

*Extensió dels Learning
Management Systems cap al
m-learning des d'una
perspectiva
sostenible*

Tesi presentada per optar al títol de:

Doctor en Ciències de la Universitat Politècnica de Catalunya

Doctorand: María José Casañ Guerrero

Director: Miquel Barceló i Garcia

Data: novembre 2012

Acta de qualificació de tesi doctoral

Curs acadèmic: 2012/2013

Nom i cognoms

Maria José Casañ Guerrero

DNI / NIE / Passaport

37335508E

Programa de doctorat

Sostenibilitat, Tecnologia i Humanisme

Unitat estructural responsable del programa

Institut de Sostenibilitat

Resolució del Tribunal

Reunit el Tribunal designat a l'efecte, el doctorand / la doctoranda exposa el tema de la seva tesi doctoral titulada
Extensió dels Learning Management Systems cap a l'm-learning des d'una perspectiva sostenible.

Acabada la lectura i després de donar resposta a les qüestions formulades pels membres titulars del tribunal, aquest atorga la qualificació:

APTA/E NO APTA/E

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
President/a		Secretari/ària	
(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)
Vocal	Vocal	Vocal	Vocal

_____, ____ d'/de _____ de _____

El resultat de l'escrutini dels vots emesos pels membres titulars del tribunal, efectuat per l'Escola de Doctorat, a instància de la Comissió de Doctorat de la UPC, atorga la MENCIÓ CUM LAUDE:

SI NO

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
Presidenta de la Comissió de Doctorat		Secretària de la Comissió de Doctorat	

Barcelona, ____ d'/de _____ de _____

Agraïments

A Miquel Barceló, Jordi Piguillem, Saul Cheung, Enric Mayol, Nikolas Galanis, Tomás Manzanares, Jordi López, Óscar Martínez, Alfonso Bocanegra, Imanol Urra, Thais Martínez, els membres del grup de recerca GRIAL, Pablo Casado i Cavid Castro; als membres del departament de ESSI, UPCNet, i molts altres que sens dubte oblidó...

... Gràcies per tot.

I gràcies en especial a Marc Alier

... per compartir la il·lusió i l'esforç en aquest i molts altres projectes.

Resum

L'educació va ser marcada a l'any 2000 per les Nacions Unides com un dels Objectius del Mil·lenni pel desenvolupament. Amb aquest objectiu, també conegut com "educació per a tothom", es pretén que per l'any 2015, tots els nens i nenes del planeta puguin acabar l'educació primària.

Per donar prioritat a aquest objectiu, les Nacions Unides van declarar el període entre 2005 i 2015 com el Decenni de l'Educació pel Desenvolupament Sostenible. El decenni promou l'educació com a element bàsic per aconseguir transformar la societat cap a una societat més sostenible. Transformar l'educació no és una tasca fàcil. Per aquest motiu, l'Informe Delors encarregat per la UNESCO proposa una direcció per fer la transformació cap a l'aprenentatge durant tota la vida (lifelong learning). Els coneixements i habilitats que hom aprèn han de permetre'l afrontar els reptes i problemes durant tota la vida. Cal aprendre noves habilitats i actituds, en lloc de coneixements que caduquen.

En la Societat de la Informació cal aprendre competències digitals, per poder desenvolupar-se a la societat. Les competències digitals són tanmateix una eina vehicular de tot tipus d'aprenentatge. Per tant, les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) no es poden aplicar de qualsevol manera a l'educació, ni tots els usos de les TIC aplicades a l'educació fomenten el mateix tipus d'aprenentatge. Cal buscar aquells usos de les TIC aplicades a l'educació que fomenten el desenvolupament sostenible i que ajuden a combatre la fractura digital (la diferència en l'accés a les TIC entre països, regions o grups de persones).

Les TIC mòbils i la seva ràpida adopció arreu del món, tenen un gran potencial per facilitar una transformació en l'educació cap al lifelong learning. El sector de les TIC mòbils és l'únic sector o grup de TIC on la fractura digital entre països rics i pobres es redueix. Com que molts d'aquests dispositius mòbils tenen la capacitat d'accedir a Internet (el que es coneix com Internet mòbil), es planteja usar aquests dispositius com una eina perquè els més pobres puguin accedir a la Societat de la Informació. Un cop garantit l'accés a la Xarxa, existeixen a Internet moltes eines de software lliure per aquestes plataformes mòbils. Aquestes eines poden ser emprades perquè tothom pugui difondre el seu missatge.

En el context de les TIC mòbils aplicades a l'educació (m-learning) per fomentar l'aprenentatge durant tota la vida, són moltes les problemàtiques que existeixen. En concret, com introduir el m-learning a les pràctiques de les institucions educatives, de forma relativament simple i produint projectes de m-learning que tinguin una durabilitat a llarg termini.

Per ajudar a aconseguir la durabilitat a llarg termini dels projectes de m-learning, el treball present proposa una sèrie de guies o aspectes a tenir en compte.

Una manera d'introduir l'm-learning a les pràctiques de les institucions educatives, és a través de la integració amb altres tecnologies educatives més madures i implantades. En concret, amb els Learning Management Systems (LMS), que són les plataformes de e-learning que sovint empren les institucions educatives actuals.

Els LMS actuals han sigut font d'innovació en educació durant molt de temps. Els LMS acostumen a tenir el curs com a element central a partir d'on organitzen lliçons que contenen recursos i eines educatives. Aquesta estructura mimetitza l'estructura de les classes tradicionals on el professor imparteix uns continguts establerts en un pla d'estudis a un grup d'estudiants i a un ritme uniforme. Per aquest motiu, molts estudiants consideren aquestes plataformes poc flexibles i poc adaptables a un ritme d'aprenentatge més personal. A més, els LMS tenen nombroses limitacions per interactuar amb altres aplicacions externes com les xarxes socials, blogs o aplicacions mòbils. Aquests darrers tipus d'aplicacions són aplicacions que molts estudiants acostumen a emprar per aprendre.

Per la seva part, el m-learning ofereix 1) uns entorns d'aprenentatge més personalitzats, 2) un aprenentatge més centrat en l'estudiant i 3) un canal alternatiu per accedir a materials o serveis. La contrapartida és que, sovint, hi ha manca de suport per part de les institucions educatives per introduir el m-learning, donat que implica canviar maneres de treballar ja establertes. També cal formació al professorat per poder introduir l'm-learning i finalment existeixen problemes d'interoperabilitat amb les plataformes de e-learning.

Aquesta separació o dicotomia entre el món de les plataformes de e-learning i el m-learning es podria solucionar integrant les aplicacions de m-learning en els processos o activitats de e-learning. Per aquest motiu, es planteja estudiar el problema de com es poden integrar les aplicacions de m-learning amb els LMS actuals.

Amb la finalitat d'estudiar aquest problema sorgeix el projecte Moodbile. Aquest projecte pretén 1) estendre un LMS concret, Moodle, al món dels dispositius mòbils, per poder definir aplicacions mòbils que repliquin alguns dels serveis oferts per l'LMS des de dispositius mòbils i 2) proporcionar un marc perquè les aplicacions mòbils tinguin contra partida a l'LMS en forma d'activitats especials.

El present treball es centra en estendre un LMS concret, Moodle, al món dels dispositius mòbils, per poder definir aplicacions mòbils que repliquin alguns dels serveis oferts per l'LMS des de dispositius mòbils.

