⁴, que ha dedicat diverses publicacions al tema.

Seguint a Godino i Flores (2002), considerem com a material didàctic qualsevol mitjà o recurs que s'utilitza en l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. En aquesta categoria s'hi inclouen, per tant, objectes molt diversos: des de manuals escolars -en la seva versió escrita, gravacions en vídeo, hipertext,...- als propis dits de les mans, calculadores, programes informàtics, etc. Aquests autors classifiquen els recursos didàctics en:

- *Recursos d'ajut a l'estudi*: recursos que assumeixen la part de la funció del professor (organització del contingut d'ensenyament, presentació de problemes, exercicis, conceptes, proves d'autoavaluació, programes tutorialis d'ordinador, etc). Bàsicament s'inclouen aquí els manuals escolars, en les seves diverses funcions (presentacions magistrals o de qualsevol tipus).
- *Instruments (semiòtics) per al raonament matemàtic*: objectes físics presos de l'entorn o específicament preparats, així com materials gràfics, texts, paraules,..., els quals poden funcionar com a mitjans d'expressió, exploració i càlcul en el treball matemàtic.

Ens referim als instruments semiòtics amb el nom genèric de *manipulatius*, distingint entre *manipulatius tangibles*, que posen en joc la percepció tàctil; i *manipulatius gràfico-textuals-verbals*, en els que participen la percepció visual i/o

¹⁴ NTCM és el National Council of Teachers of Mathematics

auditiva. Considerem que també els gràfics, paraules, texts i símbols artificials matemàtics es manipulen, igualment que els programes de càlcul i graficació amb dispositius mecànics o electrònics. Tant uns com els altres desenvolupen funcions semiòtiques, de representació de les tècniques i conceptes matemàtics, i per tant, són recursos simbòlics (sistemes de signes matemàtics).

Centrant-nos en el segon grup d'instruments, i més concretament en els recursos tecnològics, podem dir que aquests *“ens permeten plasmar la representació del coneixement a través de formats visuals, sonors i icònics; i alhora se'ns planteja l'interrogant respecte a la fidelitat d'aquesta representació, per un costat i per altre sobre si ho podem expressar i de quina manera la nova representació pot inferir amb el seu significat intrínsec”* (Sarmiento, 2004: 159).

Els models prenen les característiques rellevants del fenomen que es vol estudiar i ajuden a clarificar-lo, amb cert grau d'error que pot ser controlat. Per tant, el coneixement és l'essència de la interpretació d'aquests models i en el cas d'usar el mitjà informàtic per a representar-los, el coneixement no és solament el que es llegeix a la pantalla, aquest *“és el resultat d'una construcció en el procés d'interacció amb la màquina”* (Gorgorio, Deulofeu, i Bishop, 2000: 94).

Per això, l'ús d'uns mitjans d'acció específics per a l'estudi de les matemàtiques (seqüències de *situacions didàctiques*¹⁵), per part dels professors, ha d'estar basat en descripcions sistemàtiques i explicacions dels seus efectes sobre els sistemes per als que són dissenyats: ¿Què aprenen els alumnes després d'un procés d'estudi basat en l'ús d'un material determinat? ¿De quins factors depèn l'estudi?, i sobre si ¿podem aspirar en els nivells d'educació obligatòria a que els alumnes adquireixin determinades destreses en el maneig de sistemes de signes textuais?...etc. (Godino i Flores, 2002). En aquest sentit és important prendre consciència que l'ús del material, de qualsevol tipus, no pot comprometre tota l'atenció de l'alumne, desplaçant la pròpia reflexió

¹⁵ Els problemes matemàtics proposats a classe formen part de dispositius més generals i complexos que són les situacions didàctiques (Brousseau, 1986). Situacions en les que s'inclou: els moments de l'acció/investigació personal dels alumnes amb les tasques; moments de formulació/comunicació de les solucions; justificació/discussió de les mateixes; i institucionalització dels coneixements pretesos (compaginar les tècniques, el llenguatge i els conceptes posats en joc amb la cultura matemàtica corresponent).

Segons Godino i Flores, el que s'ha de considerar com a recurs didàctic no és el material concret o visual, sinó la situació didàctica integral que atén tant a la praxis com als “logos” (discurs), o millor al sistema de pràctiques actives i discursives de les que emergeixen les tècniques i estructures conceptuals matemàtiques

matemàtica. “*Usar manipulativos en la enseñanza de las matemáticas es siempre un medio para un fin, nunca un fin en sí mismo*” (Pimm, 1995: 13).

Sigui com sigui, i segons Hernández i Soriano (1999: 46), “*una matemàtica que es sustenti en la reflexió i el pensament, partint de la pràctica, de l’exploració i l’experimentació exigeix disposar de materials variats*”, per la qual cosa disposem al mercat d’un ampli ventall de programes informàtics i recursos o eines que ens permeten construir el coneixement matemàtic o ajuden al docent en les seves tasques diàries, segons del tipus del qual es tracti.

Fem un intent de classificació dels programes (software) i de les eines tecnològiques (veure figura 1.1) prenent com a base les aportacions de Marqués i Sancho (1987), Gómez (1997), Gros (2002), Alemán (2002) i Sarmiento (2004) i atenent al tipus d’aplicacions informàtiques utilitzades (instruccionals, d’informació i comunicació¹⁶), al tipus de tasques que han de realitzar els alumnes (de memorització i pràctica, de comprensió, d’aplicació, i multimèdia) i al tipus de software que hi ha de cada categoria (tutorials, simulacions, “micromundos”,...etc). Aquesta classificació ens divideix les eines i recursos TIC, centrades en l’ordinador en:

a) ***Programes d’aplicació instructiva***, pensats per al procés d’ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. Dins d’aquest grup hi ha quatre blocs: el primer correspon als tutorials i programes d’exercitació que permeten tasques de reconeixement, memorització i resolució de problemes; en el segon es troben els tutorials heurístics, les simulacions, els jocs heurístics, els entorns de programació i la intel·ligència artificial que realitzen tasques de comprensió; en el tercer bloc hi ubiquem programes no dissenyats inicialment per a l’ensenyament, però que en la pràctica s’estan utilitzant per aquesta finalitat, són: els processadors de text, fulls de càlcul, generadors de gràfics, paquets estadístics i bases de dades. El darrer bloc el configuren els programes multimèdia, programes de plena actualitat en aquests moments.

b) ***Programes o eines per a la informació i la comunicació***, que no tenen un contingut específic, permeten la connexió entre ordinadors, ja sigui locals o a través

¹⁶ En aquesta secció citem solament aquells que ens interessin pel tema que estem tractant, tot i que la classificació és més àmplia ja que inclou dues categories més: els programes de creació i desenvolupament d’estratègies.

d'internet obrint noves possibilitats educatives. D'aquesta modalitat tenim els programes que tenen a veure amb l'accés a la informació, a bases documentals i d'informació, i les aplicacions telemàtiques com l'ús de les xarxes de comunicació o la telepresència.