Resumen

La educación fue marcada en el año 2000 por las Naciones Unidas como uno de los Objetivos del Milenio para el desarrollo. Con este objetivo, también conocido como "educación para todos", se pretende que para el año 2015, todos los niños y niñas del planeta puedan terminar la educación primaria.

Para dar prioridad a este objetivo, las Naciones Unidas declararon el período entre 2005 y 2015 como el Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible. El decenio promueve la educación como elemento básico para lograr transformar la sociedad hacia una sociedad más sostenible. Transformar la educación no es una tarea fácil. Por este motivo, el Informe Delors encargado por la UNESCO propone una dirección para hacer la transformación hacia el aprendizaje durante toda la vida (lifelong learning). Los conocimientos y habilidades que se aprende deben permitirle afrontar los retos y problemas durante toda la vida. Hay que aprender nuevas habilidades y actitudes, en lugar de conocimientos que caducan.

En la Sociedad de la Información hay que aprender competencias digitales, para poder desarrollarse en la sociedad. Las competencias digitales son una herramienta vehicular de todo tipo de aprendizaje. Por tanto, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) no se pueden aplicar de cualquier manera al educación, ni todos los usos de las TIC aplicadas a la educación fomentan el mismo tipo de aprendizaje. Hay que buscar aquellos usos de las TIC aplicadas a la educación que fomentan el desarrollo sostenible y que ayudan a combatir la brecha digital (la diferencia en el acceso a las TIC entre países, regiones o grupos de personas).

Las TIC móviles y su rápida adopción en todo el mundo, tienen un gran potencial para facilitar una transformación en la educación hacia el lifelong learning. El sector de las TIC móviles es el único sector o grupo de TIC donde la brecha digital entre países ricos y pobres se reduce. Como muchos de estos dispositivos móviles tienen la capacidad de acceder a Internet (lo que se conoce como Internet móvil), se plantea usar estos dispositivos como una herramienta para que los más pobres puedan acceder a la Sociedad de la Información. Una vez garantizado el acceso a la Red, existen en Internet muchas herramientas de software libre para estas plataformas móviles. Estas herramientas pueden ser utilizadas para que todos puedan difundir su mensaje.

En el contexto de las TIC móviles aplicadas a la educación (m-learning) para fomentar el aprendizaje durante toda la vida, son muchas las problemáticas existentes. En concreto, como introducir el m-learning en las prácticas de las instituciones educativas, de forma

relativamente simple y produciendo proyectos de m-learning que tengan una durabilidad a largo plazo.

Para ayudar a conseguir la durabilidad a largo plazo de los proyectos de m-learning, el trabajo presente propone una serie de guías o aspectos a tener en cuenta.

Una manera de introducir el m-learning en las prácticas de las instituciones educativas, es a través de la integración con otras tecnologías educativas más maduras e implantadas. En concreto, con los Learning Management Systems (LMS), que son las plataformas de e-learning que a menudo utilizan las instituciones educativas actuales.

Los LMS actuales han sido fuente de innovación en educación durante mucho tiempo. Los LMS suelen ofrecer el curso como elemento central a partir de donde organizan lecciones que contienen recursos y herramientas educativas. Esta estructura mimetiza la estructura de las clases tradicionales, donde el profesor imparte unos contenidos preestablecidos en un plan de estudios a un grupo de estudiantes y a un ritmo uniforme. Por este motivo, muchos estudiantes consideran estas plataformas poco flexibles y poco adaptables a un ritmo de aprendizaje más personal. Además, los LMS tienen numerosas limitaciones para interactuar con otras aplicaciones externas como las redes sociales, blogs o aplicaciones móviles. Estos últimos tipos de aplicaciones son aplicaciones que muchos estudiantes suelen emplear para aprender.

Por su parte, el m-learning ofrece 1) unos entornos de aprendizaje más personalizados, 2) un aprendizaje más centrado en el estudiante y 3) un canal alternativo para acceder a materiales o servicios. La contrapartida es que a menudo, hay falta de apoyo por parte de las instituciones educativas para introducir el m-learning, dado que implica cambiar formas de trabajar ya establecidas. También es necesaria la formación al profesorado para poder introducir el m-learning y finalmente existen problemas de interoperabilidad con las plataformas de e-learning.

Esta separación o dicotomía entre el mundo de las plataformas de e-learning y el m-learning se podría solucionar integrando las aplicaciones de m-learning en los procesos o actividades de e-learning. Por este motivo, se plantea estudiar el problema de cómo se pueden integrar las aplicaciones de m-learning con los LMS actuales.

Con el fin de estudiar este problema surge el proyecto Moodbile. Este proyecto pretende 1) extender un LMS concreto, Moodle, al mundo de los dispositivos móviles, para poder definir aplicaciones móviles que repliquen algunos de los servicios ofrecidos por el LMS desde dispositivos móviles y 2) proporcionar un marco para que las aplicaciones móviles tengan contra partida al LMS en forma de actividades especiales.

El presente trabajo se centra en extender un LMS concreto, Moodle, al mundo de los dispositivos móviles, para poder definir aplicaciones móviles que repliquen algunos de los servicios ofrecidos por el LMS desde dispositivos móviles.

Abstract

Education is a motor for change. That is why United Nations stated in 2000 that education was one of the Millennium Goals for Development. With this goal in mind, also known as “education for all”, the United Nations wanted to ensure that all the children might be able to complete primary education by 2015.

In order to give this goal a high priority, United Nations declared the period between 2005 and 2015, Decade of Education for Sustainable Development. Throughout the Decade, education is the key element to transform society into a more sustainable one. But transforming education is not an easy task. That is why the Delors Report commissioned by UNESCO, proposes a direction to do the transformation of society towards lifelong learning. According to the Delors Report, the abilities and knowledge that a person learns has to help him overcome the challenges that appear during all his life. It is necessary to learn new abilities and aptitudes, instead of perishable knowledge.

In the Information Society it is necessary to learn digital competences or skills in order to be able to develop further in the society. Digital competences are tools used in all types learning. So, Information and Communication Technologies (ICT) cannot be applied in any way to education, because not all uses of ICT for education encourage the same type of learning. We must find those uses of ICT for education that promote sustainable development and help bridge the digital divide (the gap in access to ICTs between countries, regions or groups of individuals).

Mobile ICT and its rapid adoption worldwide, have great potential to facilitate a transformation in education towards lifelong learning. The ICT sector is the only mobile sector or group of ICT where the digital divide between rich and poor is decreasing. Many mobile devices have the ability to access the Internet (which is known as mobile Internet), so we propose to use these devices as a tool so that the poorest people can access the Information Society. Once granted access to the Internet, there are many free online software tools for mobile platforms. These tools can be used for everyone to spread their message.

In the context of mobile ICT for education (m-learning) to promote lifelong learning, there exist many problems. Specifically, how to introduce the m-learning practices in educational institutions, in a relatively simple way, producing m-learning projects that have a long-term sustainability.

To help achieve long-term sustainability of m-learning projects, this work proposes a series of guides to consider.

One way to introduce m-learning in the practices of educational institutions, is through integration with other mature and well-implemented educational technologies. This is the case of Learning Management Systems (LMS), which are the most used e-learning platforms in current educational institutions.

The current LMS have been a source of innovation in education for a long time. LMS usually present the course as an organizational unit divided into lessons that contain resources and educational tools. This structure mimics the structure of the traditional classroom where the teacher teaches a predetermined content in a curriculum to a group of students. For this reason, many students consider these platforms not flexible and adaptable to a more personal learning environment. In addition, LMS have several limitations to interact with external applications such as social networks, blogs or mobile applications. These latter types of applications are applications that many students often use to learn. In contrast to LMS, m-learning offers 1) a more personalized learning environment, 2) more student-centred learning and 3) an alternative channel to access content or services. The downside is that often there is lack of support from educational institutions to introduce m-learning, because it means changing established ways of working. It is also necessary to train teachers in order to introduce the m-learning and finally there are interoperability problems with e-learning platforms.

This separation or dichotomy between the world of e-learning platforms and m-learning could be solved by integrating the m-learning applications with current e-learning platforms. For this reason, we propose to study the problem of how to integrate applications of m-learning with existing LMS.

To study this problem the Moodbile project was initiated. This project aims to 1) extend a particular LMS, Moodle, to the world of mobile devices. The goal is to create mobile applications that replicate some of the services offered by the LMS and 2) provide a framework for mobile applications in the LMS side in the form of special activities.

The present work focuses on extending a particular LMS, Moodle, to the world of mobile devices in order to define mobile applications that replicate some of the services offered by the LMS.

ÍNDEX

PART I: CONTEXTUALITZACIÓ	21
1. CONTINGUT	23
2. DEFINICIÓ DEL PROBLEMA I MOTIVACIÓ	27
2.1. INTRODUCCIÓ	27
2.2. PREGUNTES DE RECERCA	28
2.2.1. <i>Punt de partida</i>	28
2.2.2. <i>Abast</i>	29
2.3. METODOLOGIA DE TREBALL	30
2.4. MARC DE TREBALL	33
2.5. CONTRIBUCIONS	34
PART II: DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE, INFORMÀTICA UBIQUA I EDUCACIÓ	35
1. DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	37
1.1 INTRODUCCIÓ	37
1.2 ORIGEN DEL TERME	37
1.3 DEFINICIÓ DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	38
1.4 CRÍTiques AL CONCEPTE DE DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	40
1.5 LES DIMENSIONS DE LA SOSTENIBILITAT	40
1.6 ELS OBJECTIUS DEL MIL·LENNI	41
1.7 EL DECENNI PER A L'EDUCACIÓ DE LES NACIONS UNIDES	43
1.8 L'INFORME DELORS	44
1.9 CONCLUSIONS	47
2. SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ	49
2.1 INTRODUCCIÓ	49
2.2 ORÍGENS I DEFINICIÓ	49
2.3 EVOLUCIÓ HISTÒRICA DE LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ	51
2.4 CRÍTiques AL CONCEPTE DE SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ	52
2.5 CAP A UNA SOCIETAT D'APRENENTATGE	53
2.6 LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ I L'ACTIVITAT ECONÒMICA	53
2.7 LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ I LES DESIGUALTATS: LA FRACTURA DIGITAL	54
2.8 LA SOCIETAT DE LA INFORMACIÓ I EL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	56
2.8.1 <i>La fractura digital i el desenvolupament sostenible</i>	57
2.8.2 <i>La societat de la informació mòbil, la fractura digital i el desenvolupament sostenible</i>	58
2.9 CONCLUSIONS	60
3. LA INFORMÀTICA UBIQUA	63
3.1 INTRODUCCIÓ	63
3.2 ORÍGENS DEL CONCEPTE D'INFORMÀTICA UBIQUA	64
3.3 ELS DISPOSITIUS MÒBILS: EINA DE LA INFORMÀTICA UBIQUA	65
3.4 REPTES DE LA INFORMÀTICA UBIQUA	67
3.5 INFORMÀTICA UBIQUA I DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	67
3.5.1 <i>Factors que han ajudat a la introducció dels telèfons mòbils als països pobres</i>	69
3.5.2 <i>Usos i serveis dels telèfons mòbils als països pobres</i>	71
3.5.2.1 Usos dels telèfons mòbils als països pobres	72
3.5.2.2 Serveis mòbils als països pobres	75
3.5.3 <i>Es poden desenvolupar dispositius mòbils apropiats pels països pobres?</i>	79
3.5.4 <i>Telèfons mòbils i medi ambient</i>	80
3.6 CONCLUSIONS	84
4. TIC I EDUCACIÓ	87
4.1 INTRODUCCIÓ	87
4.2 D-LEARNING	87

4.2.1 <i>Evolució història del d-learning</i>	89
4.2.2 <i>Formes de d-learning</i>	89
4.3 E-LEARNING	90
4.3.1 <i>Evolució històrica del e-learning</i>	91
4.3.2 <i>Reptes de futur del e-learning</i>	96
4.4 DEL E-LEARNING 1.0 AL E-LEARNING 2.0	97
4.4.1 <i>Web 2.0</i>	97
4.4.2 <i>Orígens de la web 2.0</i>	99
4.4.3 <i>E-learning 2.0</i>	99
4.5 M-LEARNING	100
4.5.1 <i>Evolució històrica del m-learning</i>	103
4.5.2 <i>Classificació dels projectes de m-learning</i>	104
4.5.3 <i>Reptes de futur del m-learning</i>	105
4.6 U-LEARNING	106
4.6.1 <i>Característiques del u-learning</i>	110
4.6.2 <i>Evolució històrica del u-learning</i>	110
4.7 CONCLUSIONS	111
5. FOSS PEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	113
5.1 INTRODUCCIÓ	113
5.2 OBSTACLES DE FOSS4D I LLIÇONS APRESES	116
5.3 OPORTUNITATS DE FOSS4D	117
5.3.1 <i>FOSS i dispositius mòbils</i>	117
5.3.2 <i>FOSS i web 2.0</i>	120
5.4 LÍNIES DE FUTUR I REPTES DEL FOSS4D	121
6. M-LEARNING PEL DESENVOLUPAMENT SOSTENIBLE	123
6.1 INTRODUCCIÓ	123
6.2 EL TERME SOSTENIBILITAT APLICAT A M-LEARNING	123
6.3 TREBALL PREVI	124
6.3 RESUM DEL TREBALL PREVI	130
6.4 QUALITAT EN L'EDUCACIÓ I INCLUSIÓ SOCIAL AMB SUPORT DE M-LEARNING	131
7. LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS	135
7.1 INTRODUCCIÓ	135
7.2 DEFINICIONS I EINES	135
7.3 FACTORS D'ÈXIT DELS LMS	136
7.4 EVOLUCIÓ DELS LMS	137
7.5 CLASSIFICACIÓ DELS LMS	138
7.6 REPTES	140
7.7 TENDÈNCIES DE FUTUR	142
7.8 LMS A PAÏSOS POBRES	143
7.9 CONCLUSIONS	144
RESUM I CONCLUSIONS PART II	145
PROPOSTA DE GUIA PELS PROJECTES D'M-LEARNING	147
PART III: M-LEARNING I LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS: PROPOSTA D'INTEGRACIÓ	151
1. INTEGRACIÓ DE M-LEARNING AMB LMS	153
1.1 INTRODUCCIÓ	153
1.2 M-LEARNING: OPORTUNITATS I REPTES	153
1.3 INTEGRANT M-LEARNING AMB ELS LMS: TREBALL PREVI	155
1.3.1 <i>Extensions dels LMS al món del m-learning</i>	155
1.3.2 <i>Integració d'aplicacions externes al LMS</i>	158
1.3.3 <i>Resum del treball previ</i>	159