Quant als tipus de programes o modalitats tenim:

- Els "**micromundos**" són sistemes en els que es desenvolupa una semàntica per a un sistema formal compost per objectes primitius, operacions elementals i regles per a operar aquests objectes, i un domini del fenomen que determina el tipus de feedback que produeix el "micromundo" com a conseqüència de les accions i decisions de l'usuari. Aquest ambient d'aprenentatge ofereix al principiant una experiència orientada al descobriment i resulta atractiva pel seu caràcter interactiu. Programes com Cabri-Geòmetria i Derive entren en aquesta categoria.
- Els **sistemes de simulació** presenten al subjecte situacions en les que és possible observar, de manera dinàmica, el que succeeix en un fenomen específic quan es canvien alguns dels paràmetres involucrats en ell. Degut a que els softwares d'aquest tipus recolzen l'aprenentatge per descobriment, en matemàtiques són utilitzats amb freqüència per a propiciar l'establiment de regles i demostració de proposicions i teoremes. Aquest és el cas del sistema MathCars, Eyewitness virtual reality: Dinosaur hunter, o de programes que permeten introduir la noció de model probabilístic o l'estudi de l'espai vectorial.
- La majoria de **sistemes tutorials** són sistemes en els que el subjecte rep instruccions i reaccions de guia per part del sistema que poden ser força restringides ja que estan basades en una referència preestablerta sobre el subjecte i no en l'evolució del seu coneixement. A les matemàtiques s'han aplicat dels més rudimentaris tutors lineals fins als més sofisticats tutors intel·ligents. "*Alguns d'ells, tècnicament molt ben realitzats, amb dissenys de pantalles molt atractives, però amb objectius restringits que portaven únicament a la mecanització. Altres, la majoria realitzats per investigadors en educació matemàtica, amb dissenys de pantalles que no poden competir amb espectacularitat però que consideren elements valuosos d'anàlisis d'errors i experimentació*" (Hitt, 1991). Són programes tutorials per exemple el BUGGY o l'exploring languages.

- Els *programes per l'exercitació i pràctica* que permeten reforçar les dues fases finals del procés d'instrucció: aplicació i retroalimentació, utilitzant la tècnica de la repetició. A través d'aquest tipus de software l'alumne pot contemplar l'estudi i comprensió dels conceptes als que el professor no podrà dedicar-hi més temps a l'aula. Per a que aquest software sigui efectiu cal que, prèviament al seu ús, l'alumne hagi adquirit els coneixements de conceptes i destreses que practicarà. Són programes d'exercitació el SYLVE, SILEX, o el Mickey Mouse.
- Els *llenguatges de programació* per al desenvolupament i aprenentatge de conceptes. Hi ha molts llenguatges de programació que ajuden a l'exploració del desenvolupament cognitiu com són el BASIC, "Lenguaje C", Pascal, Cobol, Fortran i el LOGO.
- La *intel·ligència artificial*, com a estratègia per al disseny de programes d'ordinador (sistemes d'experts) que poden aportar al procés d'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. Desafortunadament moltes de les expectatives que es van tenir amb els intents d'usar la intel·ligència artificial en l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques no han tingut l'èxit esperat. Aquests intents cercaven d'alguna manera automatitzar el procés d'ensenyament. Al no tenir en compte el paper del professor i simplificar la complexitat que es troba involucrada tant en el contingut matemàtic, com en el procés d'aprenentatge i comprensió d'aquests continguts per part del subjecte, aquests intents es van quedar curts respecte als propòsits inicials. Per altra banda és un sistema molt difícil de modelar per a produir programes d'ordinador capaços de reconèixer i adaptar-se a la varietat de situacions possibles i a la multitud de necessitats i circumstàncies que determinen l'èxit de la trobada entre el subjecte i el mitjà.
- La *connexió entre ordinadors*, ja sigui per xarxes locals o a través d'Internet, ha obert també noves possibilitats per a la utilització de la tecnologia en l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. Aquestes noves tecnologies permeten la telepresència, les classes virtuals, la creació d'ambients per a l'aprenentatge col.laboratiu i les intervencions d'ensenyament a distància. Es requereix una nova conceptualització del procés didàctic i una altra manera de modelar el sistema que tingui en compte aquestes noves circumstàncies.

CLASSIFICACIÓ DEL SOFTWARE SEGONS LES TASQUES DELS ALUMNES		
TIPUS D'APLICACIÓ UTILITZADA	CATEGORIA SEGONS TASQUES	TIPUS DE PROGRAMA (MODALITATS)
INSTRUCTIUS	De memorització i pràctica	Tutorials
		Programes d'exercitació
	De comprensió	Tutorials Heurístics
		Simulacions
		Micromundos
		Llenguatges de programació
		Intel·ligència artificial
	D'aplicació	Processadors de Text
		Fulls de càlcul
		Paquets Estadístics
		Bases de dades
	Multimèdia	Hipermedia
		Enciclopèdies
Vídeojoocs		
Resolució de problemes		
INFORMACIÓ I COMUNICACIÓ	Accés a la informació	Programes que permeten accedir a bases documentals i d'informació
	Aplicacions telemàtiques	Programes per a l'ús de xarxes de comunicació
		Telepresència

Figura 1.1: Elaboració pròpia a partir de Sarmiento (2004: 160)

Malgrat la classificació presentada, en la pràctica un programa d'ensenyament pot o no pertànyer a una sola de les categories. Així per exemple un tutorial pot incloure simulacions dels processos que es vulguin explicar als alumnes o en un "micromundo" es poden accedir a seqüències dirigides, amb la qual cosa els alumnes podran treure partit dels beneficis d'un i altres i així s'aconseguirà la seva eficiència quant al temps d'ús i tipus d'alumnes (Vaquero, 1992).

Des d'una altra perspectiva també podem parlar de programes referits als temes de matemàtiques. En aquest sentit per a Gómez (1997) "el tipus de programes d'ordinador que s'han desenvolupat fins al moment depèn del contingut matemàtic involucrat. Mentre que per a l'aritmètica i l'estadística, els programes no han necessàriament avançat en la seva aportació didàctica; en geometria, àlgebra, precàlcul i càlcul es pot considerar que hi ha hagut progressos importants" (p.7)

En l'àrea de l'aritmètica, l'ordinador s'ha utilitzat bàsicament per al desenvolupament d'habilitats en temes com l'anotació decimal i la transició de l'aritmètica a l'àlgebra. Són molt pocs els programes que aconseguen proposar entorns que vagin més enllà de l'exercitació d'habilitats i tècniques bàsiques i que busquin crear situacions en les que es generen perturbacions significatives del sistema didàctic.

Per a l'àlgebra i el càlcul s'ha produït un major nombre de programes que busquen aprofitar el maneig de múltiples sistemes de representació, l'aspecte dinàmic dels sistemes i la interactivitat per a permetre que el subjecte visqui una experiència matemàtica diferent a la tradicional: que li permeti explorar problemes, treballar amb situacions més complexes i reals, i desenvolupar una aproximació més intuïtiva i empírica.

La geometria és un camp en el qual s'han realitzat desenvolupaments importants. Els programes permeten al subjecte veure i manipular els objectes matemàtics i les seves relacions dins d'esquemes inimaginables amb el llapis i el paper.

Malgrat les tecnologies van revolucionar la pràctica de l'Estadística, els programes d'ordinador existents no han arribat encara a anar més enllà de simplificar el maneig de les dades. Es requereixen programes que, a més d'això, li permetin al subjecte desenvolupar les seves competències per a seleccionar, combinar i analitzar els mètodes.