2. EL PROJECTE MOODBILE	163
2.1 INTRODUCCIÓ	163
2.2 OBJECTIUS INICIALS DEL PROJECTE	164
2.3 PER QUÈ MOODLE?	165
2.4 TREBALL PREVI	168
2.4.1 J2MEMicroDB	168
2.4.2 El projecte Campus	171
2.4.3 L'arquitectura de serveis web de Moodle	171
2.4.4 L'arquitectura de serveis web de Moodle: mancances	173
2.5 DEFINICIÓ DEL PROJECTE	174
2.5.1 Selecció tecnològica	174
2.5.2 Arquitectura general	180
2.5.3 Concretant els objectius	182
2.6 OBTENCIÓ DE REQUERIMENTS	183
2.6.1 <i>Requeriments funcionals</i>	183
2.6.1.2 Preguntes de recerca	184
2.6.1.3 Treball relacionat	185
2.6.1.4 Procés d'anàlisi de dades	186
2.6.1.5 Resultats	187
2.6.1.6 Discussió	193
2.6.1.7 Conclusions	194
2.6.2 <i>Requeriments no funcionals</i>	195
2.7 COMPONENTS DE MOODBILE	196
2.7.1 <i>Moodbile Spec</i>	197
2.7.2 <i>Moodbile Server for Moodle</i>	200
2.7.3 <i>Moodbile clients</i>	204
2.8 IMPLEMENTACIÓ	210
2.8.1 <i>Equip de treball</i>	210
2.8.2 <i>Metodologia</i>	211
2.9 EINES I SOFTWARE DE SISTEMES D'INFORMACIÓ	213
2.10 L·LICÈNCIES, COPYRIGHT I PROPIETAT INTELECTUAL	217
2.11 PROVA PILOT	218
2.12 CONCLUSIONS	220
RESUM I CONCLUSIONS PART III	223
ANEXES	229
ANEX A: USING MOODLE WEBSERVICES AUTHENTICATION FROM AN EXTERNAL APPLICATION	231
1. <i>Introduction</i>	231
2. <i>Using Moodle Webservices Authentication from Mobile Applications</i>	231
ANEX B: SIGLES I ACRÒNIMS	233
ANEX C: L·LISTA DE SERVEIS WEB CREATS PER MOODBILE V0.3	235
ANEX D: L·LISTA DE SERVEIS WEB DE MOODLE 2.0 I 2.2	238
REFERÈNCIES	239

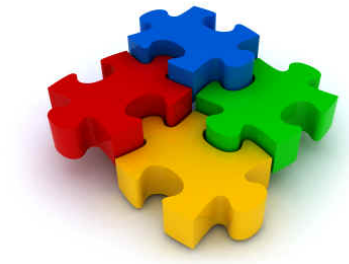
ÍNDIX DE FIGURES

FIGURA 1: PAÏSOS AMB PROBLEMES D'ALIMENTACIÓ. PERÍODE 2000-2004.	42
FIGURA 2: OBJECTIUS DEL MIL·LENNI DE LES NACIONS UNIDES.	43
FIGURA 3: CREIXEMENT DEL NOMBRE DE SUBSCRIPTORS DE TELEFONIA MÒBIL EN EL PERÍODE 2005-2010.	58
FIGURA 4: EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE LÍNIES DE TELEFONIA MÒBIL.	59
FIGURA 5: EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE LES SUBSCRIPCIONS MÒBILS DE BANDA AMPLA.	60
FIGURA 6: PEBBLE E-PAPER WATCH, UN RELLOTGE QUE POT MOSTRAR MISSATGES ENVIATS PER UN SMARTPHONE.	66
FIGURA 7: PENETRACIÓ DE LA TELEFONIA MÒBIL A FINALS DEL 2010.	69
FIGURA 8: LLIBRETA D'ADRECES MANTINGUDA PER L'OPERADOR DE TELEFONIA LOCAL.	73
FIGURA 9: POOLING PREPAYD CREDIT.	74
FIGURA 10: CARREGADOR DE MÒBILS.	75
FIGURA 11: PENETRACIÓ DELS TELÈFONS MÒBILS INTEL·LIGENTS I DELS CONVENCIONALS.	80
FIGURA 12: ELS TELÈFONS MÒBIL SÓN UNA DE LES FORMES MÉS IMPORTANTS DE E-WASTE.	81
FIGURA 13: GREENER ELECTRONICS: UNA CLASSIFICACIÓ DELS PRINCIPALS FABRICANTS DE DISPOSITIUS ELECTRÒNICS SEGONS LES SEVES POLÍTIQUES MEDI AMBIENTALS.	83
FIGURA 14: CREIXEMENT DEL NOMBRE D'USUARIS CONNECTATS A INTERNET.	84
FIGURA 15: NIVELLS DE L'ESCALA GUERRA.	93
FIGURA 16: DIMENSIONS O FACTORS PER CLASSIFICAR ELS PROJECTES DE E-LEARNING.	104
FIGURA 17: EVOLUCIÓ DE LES TIC APLICADES A L'EDUCACIÓ: CAP A L'U-LEARNING.	107
FIGURA 18: QUE ÉS L'U-LEARNING.	108
FIGURA 19: COMPARACIÓ ENTRE DIVERSOS TIPUS D'APRENENTATGE ASSISTIT PER LES TIC.	109
FIGURA 20: EVOLUCIÓ DE LES TIC APLICADES A L'EDUCACIÓ.	111
FIGURA 21: GUIA PER LA IMPLEMENTACIÓ DE PROJECTES ICT4D 2.0.	121
FIGURA 22: ORDINADOR XO DEL PROJECTE ONE LAPTOP PER CHILD.	127
FIGURA 23: PRINCIPALS LMS, ANY D'APARICIÓ, QUOTA DE MERCAT I CLASSIFICA EN COMERCIALS O OPEN SOURCE.	139
FIGURA 24: FACTORS QUE HAN DE TENIR EN COMPTE LES INSTITUCIONS EDUCATIVES PER EMPRAR ELS LMS PER MOTIVAR MÉS ALS ESTUDIANTS PERQUÈ TREBALLIN ONLINE.	141
FIGURA 25: TEMPS NECESSARI PER ARRIBAR AL 40% DE PENETRACIÓ EN EL MERCAT DE LA TECNOLOGIA DELS TELÈFONS MÒBILS INTEL·LIGENTS COMPARADA AMB ALTRES TECNOLOGIES.	163
FIGURA 26: ARQUITECTURA DE J2MEMICRODB, LLIBRERIA BDAACCESSREMOT.	170
FIGURA 27: ARQUITECTURA DE SERVEIS WEB DE MOODLE 2.0.	173
FIGURA 28: TIPUS D'APLICACIONS CLIENTS MÒBILS QUE ES PODEN DESENVOLUPAR.	178
FIGURA 29: PRINCIPALS SISTEMES OPERATIUS MÒBILS A COMENÇAMENTS DEL 2012.	178
FIGURA 30: DISSENY GENERAL DE MOOBILE.	181
FIGURA 31: EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE CURSOS, NOMBRE D'USUARIS INSCRITS, MITJANA D'ACCESSOS MENSUALS I MITJANA D'ACCESSOS DIARIS A LA PLATAFORMA ATENEA.	184
FIGURA 32: ETAPES DE L'ANÀLISI DE DADES.	186
FIGURA 33: PERCENTATGE RELATIU DELS TRES TIPUS D'ACCESSOS A ATENEA REALITZATS DES DE MÒBILS I DESKTOP.	187
FIGURA 34: PRINCIPALS SISTEMES OPERATIUS MÒBILS EMPRATS PER ACCEDIR A ATENEA DURANT EL PERÍODE ANALITZAT.	188
FIGURA 35: PERCENTATGE D'ACCIONS DE CONSULTA REALITZADES MÉS FREQUÈNTMENT DES DE MÒBILS I DES D'ORDINADORS.	189
FIGURA 36: PERCENTATGE D'ACCIONS D'ACTUALITZACIÓ REALITZADES MÉS FREQUÈNTMENT DES DE MÒBILS I DES D'ORDINADORS.	189
FIGURA 37: PERCENTATGE D'ACTIVITAT REALITZADA DES D'ORDINADORS (E INDICA PERÍODE D'EXÀMENS I L PERÍODE LECTIU).	191
FIGURA 38: PERCENTATGE D'ACTIVITAT REALITZADA DES DE MÒBILS (E INDICA PERÍODE D'EXÀMENS I L PERÍODE LECTIU).	191
FIGURA 39: PERCENTATGE D'ACTIVITAT DURANT ELS PERÍODES DEL DIA DEFINITS DES D'ORDINADORS.	192
FIGURA 40: PERCENTATGE D'ACTIVITAT DURANT ELS PERÍODES DEL DIA DEFINITS DES DE MÒBILS.	192
FIGURA 41: PERCENTATGE D'ACCIONS MÒBILS DE LOGIN.	194
FIGURA 42: SERVEI WEB QUE RETORNA ELS MISSATGES D'UN TEMA DE DISCUSSIÓ D'UN FÒRUM.	199
FIGURA 43: ARQUITECTURA DE MOOBILE SERVER FOR MOODLE.	202
FIGURA 44: COMPONENTS DE MOOBILE SERVER FOR MOODLE.	203
FIGURA 45: PANTALLA PRINCIPAL DELS TRES CLIENTS DE MOOBILE (D'ESQUERRA A DRETA CLIENT HTML5, ANDROID I IOS).	205
FIGURA 46: LLISTA DE FÒRUMS D'UN CURS I LLISTA DE TEMES DE DISCUSSIÓ D'UN FÒRUM.	206
FIGURA 47: LLISTA DE CURSOS I LLISTA DE MÒDULS D'ACTIVITAT D'UN CURS.	208
FIGURA 48: LLISTA DE CURSOS, LLISTA DE FÒRUMS D'UN CURS, LLISTA DE RECURSOS D'UN CURS I LLISTA DE TASQUES D'UN CURS.	210
FIGURA 49: METODOLOGIA DE TREBALL DURANT LA IMPLEMENTACIÓ DEL PROJECTE.	212
FIGURA 50: MOOBILE SPEC GENERADA AUTOMÀTICAMENT A PARTIR DEL CODI FONT.	214
FIGURA 51: PÀGINA DE DESCÀRREGUES DE MOOBILE.ORG.	215

FIGURA 52: ACTIVITAT DE LA HOME PAGE DEL PROJECTE EN EL PERÍODE ABRIL 2012 - AGOST 2012.	216
FIGURA 53: ACTIVITAT DEL CURS DE SUPORT (USING MOODBILE) EN EL PERÍODE ABRIL 2012 - AGOST 2012.	216
FIGURA 54: L'ESPAI DE DESCÀRREGUES DEL PROJECTE EN EL PERÍODE ABRIL 2012 - AGOST 2012.....	217
FIGURA 55: CONDICIONS LLICÈNCIA GPL v3.0	218
FIGURA 56: ESQUEMA DE MOODLE HUB.....	226
FIGURA 57: SERVEIS WEB DE MOODLE 2.0.....	238

ÍNDIX DE TAULES

TAULA 1: RESUM DEL TREBALL PREVI EN L'ÀMBIT M-LEARNING PEL DESENVOLUPAMENT.....	131
TAULA 2: RESUM DE LES PROPOSTES ANALITZADES AL TREBALL PREVI.....	161
TAULA 3: EXAMPLE OF PRIMARY AND DERIVED VARIABLES FORM WEB SERVER AND LMS LOG.	187
TAULA 4: PERCENTATGE D'ACCESSOS REALITZATS DES D'ORDINADORS, MÒBILS I TABLETS.....	190
TAULA 5: PERCENTATGE D'ACCIONS REALITZADES DES D'ORDINADORS, MÒBILS I TABLETS SITUATS DINS DEL CAMPUS O FORA DEL CAMPUS.	193
TAULA 6: FUNCIONALITATS DE MOODLE MÉS ACCEDIDES.....	195
TAULA 7: RESULTATS DE LES PROVES ESTADÍSTIQUES T DE STUDENT.....	220



Part I: Contextualització

Font de la imatge: <http://financecottage.com/data1/images/icons/Research%20Methodology.jpg>
(consultada: novembre 2011)

1. Contingut

A continuació es presenta un resum dels continguts que es tracten en cada capítol.

Part I: Contextualització

Capítol 1: Contingut del document

En el present capítol es fa un repàs breu dels continguts que inclou cada capítol del treball.

Capítol 2: Definició del problema i motivació

En aquest capítol s'exposen els objectius d'aquest treball, la motivació que l'ha originat, el seu abast i les metodologies emprades.

Part II: Desenvolupament sostenible, informàtica ubiqua i educació

Capítol 1: Desenvolupament sostenible

En aquest capítol s'explica el concepte de desenvolupament sostenible i els objectius que porta associats, que es poden resumir en els Objectius del Mil·lenni definits per les Nacions Unides. Un d'aquests objectius és aconseguir l'any 2015 la universalització de l'educació primària a tot el món o educació per a tothom. Per donar prioritat a aquest objectiu, les Nacions Unides van declarar el període 2005-2015 com el Decenni de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible. El decenni promou l'educació com a element bàsic per aconseguir transformar la societat en una de més sostenible. Transformar l'educació no és una tasca fàcil. Per aquest motiu l'Informe Delors encarregat per la UNESCO proposa, per poder dur a terme aquesta transformació, prendre una nova direcció cap a l'aprenentatge durant tota la vida (*lifelong learning*).

Capítol 2: Societat de la informació

En aquest capítol s'estudia el procés de transformació de la societat d'un model que podríem anomenar industrial cap al que s'anomena societat de la informació i del coneixement. En la societat de la informació, el nivell d'implantació de les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) s'utilitza sovint com un indicador del nivell de desenvolupament d'un país o regió. En aquest context, apareix el que s'anomena la fractura digital, que expressa la diferència en l'accés a les TIC entre països, regions o persones. Des del punt de vista del desenvolupament sostenible, la fractura digital és un dels problemes que s'han de resoldre. Sovint hi ha grans diferències en l'accés a les TIC entre països rics i països pobres. Però hi ha un sector de les TIC on aquestes diferències no són tan grans: és

el sector dels dispositius mòbils, concretament els telèfons mòbils, que des de l'any 2000 aproximadament s'estan estenent arreu del món, tant a països rics com a països pobres. Aquesta tecnologia pot ser emprada per assolir els Objectius del Mil·lenni, ja que es pot oferir accés a Internet als més desfavorits a través d'aquestes tecnologies.