Dels molts programes i recursos TIC, i concretament informàtics, que podem trobar, presentem a continuació una petita recopilació¹⁷ dels mateixos, classificats en tres grans grups: **Llistat de programes** (software), **llistat de pàgines de recursos** (que inclouen enllaços interessants a: més software, llistats de recursos per a matemàtiques, i pàgines personals de professors on també s'ofereixen recursos per a l'àrea), i **descripció d'eines (Wiris, Clic) o projectes (Descartes, Aulanet) per a la creació de recursos**.

¹⁷ Per a l'elaboració d'aquesta recopilació s'ha utilitzat com a referència el treball de Carles Fleitas de l'IES Marquès de Santillana de Comenar Viejo (Madrid), les pàgines oficials de la Consejería de Educación de la Comunidad Canaria, del MEC i del Departament d'Educació de Catalunya.

1. Llistat de programes interessants per a l'àrea de matemàtiques:

b) Software per a treballar Àlgebra; Funcions i Gràfics; i Geometria analítica (fig.1.2):

PROGRAMA	DESCRIPCIÓ	LOCALITZACIÓ
Derive	Assistent matemàtic que permet dibuixar funcions, calcular derivades, integrals, trigonometria, descomposar polinomis. Geometria analítica, binomial i normal,	Comercial (hi ha llicències barates per a centres educatius) [http://www.derive.com]
Derivada	Programa per a explicar el concepte geomètric de la derivada d'una funció en un punt, i de límit	Freeware [http://www.xtec.es/~jlagares/matemati.htm]
DPGraph	Programa per a representar objectes bidimensionals; permet animar gràfiques variant un paràmetre. Es poden veure interseccions en l'espai.	Comercial (molt barat) [http://www.dpgraph.com/]
El Graphic Calculus	Programa per a construir idees conceptuals en el càlcul. Famílies de gràfics, idees de càlcul i equacions diferencials	Lliure [http://trusolft.nl/]
Funcions	Eina per a estudiar les funcions	Freeware [http://www.xtec.es/~jlagares/matemati.htm]
Graphmatica	Programa per a dibuixar tot tipus de funcions (en coordenades cartesianes, polars, paramètriques), calcula derivades, integrals, etc.	Comercial (molt barat, hi ha llicències per a centres educatius) o baixant una demo [http://www8.pair.com/ksoft/]
Isoptikon	Instrument per a la creació de dibuixos exactes de la Geometria Plana d'Euclides	Freeware [http://www.uch.gr/Tmhmata/MATHEMATICS/MAT.html]
Maple	Assistent matemàtic que permet realitzar derivades, integrals, sistemes d'equacions, operatòria de nombres i polinomis, i representació gràfica de funcions	Comercial [http://maplesoft.com]
MathCad	Programa barreja d'un processador de text i full de càlcul. Permet crear fulls de treball amb matemàtica viva: Àlgebra, equacions, gràfics 2D, 3D s'actualitzen automàticament quan es modifica algun paràmetre	Comercial [http://www.mathsoft.com/mathcad]
Mathlab	Assistent matemàtic de càlcul simbòlic orientat a l'àlgebra matricial	Comercial [http://www.mathworks.com/products/matlab]
Math Type	Potent editor d'equacions. Versió professional de l'editor 'equacions que hi ha a Microsoft word, amb més prestacions	Comercial (hi ha llicències més barates per a centres educatius) [http://www.mathtype.com/]
MudPad	Assistent matemàtic que permet realitzar tot tipus de càlculs (derivades, integrals, equacions, polinomis, descomposició factorial,...), i representació gràfica de funcions.	Llicències lliures per a la majoria de versions [http://www.mupad.de]
NuCalc	Eina per a visualitzar matemàtiques amb rapidesa. Al mateix temps d'escriure una equació aquesta es dibuixarà automàticament. Permet gràfics 2D, 3D, sistemes de coordenades, solucions numèriques, mètodes simbòlics, animacions,...etc	Comercial [http://www.pacificT.com]
Win Plot	Programa per a representar funcions d'una i de dos variables. Permet desenvolupar animacions en funció d'un paràmetre que varia.	Lliure [http://math.exeter.edu/rparris]

Figura 1.2: Llista de software per treballar Àlgebra; Funcions i Gràfics; i Geometria analítica

c) Software per a treballar la geometria (fig.1.3):

PROGRAMA	DESCRIPCIÓ	LOCALITZACIÓ
Cabri	Programa comercial per a treballar la geometria. Permet estudiar al pla tot tipus de propietats i llos geomètrics. És senzill i intuïtiu i fàcil d'utilitzar	Comercial o baixar una demo de la pàgina comercial. [http://www.cabri.imag.fr/uindex-e.html]
CabriWeb	Petit tutorial de cabri que permet transformar una construcció creada per Cabri en un applet en una pàgina web	És un programa lliure en fase beta. Disponible gratuïtament a: [http://www.cabri.net/cabrijava/index-f.html]
Cinderella	Assistent matemàtic per a fer geometria interactiva, per a generar materials Web, genera imatges en formats postscript, permet treballar en geometries no euclídeas, etc	Comercial (econòmic i hi ha llicències educatives) o baixant una demo [http://www.cinderella.de]
Constru-mat	Construccions amb fusta. Hi ha figures planes i espacials. Es treballen conceptes matemàtics curriculars: perímetre, àrees, angles, volum,...	AI PIE (Catalunya) [http://www.xtec.es/crp-anoia/webcons/index.htm]
Geonet	Applet de Java, molt complet, que permet fer, entre altres coses, construccions de geometria dinàmica	Freeware per a usos no comercials [http://did.mat.uni-bayreuth.de/geonet/index.html]
Geup	Programa de geometria interactiva, similar a Cabri i a Cinderella. Realitzat per un equip especialitzat en matemàtiques de Canàries (Tenerife)	Comercial (barat) o baixant una demo [http://www.geupnet/index_esp.htm]
DrGeo	Programa per a fer geometria a l'estil Cabri. Senzill i fàcil d'usar	Distribució lliure [http://ofset.sourceforge.net/drgeo] [http://pfset.sourceforge.net/drgeenius]
Geometria	Successor del programa polyhedron. Programat en Java i amb una versió comercial més completa.	Versió lliure [http://geocentral.net/geometria/spanish]
Geoplanos interactivos	Programes per a ser usats des de la pàgina web corresponent	[http://matti-usu.edu/nlvm/navframes/asiid125g3t3.html]
	Activitats didàctiques en el geoplà :	[http://mathforum.irg/trscavo/geoboards/contents.html]
Pitàgores	Amb aquests recursos es pot treballar de forma exhaustiva tot sobre Pitàgores: el teorema, nombres pitagòrics, aplicacions, i altres aportacions de la escola pitagòrica	AI PIE [http://www.xtec.es/centres/e3004608/menus/depar/mates/pitagores/index.htm]
Poly	Programa per a explorar i construir poliedres. Permet manipular poliedres sòlids de moltes formes. Es poden imprimir versions planes (desenvolupaments) per a després reconstruir-los en forma tridimensional	Programa lliure, demo sense limitacions [http://www.peda.com/poly]
Polyhedron	Programa geomètric dissenyat per a msdos. Conté una col·lecció d'exercicis geomètrics en 3D per a ser resolts interactivament.	Versió lliure [http://geocentral.net/polyhedron]
Regla y Compàs	Programa per a generar senzills applet's geomètrics interactius. Programa alemany traduït al castellà per un professor colombià	Distribució lliure (Beta) [http://matematicas.uis.edu.co/ryc]
Rotate	Programa per a visualitzar poliedres a partir d'arxius ".rot" que es troben a la xarxa o que es poden dissenyar	Programa lliure [http://www.silicon-alley.com]
Tot triangle web	Programa que ofereix tot el que es vol saber sobre la geometria del triangle, documentada amb macros de Cabri	Disponible a: [http://www.xtec.es/~qcastell/tw/twcat/portada.html]
Sketchpad	Assistent matemàtic per a fer geometria semblant al Cabri	Es pot descarregar una versió lliure a: [http://www.keypress.com/sketchpad]
Transformacions	Es un conjunt d'unitats didàctiques per a treballar rotacions, simetries, translacions, homotècies i combinacions. Guanyador del primer Premi en el concurs Mathplets 2000	Es pot trobar a: [http://www.xtec.es/vs/mathematics/mathplets_2000/bdye/topindex.html]
WinGeo	Programa de geometria que forma part d'un conjunt de diferents programes coneguts amb el nom de "Peanut software" ("software del cacauet").	Distribució lliure [http://math.exeter.edu/rparris]
Z.u.L. Schulgeometrie, C.a.R.Geometry Program	Programa de simulació de construccions amb regla i compàs. Inclou llenguatge de macros. Ajuda a professors i alumnes a comprendre les construccions geomètriques amb cercles i línies rectes.	Freeware [http://mafhsrv.ku-eichstaett.de/MGF/homes/grothmann/car.html]