Capítol 3: Informàtica ubiqua

La informàtica ubiqua és una etapa en l'evolució de la informàtica que es caracteritza per l'existència de molts dispositius connectats a través de diferents tipus de xarxes, que ens ajuden a realitzar les tasques de la nostra vida diària. Una de les eines de la informàtica ubiqua són els dispositius mòbils, concretament els telèfons mòbils. En aquest capítol, s'analitzen alguns dels factors que han ajudat a l'expansió de la telefonia mòbil als països pobres, així com alguns dels usos que es fan d'aquests aparells en aquests països. Sovint apareixen usos innovadors, ben diferents dels que tenim als països rics. També s'analitzen els principals tipus de serveis mòbils que s'ofereixen a través de dispositius mòbils en països pobres. Finalment, s'estudia el desavantatge principal dels telèfons mòbils, que són les deixalles electròniques que generen. Anualment, milions de tones en forma de deixalles electròniques es llencen a les escombraries. Aquestes deixalles contenen substàncies que poden ser nocives per a la salut o el medi ambient.

Capítol 4: TIC i educació

En aquest capítol s'estudien algunes de les tecnologies que donen suport als processos educatius i d'aprenentatge. L'anàlisi inclou l'aprenentatge a distància, l'aprenentatge electrònic, l'aprenentatge mòbil i l'*ubiquitous learning*, un model que utilitza diverses tecnologies per donar suport a l'aprenentatge en qualsevol lloc i en qualsevol moment.

Capítol 5: FOSS per al desenvolupament sostenible

En els darrers 30 anys el software ha passat de no ser reconegut com a producte (comercial) independent del hardware, a esdevenir un bé i un negoci molt rendible. La forma com es desenvolupa i es comercialitza el software ha esdevingut una qüestió de debat ideològic i tecnològic, en què aspectes tècnics es barregen amb aspectes socials i filosòfics. Aquest capítol se centra en el *Free and Open Source Software* (FOSS) com a eina que pot ser emprada per al desenvolupament (FOSS 4 Development o, senzillament, FOSS4D).

Malgrat el potencial del FOSS per donar suport al desenvolupament sostenible, la realitat és que a la majoria de països pobres, el més habitual és usar software de propietat obtingut il·legalment. Dels estudis sobre l'ús del FOSS als països pobres se n'han extret una sèrie de lliçons que fan que hi hagi possibilitats per usar el FOSS com a eina per al desenvolupament.

Concretament, existeixen moltes eines FOSS disponibles a Internet per a dispositius mòbils que permeten que els més pobres puguin col·laborar per difondre el seu missatge.

Capítol 6: M-learning per al desenvolupament sostenible

Les TIC aplicades a l'educació són des de fa bastant temps un dels temes principals tractats per la UNESCO, que ha donat suport a nombrosos programes i iniciatives sobre aquesta qüestió. Actualment, i a través de l'Institut per a les Tecnologies de la Informació a l'Educació, la UNESCO aposta per l'aprenentatge mòbil com a línia estratègica per ajudar a aconseguir l'educació per a tothom, uns dels objectius del mil·lenni.

En aquest capítol s'analitzen algunes de les iniciatives en les quals les TIC aplicades a l'educació s'usen per al desenvolupament sostenible, concretament com les tecnologies mòbils s'han emprat per contribuir a un desenvolupament més sostenible. També s'analitzen els reptes de les iniciatives de m-learning i les recomanacions proposades per la UNESCO per aconseguir una educació de qualitat per a la inclusió social utilitzant mobile learning.

Capítol 7: Learning Management Systems

Actualment, els Learning Management Systems (LMS) han esdevingut les principals plataformes d'e-learning de la majoria d'institucions educatives dels països rics. Aquestes plataformes ofereixen un ampli ventall d'eines per a la comunicació dels usuaris, administració i gestió de cursos en línia. En aquest capítol s'analitzen alguns dels factors d'èxit que han contribuït a la difusió dels LMS així com l'evolució que han experimentat des de la dècada del 1990.

Amb la revolució social de la web 2.0, que ha convertit a molts usuaris no només en consumidors passius d'informació sinó també en productors, els LMS tradicionals deixen de ser els únics entorns on es pot aprendre. Altres eines o entorns com els dispositius mòbils, blogs, wikis, vídeoconsoles, etc., entren en joc, com a eines que poden ser emprades per aprendre i que ofereixen uns entorns més personalitzats, que fomenten la col·laboració i la participació dels estudiants. Aquests entorns comencen a ser escollits pels estudiants en lloc dels LMS. Per tant, els LMS tradicionals s'enfronten al repte d'haver d'adaptar-se a un nou escenari on existeixen nombroses eines per aprendre. Algunes de les maneres per adaptar els LMS al canvi i superar aquest repte s'exposen en aquest capítol.

Resum i conclusions part II

S'exposen les conclusions que es desprenen de la part II d'aquest treball. Com a aportació principal, es proposa una guia amb els punts principals dels projectes de m-learning que n'afecten la durabilitat a llarg termini. Un dels aspectes que cal tenir en compte quan es

defineixen projectes de m-learning per al desenvolupament és que han de ser projectes autosostenibles o durables. Per contribuir a l'autosostenibilitat dels projectes, es recopilen una sèrie d'aspectes favorables.

Part III: M-learning i Learning Management Systems: proposta d'integració

Capítol 1: Integració de m-learning amb LMS

L'ús de telèfons mòbils en l'educació incorpora una sèrie d'avantatges en el procés d'aprenentatge. Per exemple, augmenta les possibilitats de comunicació i col·laboració i ofereix un entorn d'aprenentatge personalitzat. L'inconvenient és que moltes experiències de m-learning tenen un impacte limitat. Una possible manera d'augmentar l'impacte de les aplicacions de m-learning és integrant-les amb les plataformes d'e-learning, els LMS. En aquest capítol s'analitzen les oportunitats i reptes del m-learning així com el treball previ realitzat en la integració d'aplicacions de m-learning amb LMS.

Capítol 2: El projecte Moodbile

En aquest capítol es presenta l'aportació principal d'aquest treball de recerca. El projecte Moodbile és un projecte d'integració d'aplicacions de m-learning amb un LMS concret, Moodle. El projecte Moodbile pretén, en primer lloc, estendre Moodle al món dels dispositius mòbils, per a què els usuaris puguin accedir a aquest LMS des de plataformes mòbils i, en segon lloc, oferir un marc per dissenyar activitats que aprofitin les característiques úniques d'aquests dispositius i que apareguin en l'entorn del LMS com a activitats especials, que es comuniquin amb l'aplicació mòbil des d'on es fa servir.

Aquest treball se centra en l'extensió de l'LMS Moodle al món dels dispositius mòbils. Per poder fer aquesta extensió, s'han hagut d'escollir les funcionalitats del LMS més adients per ser emprades des de telèfons mòbils. Per decidir quines funcionalitats del LMS s'estenen als dispositius mòbils, s'han emprat dues fonts de dades. En primer lloc, els treballs previs a aquesta tesi i, en segon lloc, una anàlisi dels logs de la plataforma basada en Moodle que utilitza la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech (UPC). Amb aquest estudi s'han obtingut els requeriments funcionals del projecte. Es proposa una extensió de l'arquitectura existent de serveis web de Moodle 2.0 per poder estendre Moodle a l'àmbit dels dispositius mòbils. Finalment, es presenten tres aplicacions mòbils que utilitzen l'esmentada extensió com a prova de validació de l'arquitectura proposada.