Figura 1.3: Llistat de software per treballar la geometria

c) Software per a treballar dibuix geomètric 3D, Frisos i Fractals (fig 1.4)

PROGRAMA	DESCRIPCIÓ	LOCALITACIÓ
Fractant	Programa per a estudiar el conjunt de Mandelbrot, els conjunts de Julia i tot tipus de fractals	Lliure [http://spanky..triumf.ca/www/fractint/ fractint.html]
Kali	Programa en Java que permet generar 7 tipus de frisos i els 17 tipus de mosaics a partir d'un dibuix generador	Lliure [http://www.geom.umn.edu/java/Kali/welcome.html]
El món dels fractals	Tutorial molt interessant amb diverses seccions per a treballar el concepte de fractal, veure imatges de generació d'un fractal, relació de fractal con el món físic,..etc	A: [http://www.xtec.es/~iocon/projecte/portada/el_mon_dels_fractals.htm]
Minos 2.2	Programa CAD per a dibuixos tècnics en 3D	Lliure [http://perso.wanadoo.fr/rleboite/minos.htm]
Pov>Ray	Programa de dibuix geomètric tridimensional per traçat de raigs. Utilitza coordenades tridimensionals; els objectes geomètrics es defineixen per la seva posició i mesures característiques, es pot traslladar, girar, se'ls assigna un color i textura, es creen punts lluminosos,..etc	Lliure [http://www.pvray.org/]
Té dimensió fractal la Costa Brava?	Treball realitzat per una alumna de batxillerat de Catalunya. Explica què són els fractals, concepte de dimensió fractal, i aplicacions.	A: [http://www.xtec.es/iesbisbal/fractals/intro.htm]

Figura 1.4: Software per treballar dibuix geomètric 3D, Frisos i Fractals

d) Software per a treballar l'Estadística (fig.1.5):

PROGRAMA	DESCRIPCIÓ	LOCALITZACIÓ
Excel	Full de càlcul del paquet Office de Microsoft. Permet el tractament de dades estadístiques, realitzar gràfics a partir de les dades, resoldre problemes d'optimització, i realitzar simulacions de situacions reals	Comprant-lo a Microsoft (normalment ve amb el paquet Office)
Funció de Distribució Normal. Gauss	Programa per a ajudar a resoldre i entendre problemes que requereixen la taula de la funció de distribució de Gauss	Freeware [http://www.xtec.es/~jlagares/matemati.htm]
Mostres	Programa simulador de mostres per a una funció de distribució normal	Freeware [http://www.xtec.es/~jlagares/matemati.htm]
WinStats	Programa per al tractament de dades estadístiques i per a generar gràfics (forma part del paquet de programes "Peanut SoftWare")	Lliure [http://math.exeter.edu/rparris]
Informació Interactiva del Instituto Nacional de Estadística	Recurs on-line. Es poden consultar dades estadístiques. Permet fer consultes generalitzades i guardar els resultats en forma de full de càlcul	Accés lliure [http://www.ine.es] [http://www.ine.es/censo2001/pobcen01menu.htm]
Institut d'Estadística de Catalunya	Sèries estadístiques de les comarques catalanes	Lliure [http://www.idscat.es]
Minitab	Assistent estadístic per a ús a l'ESO, Batxillerat i Universitat	A: [http://www.vusoft.nl/]
StatGraphics	Assistent per al treball amb Estadística. Paquet professional	A: [http://www.statgraphics.com]
SPSS	Assistent per al treball amb Estadística. Paquet estadístic professional	A: [http://www.spss.com]
VUStat	Assistent estadístic. Usos per a ESO i Batxillerat	A: [http://www.vusoft.nl/]

Figura 1.5: Llistat de software per treballar l'Estadística

2. Llistat de pàgines de recursos:

PÀGINA	DESCRIPCIÓ	LOCALITZACIÓ
Aquí Matemàtiques!	Web amb informacions, recursos i propostes matemàtiques per a l'alumnat d'ESO i Batxillerat. Software d'interès. Applets, enllaços, unitats didàctiques. Museus de matemàtiques. El problema del mes.	A: [http://www.xtec.es/recursos/mates/aqui/home.htm]
Calaix+ie	Espai dedicat a les recreacions matemàtiques. Es renova cada tres mesos.	A: [http://www.xtec.es/~jjareno/index.htm]
Entreteniments Matemàtics	Pàgina amb propostes lúdiques sobre Història de la Matemàtica, acudits geomètrics, jocs de taula, de cartes, problemes de lògica, sèries, etc..	A: [http://www.xtec.es/~rbernau1/]
METAMERAVELLES	Pàgina dedicada a descobriments numèrics considerats curiosos o divertiments matemàtics. Recursos per al càlcul mental ràpid o per a altres usos de l'àrea.	A: [http://www.xtec.es/~bfiguera/curios.html]
Matemàtica Recreativa Interactiva	Pàgina dedicada a la resolució de problemes, amb propostes molt variades. També s'ofereix la solució als mateixos contactant amb l'autor per a sol·licitar la contrasenya de dita solució.	A: [http://www.xtec.es/~efranco/]
OKMath	Portal amb propostes d'activitats resoltes per als diferents continguts de matemàtiques (funcions, còniques, derivades, equacions,...). Estan classificades per categories: escoles, instituts, selectivitat i universitat	A: [http://www.okmath.com/]
PNTIC	Web del MEC. Conté diverses pàgines amb recursos de matemàtiques	Materials curriculars de matemàtiques premiats [http://www.pntic.mec.es/programa/materia.htm#mat]
		Recursos d'aula en matemàtiques [http://www.pntic.mec.es/recursos/secundaria/fr/matematicas]
		Pàgines professionals elaborades per professors [http://www.pntic.mec.es/recursos/pgprof/matematicas.htm]
ESCOLA OBERTA	Web del PIE de Catalunya. Molt completa, amb una secció dedicada als recursos i materials per a l'E/A de les matemàtiques.	A: [http://www.xtec.es/recursos/mates/index.htm]
ENLACES DE INTERÉS	Web del Govern Canari. Conté un llistat molt complet de pàgines de recursos, de didàctica de la matemàtica, pàgines temàtiques, olimpíades, història, software, sobre fractals,...	A: [http://nti.educa.rcanaria.es/matematicas/enlaces/enlaces.htm]

Figura 1.6. Llista de pàgines web de recursos

3. Descripció d'eines i projectes que permeten la creació de recursos TIC:

a) CLIC

El **Clic** [<http://www.xtec.es/recursos/clic>] és una eina per a la creació d'aplicacions didàctiques multimèdia amb quasi 10 anys d'història. Al llarg de tot aquest temps molts

educadors han usat aquest software per a crear activitats en les diferents àrees del currículum.