Conclusions part III

Es presenten les conclusions, aportacions i el possible treball futur.

2. Definició del problema i motivació

2.1. Introducció

L'any 2000 les Nacions Unides van incloure l'educació entre els Objectius del Mil·lenni, en un intent d'eliminar la pobresa a les nacions més pobres del planeta. Per donar prioritat a aquest objectiu, les Nacions Unides van declarar el període 2005-2015 com el Decenni de l'Educació per al Desenvolupament Sostenible. El decenni promou l'educació com a element bàsic per aconseguir transformar la societat en una de més sostenible. Transformar l'educació no és una tasca fàcil. Per aquest motiu l'Informe Delors encarregat per la UNESCO proposa una direcció per fer la transformació cap a l'aprenentatge durant tota la vida (*lifelong learning*). Els coneixements i habilitats que hom aprèn li han de permetre afrontar els reptes i problemes durant tota la vida. Cal aprendre noves habilitats i actituds, en lloc de coneixements que caduquen.

En la societat de la informació cal aprendre competències digitals. Les competències digitals són, tanmateix, una eina vehicular de tot tipus d'aprenentatge. Per tant, les TIC no es poden aplicar de qualsevol manera a l'educació i no tots els usos de les TIC aplicades a l'educació fomenten un desenvolupament més sostenible. Cal buscar aquells usos de les TIC aplicades a l'educació que fomenten el desenvolupament sostenible i que ajuden a combatre la fractura digital (la diferència en l'accés a les TIC entre països, regions o grups de persones).

En aquest context, els dispositius mòbils, concretament els telèfons mòbils, són una de les TIC que pot ajudar a aconseguir un desenvolupament més sostenible. Per què? Perquè és una tecnologia que s'ha estès ràpidament no només als països rics sinó també als països pobres. Davant d'aquesta expansió de la tecnologia mòbil, a finals de l'any 2010, la UNESCO, a través de l'Institut per a l'Ús de les Tecnologies de la Informació a l'Educació (ITIE), aposta per l'aprenentatge mòbil com a línia estratègica per ajudar a aconseguir l'educació per a tothom.

En el context dels dispositius mòbils i les eines disponibles en aquests dispositius, cal esmentar que actualment existeixen a Internet moltes eines de software lliure per a aquestes plataformes. Aquestes eines disponibles a Internet poden ser emprades perquè tothom pugui difondre el seu missatge i accedir a la societat de la informació.

Treballar per millorar l'educació, l'alfabetització digital, l'accés al coneixement i a la societat de la informació emprant dispositius mòbils i software lliure, pot ajudar al desenvolupament sostenible.

2.2. Preguntes de recerca

2.2.1. Punt de partida

La recerca de la tesi s'emmarca en el domini de les TIC mòbils (una eina de la informàtica ubiqua) aplicades a l'educació per fomentar el *longlife learning* o aprenentatge durant tota la vida.

En primer lloc, es realitza un procés de recerca conceptual a partir d'una anàlisi de la literatura, per estudiar les relacions entre desenvolupament sostenible, educació i tecnologies mòbils. D'aquesta anàlisi s'extreuen com a conclusió unes directrius perquè els projectes de mobile learning siguin més durables o autosostenibles.

A partir de l'anàlisi anterior, s'observa que els projectes de m-learning tenen una sèrie de limitacions, entre les quals, que moltes experiències queden separades de la resta de processos i activitats d'e-learning, que són els que predominen a la majoria de les institucions educatives. Això limita l'impacte d'algunes experiències de mobile learning. Per tant, se selecciona el problema de com integrar les aplicacions de m-learning en els processos o activitats d'e-learning. Actualment, els Learning Management Systems (LMS) són les plataformes d'e-learning més emprades, i implementen l'estructura i organització de moltes institucions acadèmiques i els processos educatius en un entorn virtual. Per aquest motiu, es planteja com es poden integrar les aplicacions de mobile learning amb els LMS actuals. Per resoldre aquest problema se selecciona un LMS concret, Moodle.

S'identifiquen els següents problemes que cal resoldre, organitzats en problemes de tipus conceptual i de tipus tecnològic. Els problemes conceptuals es poden resumir en les preguntes de recerca següents:

1. Quines funcionalitats ofertes pels LMS tenen sentit en un escenari de mobilitat?
2. De les funcionalitats anteriors, com se'n prioritza la portabilitat a l'escenari mòbil?

Per resoldre les preguntes de recerca anteriors es plantegen els objectius següents:

- I. Fer una revisió de la literatura sobre la qüestió de com estendre els LMS a l'escenari mòbil.
- II. Analitzar les solucions proposades en la literatura sobre el tema.
- III. Realitzar una anàlisi empírica de l'ús actual que es fa de les funcionalitats dels LMS des de dispositius mòbils, analitzant els fitxers de log de la plataforma

Atenea de la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech, que està basada en Moodle.

- IV. Seleccionar un subconjunt de les funcionalitats de Moodle per portar-les als dispositius mòbils. L'objectiu principal és poder crear aplicacions que ofereixin les funcionalitats anteriors a través de plataformes mòbils que es connecten als LMS.

Els problemes tecnològics afecten principalment la plataforma d'e-learning escollida per aquest treball d'integració. Moodle 2.0 incorpora la tecnologia dels serveis web per oferir part de les seves funcionalitats com a serveis a altres aplicacions. Però aquests serveis web no són vàlids ni suficients per ser emprats per aplicacions mòbils. En aquest context es planteja la pregunta de recerca següent:

3. Com s'han d'estendre els serveis web de Moodle 2.0 per donar suport a la mobilitat?

Per resoldre la pregunta anterior, es parteix de la resposta a les preguntes conceptuals i es plantegen els objectius següents:

- I. Identificar els requeriments no funcionals que afecten l'extensió dels serveis web de Moodle a l'escenari mòbil. Els requeriments funcionals han estat identificats amb l'objectiu plantejat anteriorment.
- II. Proposar una extensió de l'arquitectura de serveis web de Moodle, per poder oferir el subconjunt de funcionalitats de Moodle definit a l'objectiu IV de la secció anterior com a serveis a dispositius mòbils.
- III. Construir prototipus d'aplicacions mòbils que utilitzin l'arquitectura anterior.

2.2.2. Abast

En aquest treball es pretén identificar relacions entre desenvolupament sostenible, educació i tecnologies mòbils. L'objectiu és identificar com es podria millorar la sostenibilitat dels projectes de m-learning. A partir d'aquí, s'observa que els projectes de m-learning tenen una sèrie de limitacions, entre les quals, que moltes experiències queden separades de la resta de processos i activitats d'e-learning, que són els que predominen a la majoria de les institucions educatives. Això limita l'impacte d'algunes experiències de mobile learning. Per tant, se selecciona el problema de com integrar les aplicacions de m-learning en els processos o activitats d'e-learning.

Queda fora de l'abast d'aquest treball la resolució del problema del desenvolupament sostenible, així com la creació d'un software de m-learning que resolgui tots els problemes de l'educació, perquè es tracta d'un problema multidisciplinar molt complex i ampli.

2.3. Metodologia de treball

Aquest és un treball multidisciplinar pel qual han calgut diversos tipus i metodologies de recerca que es descriuen a continuació.