La web *El racó del Clic* [<http://www.xtec.es/recursos/clic/esp>] és un espai per a l'intercanvi de les aplicacions fetes amb Clic, en el que actualment es poden descarregar més de 500 paquets d'activitats creades per equips de professors de diferents països i comunitats. Les activitats estan ordenades per matèries, per nivells educatius o per idiomes. Un dels paquets d'activitats està dedicat a les matemàtiques, conté un llistat molt interessant i abundant d'aplicacions per a aquesta assignatura: *Activitats clic-matemàtiques* [<http://www.xtec.es/recursos/clic/esp/act/mates/index.htm>]

Aquestes activitats també es poden trobar en el CD-ROM Sinera ("Sinera Clic 2000") que edita periòdicament el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya, veure en: [http://www.xtec.es/recursos/clic/esp/rec/sinera_clic.htm]. Aquest CD-ROM pot sol·licitar-se en: [sinera@pie.xtec.es].

b) WIRIS

Wiris és un important recurs didàctic. És una eina matemàtica (una calculadora científica, simbòlica i gràfica) que permet el treball conceptual. Calculadora accessible en línia a través d'Internet, de la qual els usuaris de l'**Edu365** i de la **XTEC** poden baixar-se una versió per a treballar localment.

La *wiris* té una àmplia gamma de potencialitats, que van de l'aritmètica a l'anàlisi matemàtic avançat, passant per la geometria, amb la possibilitat de fer gràfics interactius.

El Racó de la Wiris [<http://www.xtec.es/formaciotic/recursos/wiris/activitats/index.htm>] és una web, una "finestra oberta", on es dona a conèixer el treball realitzat pel professorat amb aquesta eina. Des d'ella es pot accedir a la aplicació i a les *unitats didàctiques* d'Aulanet de la Xtec, a les *activitats* proposades o supervisades per *Maths for More S.L.*, empresa autora del programa *wiris*, a les pàgines *web d'activitats del professorat* de secundària fetes amb *Wiris*, i a altres *propostes soltes*. També hi ha un llistat d'unitats didàctiques realitzades amb *wiris*.

c) AULANET

Aulanet [<http://www.edu365.com/aulanet>] és un projecte, una actuació del Departament d'Ensenyament i la Secretaria per a la Societat de la Informació que té com a objectiu la creació de materials curriculars basats en Internet. La web d'Aulanet o *Internet a l'aula* conté les *Muds* (Mini-unitats didàctiques) de diferents assignatures, entre elles *Intermates* [<http://www.edu365.com/aulanet/intermates>], mini-unitats didàctiques de matemàtiques per a ESO, que estan distribuïdes per cicles i continguts (nombres i mesura, geometria, àlgebra i funcions, i estadística).

Així mateix dins d'aulanet tenim una recopilació d'*Unitats Didàctiques* d'Educació Infantil, Primària, ESO, Batxillerat i Cicles Formatius, seleccionades en la primera convocatòria del Departament d'Ensenyament de concurs públic per a la selecció d'unitats didàctiques que integren les TIC en les diverses àrees del currículum. De la pàgina principal d'*Unitats Didàctiques* [<http://www.xtec.es/aulanet/u>] podem accedir a les diverses assignatures, entre elles a la pàgina que conté totes les unitats didàctiques de matemàtiques [<http://www.xtec.es/aulanet/ud/mates/index.htm>].

d) DESCARTES

Software gratuït que es recolza en l'applet *Descartes*, i que permet crear unitats temàtiques basades en l'esmentat recurs. L'eina és molt potent i es pot configurar al gust del professor. Està desenvolupada pel programa de noves tecnologies del MEC. Des de la seva pàgina principal [<http://www.pntic.mec.es/Dcartes/index.html>] es pot accedir a les diferents *unitats temàtiques* (llibre electrònic de matemàtiques per a ESO i Batxillerat estructurat per cursos), a les *aplicacions* (pàgines desenvolupades per professors per a Descartes, estructurades per temes) i a diverses *experiències* realitzades amb Descartes a l'aula. Aquest software es va millorant contínuament (descartes, descartes 2, descartes 3), tant en la facilitat de l'entorn com en la seva potència.

1.3 Les TIC en el currículum de Matemàtiques a Catalunya

El nou escenari social també té importants conseqüències en el disseny del marc curricular perquè cal adaptar el currículum de tots els ensenyaments revisant-los en funció del que demanda aquesta nova societat, incorporant-hi les TIC i fent explícites les aportacions d'aquestes tecnologies.

Així doncs, cal establir que sigui obligatori que els projectes curriculars dels centres educatius de nivells no universitaris contemplin estratègies per garantir la incorporació de les TIC de manera sistemàtica i progressiva i la igualtat d'oportunitats de l'alumnat. En aquest sentit – i centrant-nos a Catalunya per ser la comunitat autònoma en la qual es desenvolupa el nostre treball- el Departament d'Ensenyament, a través del Pla Estratègic per la Societat de la Informació(2002) de la Generalitat de Catalunya, s'ha encarregat d'aquests assumptes.

Al respecte, el desplegament de la Iniciativa 1 d'aquest Pla Estratègic, ha permès fins aquest moment, entre d'altres:

- Foment de la progressiva adaptació dels currículums dels ensenyaments reglats incorporant-hi les TIC.
- Foment d'intercanvis d'experiències amb incorporació d'elements virtuals.
- Definició de nous currículums educatius pel que fa als nivells d'ensenyament obligatori com als d'ensenyament superior.
- Formació en la creació de continguts multimèdia.
- Introducció en els plans d'estudi de formació del professorat del coneixement de l'impacte de les TIC en la metodologia específica i en les diferents matèries.
- Desenvolupament d'un pla de formació continuada del professorat en funció del marc de coneixements i habilitats necessaris, que havia estat prèviament definit per a cadascun dels perfils educatius.

- Creació d'un espai a la xarxa per a l'accés a materials, informació i eines de formació i autoaprenentatge.
- Establiment d'un programa de digitalització de continguts.
- Creació de nous materials multimèdia.
- Promoció del canvi organitzatiu i estructural als centres educatius i desplegament de la comunitat virtual d'aquests centres mitjançant:
 - Potenciació de la incorporació de les TIC al projecte educatiu dels centres de manera que es garanteixi la universalització sistemàtica i progressiva com a objectiu institucional, en els diferents nivells de concepció, gestió i execució.
 - Potenciació de la integració de les TIC (equipament, connectivitat, xarxes) als projectes de concepció i construcció dels centres educatius (connectivitat a l'aula).
- Dotació d'un pla per als centres públics d'equipament i connectivitat que ha permès l'accés de tots els centres educatius a serveis virtuals, documentals i formatius amb el progressiu increment de la seva velocitat fins aconseguir uns estàndards de banda ampla.
- Dotació d'adreça de correu electrònic i, eventualment, de presència a la xarxa (pàgines web) per a tota la comunitat dels centres educatius.

Aquest Pla també considera que la clau d'èxit del canvi s'assolirà en la mesura que els ensenyants prenguin consciència de la necessitat de "dominar" les noves tecnologies de forma que la infraestructura disponible (xarxa i continguts digitals) sigui realment utilitzada i formi part estructurada de la tasca docent. També té present:

- que la formació inicial de l'actual professorat i les seves experiències personals són pròpies d'un entorn amb una presència limitada de les Tecnologies de la Informació i de les Comunicacions;

- que tot i que el professorat és conscient de l'impacte actual o potencial de les TIC en la seva activitat professional i que lluita contra l'analfabetisme informàtic participant intensament en la formació permanent, aquest fet no garanteix el replantejament de determinades qüestions relatives a la manera en què exerceix la seva feina i a com ha d'evolucionar el seu lloc de treball;
- i que la formació del professorat tampoc garanteix que es facin plantejaments col·lectius que requereix una innovació educativa continuada.

Per aquest motiu la Iniciativa 2 del Pla Estratègic, posa en marxa accions per a crear els canvis necessaris i una incitació a la utilització quotidiana de les TIC. L'abast d'aquesta Iniciativa és global; inclou nous plans d'estudis, promoció de la recerca interdisciplinària i un pla de formació continuada:

- Introduir en els plans d'estudi de formació del professorat: el coneixement de l'impacte de les TIC en la metodologia específica i en les diferents matèries d'estudi.
- Desenvolupament d'un pla de formació continuada en funció del marc de coneixements i habilitats necessaris, que serà prèviament definit per a cadascun dels perfils educatius.
- Promoció de la recerca interdisciplinària en les TIC que integri persones i grups de diferents nivells del sistema educatiu.
- Estímul i afavoriment de la participació de grups i centres en projectes conjunts a nivell nacional i internacional.
- Creació d'un espai a la xarxa per a l'accés a materials, informació i eines de formació i autoaprenentatge.

Quinze anys abans de l'existència d'aquest Pla, el Departament d'Ensenyament a través del Programa d'Informàtica Educativa (ara Subdirecció General de Tecnologies de la Informació, integrada pel PIE i el PMAV), creat l'any 1986 amb l'esperit, ja en aquella època, de promoure i facilitar la plena integració de les tecnologies en les activitats d'E/A de primària i secundària, va iniciar nombroses actuacions que s'han anat

consolidant i ampliant al llarg del temps (capítol 4; 4.6.4.1), entre elles, accions de promoció del desenvolupament del currículum i de la formació del professorat, base per a dur a terme la integració de les TIC.

És des d'aquest moment que es van anar publicant els Decrets d'Ordenació del Sistema Educatiu de Catalunya, tant de Primària com de Secundària, en els quals es feia una referència força explícita al lloc que la Tecnologia havia d'ocupar dins de les àrees.

En aquest sentit, i centrant-nos en l'Educació Secundària i en l'àrea de matemàtiques, respectivament, observem que (Quintana i Vivancos, 1992):

- l'Article 2; Punt 2.6, del Decret 96/1992, de 28 d'abril, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria, diu: “*Conèixer els elements essencials del desenvolupament científic i **tecnològic**, valorant les seves causes i les seves implicacions sobre la persona, la societat i l'entorn físic*”.

Al Punt 2.9: “*Interpretar i produir missatges amb propietat, autonomia i creativitat, utilitzant codis artístics, científics i **tècnics**, articulant-los a fi d'enriquir les pròpies possibilitats de comunicació i reflexionar sobre els processos implicats en el seu ús*”.

I al Punt 2.11: “*Obtenir, seleccionar, tractar i comunicar informació utilitzant les fonts en què habitualment es troba disponible, i les metodologies i els **instruments tecnològics** apropiats, procedint de forma organitzada, autònoma i crítica*”.

- I a l'Annex del Currículum de la Secundària Obligatòria, en l'àrea de Matemàtiques s'hi fa referència en els següents objectius i continguts:

Objectius generals; Punt 9: “*Emprar amb soltesa i familiaritat els **mitjans tecnològics** (calculadores i ordinadors) que facilitin les tasques de càlcul i de representació*”.

Continguts; Procediments; Punt 2.3: “*Càlcul exacte i aproximat amb nombres: mentalment i per escrit, amb calculadora o amb **ordinador***”

Objectius terminals; Punt 19: “Escollir adequadament quin és el mètode més convenient per a la realització d’un determinat càlcul: mentalment, per escrit, amb calculadora o **amb ordinador**”.

Punt 20: “Aplicar algorismes de càlcul amb calculadores o implementats en **fulls de càlcul informatitzats** per trobar els resultats d’expressions aritmètiques, construir taules funcionals o explorar pautes i regularitats numèriques”.

Punt 22: “Ser conscients de les limitacions en la precisió que posseeixen els mitjans automàtics de càlcul i controlar la correcció dels resultats que ofereixen”.

Punt 33: “Utilitzar correctament aparells de mesura i dibuix, **programes d’ordinadors**, per fer construccions geomètriques planes”.

Punt 39: “Emprar **programes d’ordinador** per a la representació cartesiana de gràfics analitzant-ne les característiques per mitjà de desplaçaments, canvis d’escala o comparació de diferents gràfics relacionats”.

Punt 46: “Construir taules de freqüències, representar gràficament dades estadístiques i emprar **programes informàtics adequats**”.

Després d’una dècada d’aquests fets, quan les TIC s’utilitzen amb més o menys rigor però amb convenciment, a l’ensenyament obligatori es troba a faltar la definició d’un Currículum on s’especifiquin quines competències han d’assolir les noves generacions en matèria TIC i es prescriu quin tractament ha de tenir aquesta “matèria” en el currículum de l’alumne. En aquesta qüestió coincideixen la majoria d’autors que han abordat el tema: Cebrián (2003), Cabero (2001), Gisbert (2000), Marqués (2001), Projecte Astrolabi (2002) i d’altres que no citarem en aquest moment. La definició i prescripció d’un Currículum per part de l’Administració és la garantia d’una implantació regular, sistemàtica i eficaç de les TIC a l’ensenyament obligatori, sense això anem a una situació de tractament de les TIC desigual per part de les diferents Comunitats Autònomes i no parlem ja dels centres docents. Aquesta situació d’indefinió provoca cert neguit entre el professorat que agreuja molt més les situacions de determinats centres on el nombre de professors “tecnològics” és reduït o bé els que des de l’equip directiu i des dels òrgans de coordinació (coordinació

informàtica, etapa i/o cicle) no es potencia la utilització de les TIC en les activitats d'E-A i en les altres tasques docents del professorat.

A Catalunya, l'Administració ha fet un pas en aquesta direcció publicant un document de treball on es defineixen les competències bàsiques en TIC, on es recullen els 5 àmbits i dimensions més rellevants de les TIC per a l'educació:

1. Impacte històric-social
2. Alfabetització tecnològica
3. Instruments de treball intel·lectual
4. Eina comunicacional
5. Control i modelació

Aquestes dimensions o àmbits es desenvolupen en uns objectius generals i una sèrie de competències bàsiques agrupades en coneixements declaratius o conceptuals, procedimentals i actitudinals, relatius a cada un d'ells, i que suposen un primer nivell de concreció curricular, deixant en mans dels centres el desenvolupament curricular (2n i 3r nivell de concreció).

Els objectius establerts, pel que fa a l'ensenyament secundari obligatori, són els següents:

ÀMBIT/DIMENSIÓ	PRIMER CICLE ESO	SEGON CICLE ESO
Impacte històric-social	Progressivament l'alumnat ha de desenvolupar les capacitats següents: <ul style="list-style-type: none"> • Comprendre l'impacte ètic, cultural i social relacionat amb les TIC • Valorar els beneficis personals i socials de les TIC • Ésser conscients de les implicacions dels usos de les TIC en diferents situacions, per exemple a l'aula i a casa. • Apreciar la necessitat d'usos responsables de les TIC i la necessitat de protegir la informació de possibles mals usos, tant a nivell individual com col·lectiu. 	
ÀMBIT/DIMENSIÓ	PRIMER CICLE ESO	SEGON CICLE ESO
Alfabetització tecnològica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpretar especificacions informàtiques senzilles 2. Usar altres perifèrics quan s'escaigui 3. Saber la utilitat del "Nom d'usuari" i de la "Contrasenya" en una xarxa local 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar manuals i ajuda en línia per resoldre problemes senzills de programari 2. Adquirir les nocions bàsiques sobre el funcionament d'un ordinador i dels seus perifèrics

ÀMBIT/DIMENSIÓ	PRIMER CICLE ESO	SEGON CICLE ESO
Instruments de treball intel·lectual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar les cerques per Internet a situacions de la vida real. 2. Baixar fitxers 3. Afiar les cerques 4. Analitzar i comentar críticament pàgines web 5. Analitzar problemes, i implementar i avaluar solucions usant bases de dades i fulls de càlcul 6. Generar casos pràctics utilitzant fulls de càlcul 7. Fer gràfiques a partir de bases de dades i fulls de càlcul 8. Crear un document incorporant informació textual, gràfica i estadística 9. Crear un document usant i manipulant un bon nombre de materials gràfics 10. Elaborar una presentació multimèdia o pàgines web sense l'ajut del professor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar cercadors específics 2. Afiar les cerques amb l'ajut d'operadors lògics 3. Transferir i comprimir fitxers 4. Avaluar de forma crítica pàgines web i cercadors 5. Comparar la utilitat d'una base de dades i d'un full de càlcul per solucionar problemes 6. Usar funcions avançades de bases de dades i fulls de càlcul aplicades a casos pràctics 7. Crear un document usant programari de disseny/dibuix 8. Generar un document, tenint cura de la presentació, que contingui un bon nombre de gràfics manipulats 9. Elaborar una presentació multimèdia o pàgines web que continguin un bon nombre d'elements multimèdials

ÀMBIT/DIMENSIÓ	PRIMER CICLE ESO	SEGON CICLE ESO
Control i Modelització	<ol style="list-style-type: none"> 1. Controlar un dispositiu a través d'una seqüència d'ordres complexa. Per exemple una que contingui una instrucció condicional o un bucle 2. Usar l'ordinador per recollir i processar dades del medi ambient 3. Controlar un dispositiu extern amb ordres que descriguin el funcionament, pas a pas, per exemple: el braç d'un robot 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Crear un grup d'ordres amb l'ordinador per solucionar un problema 2. Seleccionar els dispositius d'entrada i de sortida apropiats per solucionar problemes

ÀMBIT/DIMENSIÓ	PRIMER CICLE ESO	SEGON CICLE ESO
Eina de comunicació	<ol style="list-style-type: none"> 1. Participar en activitats de grup: fòrums i entorns de col.laboratius 2. Ésser conscients de l'estil i actuacions adequades en un fòrum 3. Ús responsable del correu electrònic 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coordinar una activitat en grup (fòrum electrònic) 2. Comprendre i utilitzar diferents entorns de treball col.laboratiu, síncrons i asíncrons

Figura 1.7: Competències bàsiques TIC d'Educació Secundària Obligatòria (SGTI, 2004)

En aquest moment, aquest document és l'única referència en aquesta matèria i a partir del mateix és des d'on s'està treballant en alguns centres pioners, conscients de la necessitat i per iniciativa pròpia, amb més i menys encert, per tal de definir un Projecte Curricular a nivell de centre que garanteixi una seqüenciació en l'adquisició de les competències bàsiques per part dels seus alumnes i un treball rigorós per part del professorat.

1.4 Síntesi del capítol

En aquest capítol hem centrat la problemàtica objecte d'estudi al fer referència als canvis que afecten al professorat i a la seva formació davant la cultura digital establerta en la nostra societat i la incidència que aquesta té en l'educació en general, i concretament en l'educació matemàtica.

La cultura digital sorgida com a conseqüència de la Societat de la Informació i el Coneixement, suposa noves formes de veure i entendre el món, nous sistemes de comunicació interpersonal i d'informació, àgils mitjans de transport per viatjar amb rapidesa, instruments tecnificats per a realitzar el nostre treball, i nous valors i normes comportament. Tot això exigeix de tots els ciutadans noves capacitats personals, socials i professionals per poder viure en aquest nou escenari i afrontar els continus canvis i els ràpids avenços científics. Amb els paràmetres socials així establerts, un dels reptes de l'educació és aconseguir que cada ciutadà desenvolupi i enforteixi les seves competències per absorbir, processar i reelaborar la immensa informació per a que pugui convertir-la en coneixement útil; la qual cosa implica que la institució educativa ha d'assumir les necessitats i demandes d'aquesta nova societat incorporant al seu sistema –de manera efectiva– els avenços tecnològics que la mateixa societat està introduint en altres entorns.

Aquesta nova realitat evidencia que la preparació del professorat no pot continuar sent la mateixa que fins ara, degut a que (Majó i Marqués, 2002):

- El treball del docent es desenvolupa en situacions cada cop més complexes i amb estudiants més heterogenis, molts cops menys educats i atesos per les famílies, però en principi més informats gràcies als mitjans de comunicació.
- Els canvis en els continguts que s'han d'impartir i els instruments a utilitzar, al comptar amb el suport de les TIC, augment en les funcions que se'ns assignen, i evolució de les metodologies didàctiques.

- La necessitat, imposada per aquesta nova societat, d'un aprenentatge permanent i d'una actualització continua dels coneixements.

Entre els canvis que afecten a la formació del professorat tenim els que fan referència a l'aprenentatge tecnològic, el qual ha de començar per una alfabetització i actualització dels docents respecte als mitjans tecnològics, però que no es pot limitar a l'ús dels nous dispositius sinó que ha d'aprofundir en les implicacions culturals i socials dels nous mitjans quant a agents educatius, és a dir, com diu Cabero (1998) ha de potenciar les referències a la seva utilització, organització i disseny didàctic, de manera que li permeti fer realitat l'ús quotidià de els TIC en la seva pràctica docent.

En aquest context també ens preguntem quins arguments justifiquen l'ensenyament de la matemàtica als centres educatius i, en tot cas, com cal ensenyar-la i com fer per a que tots els alumnes arribin a aconseguir les fites que demana la nova societat. Al respecte, volem posar de manifest que la matemàtica és –i així ha de ser presentada- un coneixement útil, pertinent, desitjable, convenient, profitós, important, necessari i adequat per a donar respostes als problemes actuals, vitals, propers i interessants que confronten els alumnes. Les TIC poden ser un suport important en la consecució d'aquestes fites.

I és que pràcticament des del mateix naixement dels microordinadors hem sentit contínuament que aquests ajudarien al professorat en els processos d'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques ja que el seu ús aconseguiria un increment en els coneixements dels alumnes; posant –per tant- moltes expectatives en el paper que les TIC podien jugar en l'ensenyament i aprenentatge d'aquesta àrea.

Però de moment el rendiment que se n'ha obtingut no ha estat l'esperat. La mateixa evolució de la potència de les màquines, dels sistemes operatius i de les eines de desenvolupament; l'accés restringit als aparells per part dels alumnes; el coneixement, les visions i actitud del professorat; el fet que el maquinari quedés obsolet ràpidament; i la manca de software adequat,... són alguns dels factors que han influït en que no es poguessin complir aquestes expectatives, tot i l'esforç de les diverses administracions educatives implicades.

Malgrat tot, les TIC s'han anat incorporant progressivament als processos d'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques, provocant un debat per part dels experts en torn al tema arran del qual hem pogut observar les opinions d'aquests: l'impacte positiu, és a dir, les aportacions o beneficis de la tecnologia a aquesta àrea curricular, i l'impacte negatiu, és a dir, la problemàtica que la introducció inadequada dels recursos tecnològics en l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques pot generar; així com quina ha de ser la seva posició dins els currículums d'aquesta àrea.

En línies generals, els experts donen el seu vot positiu a la incorporació de les TIC a l'ensenyament i aprenentatge d'aquesta matèria, tot i que expressen les seves reserves respecte a com s'ha de fer i fins a quin punt ("quanta tecnologia") ha d'arribar:

- Les TIC són bones eines per millorar l'ensenyament de les matemàtiques, si es *"trien de forma acurada, orientades, guiades i enfocades a la seva utilitat en l'ensenyament d'aquesta matèria, no com un objectiu en sí mateix"* (Roanes, 2003).
- Les TIC han de ser un instrument més en l'ensenyament de les matemàtiques, la qual cosa implica unes limitacions en la consideració i ús d'aquesta: que mai han de substituir o desplaçar al professor perquè aquest continua sent un element molt important de l'acte didàctic: "si la tecnologia es converteix en el professor haurem perdut la batalla" (Olivé, 2003); i que sempre cal recordar que l'important continua sent incentivar als alumnes a pensar, inventar nocions i teoremes, o ser creatiu,...
- Per treure profit a aquesta eina didàctica és necessari que el professorat estigui ben format, ja que els recursos tecnològics per sí sols no augmenten ni disminueixen l'aprenentatge, depèn molt de l'ús que el professor faci d'ells. El professor ha de planificar el seu ús d'acord al grup d'estudiants que dirigeix, al contingut curricular i als objectius fixats en el seu entorn educatiu, d'aquí la importància que tingui una adequada formació.

Els beneficis per a l'ensenyament i aprenentatge de la matemàtica, d'una utilització correcta dels mitjans, són nombrosos. De forma resumida podem dir que els instruments tecnològics constitueixen uns instruments de mediació en la construcció del coneixement matemàtic, subministrant un nou ambient que permet diferents

representacions semiòtiques d'un concepte u operació matemàtica, la qual cosa afavoreix que es puguin tractar les dades de forma global al permetre el software combinar-les de manera numèrica, simbòlica i gràfica alhora; així mateix permeten que l'alumne pugui interactuar amb objectes matemàtics, i representar gràficament i de forma dinàmica els conceptes, aprenent més ràpid i amb més comprensió; apropen els alumnes als currículums des d'una perspectiva més realista, lligada a un entorn més familiar i que li dóna més confiança; i suposen un augment de l'autonomia de l'alumne i de la seva motivació propiciat per la presència de l'element nou: l'ordinador, i els canvis en l'aspecte de l'aula, de les activitats, de la metodologia del professor, etc.

Considerem com a principals inconvenients derivats d'un ús inadequat d'aquests recursos en l'ensenyament de la matemàtica els programes comercials (o no) mal implementats que porten a confusions o fallen, el fet que una excessiva dependència de la màquina pugui tenir efectes contraris a la creativitat, l'obtenció de la resposta massa ràpida sense tenir la necessitat de pensar primer, i el fet que es menysvalori la importància del càlcul algebraic com a conseqüència d'alliberar a l'alumnat d'una excessiva dependència respecte a aquesta habilitat.

Hem vist com les TIC constituïen una eina potent i eficaç per a l'ensenyament i aprenentatge de les matemàtiques. Per a que sigui efectiva, la introducció d'aquests mitjans en l'àrea d'aquesta matèria ha de portar parell també canvis en els ambients o escenaris d'aprenentatge, en les estratègies metodològiques, els continguts curriculars i en els criteris d'avaluació.

Els entorns tecnològics per aprendre matemàtiques transformen les pràctiques dels alumnes perquè els faciliten el desenvolupament de noves concepcions sobre els objectes matemàtics, permeten representar els objectes i també les seves propietats. La interacció entre l'aprenent i l'ordinador es basa en la interpretació simbòlica, els càlculs amb les dades d'entrada que aquest realitzi i el feedback que l'entorn proporciona (Balacheff y Kaput, 1996). En un entorn d'aprenentatge existeix un conjunt de recursos que esperen contribuir coordinadament a un aprenentatge eficaç. Hem classificat aquests recursos segons el tipus d'aplicacions informàtiques usades (instruccionals, d'informació i comunicació), segons la tasca que han de realitzar els alumnes (de memorització i pràctica, de comprensió, d'aplicació i multimèdia) i segons la modalitat,

és a dir, els tipus de software que hi ha de cada categoria (tutorials, simulacions, programació,...). Així mateix aportem una extensa taxonomia de programes referits als diferents temes de la Matemàtica, en la qual observem que els programes dels continguts de geometria, àlgebra, precàlcul i càlcul han avançat més en la seva aportació didàctica que els d'aritmètica i estadística, confirmant així les observacions realitzades per Gómez (1997) al respecte.

La presència de la tecnologia també requereix de nous plantejaments metodològics i l'ús d'estratègies didàctiques diferents a la classe de matemàtiques, i té importants conseqüències en el disseny del marc curricular que s'ha d'adaptar a les noves exigències; com és el cas del currículum de matemàtiques de secundària de Catalunya en el qual s'hi fa referència en els objectius generals i de forma més explícita en els objectius terminals on es demana l'ús de l'ordinador en el càlcul, funcions i gràfics, construccions geomètriques planes i estadística principalment. L'objectiu prioritari de les Administracions Educatives hauria de ser a partir d'ara el de aconseguir que les línies que marca aquest currículum, quant a la utilització de la tecnologia, fos una realitat de la pràctica docent diària en els centres educatius.