La primera part del treball és un estudi de les relacions existents entre desenvolupament sostenible, educació i tecnologies mòbils. Es tracta d'una recerca conceptual que s'ha dut a terme estudiant-ne la literatura existent.

La segona part del treball, en què es presenten les aportacions principals de la tesi, s'ha dividit en dos subetapes. Una primera subetapa destinada a contestar les preguntes de recerca conceptuals i una segona destinada a contestar la pregunta tecnològica.

Per donar resposta a les preguntes conceptuals es fa, en primer lloc, una recerca conceptual amb estudi de la literatura sobre la qüestió, i en segon lloc una recerca empírica per assolir l'objectiu de "realitzar una anàlisi empírica de l'ús actual que es fa de les funcionalitats dels LMS des de dispositius mòbils, analitzant els fitxers de log de la plataforma Atenea basada en Moodle de la UPC". L'anàlisi de les dades dels logs del servidor de Moodle de la UPC es fa a partir d'una recerca descriptiva (mètodes per descriure situacions). La recerca descriptiva no té com a finalitat fer prediccions acurades, i no determina causes ni efectes. En la recerca descriptiva s'ha emprat la metodologia basada en casos d'estudi. Es tracta d'una metodologia que implica estudiar en profunditat un esdeveniment, persona, grup de persones, períodes de temps, decisions, projectes, polítiques, institucions o altres sistemes. El cas estudiat és una instància de la classe de fenòmens que proporcionen un marc on es realitza l'estudi (Thomas, 2011).

Aquesta metodologia proporciona una forma sistemàtica per recollir dades, analitzar la informació obtinguda i fer informes sobre els resultats obtinguts. Sovint s'utilitza com a fase inicial d'una recerca posterior i s'aplica sovint a les ciències socials i educatives (Stake, 1995).

Les etapes seguides en l'aplicació d'aquesta metodologia per analitzar les dades emmagatzemades en el servidor de Moodle de la UPC són les següents:

1. Definició de les preguntes de recerca a les quals ha de donar resposta el cas d'estudi. En el nostre cas les preguntes de recerca plantejades es presenten a continuació.

- Quines tasques duen a terme els usuaris des de dispositius mòbils?, i quines des d'ordinadors convencionals?
 - Existeixen diferències significatives entre les tasques fetes des de dispositius mòbils de les que s'han fet des d'ordinadors convencionals?
 - Les tasques que requereixen un temps curt d'accés són les més apropiades per als dispositius mòbils?
 - Quines tasques s'adapten millor a l'escenari mòbil?
2. Obtenció de les dades per realitzar l'anàlisi. Les dades analitzades són les dades obtingudes dels logs del servidor de Moodle juntament amb les dades del servidor web.
 3. Anàlisi i interpretació. En aquesta etapa s'han analitzat les dades obtingudes per veure en quines activitats de Moodle s'accedeix amb més freqüència des de dispositius mòbils.
 4. Elaboració d'informes. S'ha elaborat un informe que es presenta com a part de la recerca.
 5. Reflexió sobre els resultats obtinguts.

Per resoldre la pregunta tecnològica es fa recerca aplicada i s'utilitza la metodologia Participative Action-Research o metodologia investigació-acció (Lewin, 1946). El terme investigació-acció és utilitzat per primera vegada per Kurt Lewin el 1944. Descriu una forma d'investigació que lliga l'enfocament experimental de les ciències socials amb programes d'acció social per resoldre problemes existents en un context d'aplicació. Mitjançant la investigació-acció, Lewin argumentava que es podien aconseguir de forma simultània avenços teòrics i canvis socials.

Segons Baskerville i Kemmis (Baskerville, 1999) (Kemmis & McTaggart, 1988) la investigació-acció no es refereix a un mètode d'investigació concret, sinó a una classe de mètodes que tenen en comú les següents característiques:

- Orientació cap a l'acció i al canvi.
- Focalització en un problema.
- Un model de procés orgànic que engloba etapes sistemàtiques i algunes vegades iteratives.
- Col·laboració entre els participants.

- Desenvolupament de forma participativa, és a dir, en grups que es plantegen la millora de certes pràctiques.

D'acord amb aquestes característiques, segons Colas i Buendía (Colas & Buendía, 1992) la metodologia d'investigació-acció està composta de les fases que es descriuen a continuació. En primer lloc s'identifiquen les necessitats, els problemes o punt de partida. A partir d'aquesta informació es fa un diagnòstic del problema. Posteriorment, i en funció de les dades anteriors, es realitza un pla d'acció que ajudi a millorar la situació, s'implementa l'acció i finalment es fa una avaluació i reflexió sobre l'acció realitzada.

Aquesta metodologia es considera apropiada per resoldre la pregunta de tipus tecnològic. Com s'han d'estendre els serveis web de Moodle 2.0 per donar suport a la mobilitat, tenint en compte que es tracta d'una metodologia orientada a produir un canvi en una situació inicial on s'identifica un problema? A més, es tracta d'una metodologia on hi ha col·laboració entre els participants i es desenvolupa de forma participativa. En el nostre cas participen alguns membres del grup de recerca SUSHITOS i s'estableix col·laboració amb el grup de recerca GRIAL de la Universitat de Salamanca.

L'aplicació d'aquesta metodologia s'ha realitzat de forma seqüencial en les fases o etapes següents:

1. Diagnosi del problema. Es detecta que l'arquitectura de serveis web existent de Moodle 2.0 no és apropiada ni suficient per donar suport a la mobilitat. L'arquitectura de serveis web va ser dissenyada per optimitzar processos batch massius d'inscripcions d'alumnes a cursos, és a dir, per optimitzar tasques administratives. A més, l'arquitectura de serveis web per Moodle 2.0 dóna suport molt limitat per accedir a informació de les activitats, continguts i altres components necessaris per fer l'extensió mòbil.

D'altra banda, la gestió de la seguretat és un punt important que s'ha de tenir en compte quan es volen integrar aplicacions mòbils amb Moodle. L'arquitectura de serveis web de Moodle 2.0 està pensada perquè l'aplicació client que es vol connectar a Moodle tingui una adreça IP fixa i no accepta múltiples clients amb IP variables o connexions sense fil no segures

2. Creació d'un pla d'acció. Un cop establert el context de la recerca s'analitzen i avaluen les aportacions dels diferents treballs realitzats per altres autors sobre el problema de l'extensió de Moodle a l'escenari mòbil. Amb aquesta informació es defineixen els requeriments no funcionals del problema i amb la llista de requeriments funcionals obtinguts anteriorment es proposa una extensió de l'arquitectura de serveis web de Moodle, per poder estendre a l'escenari mòbil els serveis identificats a les preguntes conceptuals.

3. Acció. En aquesta etapa es proposa validar l'arquitectura anterior amb la implementació d'aplicacions clients mòbils que utilitzin l'extensió anterior per accedir a les funcionalitats de Moodle com a serveis emprant serveis web. Per implementar aquestes aplicacions mòbils s'estudien les tecnologies existents i es decideix implementar tres clients mòbils: un que empri la tecnologia web disponible per a dispositius mòbils (HTML 5.0), i dos aplicacions natives, una per a la plataforma Android i una altra per a la plataforma iOS.

4. Reflexió i avaluació. En primer lloc, s'observa que en el desenvolupament de les aplicacions mòbils, els desenvolupadors han dedicat molt de temps a fer les invocacions als serveis web, és a dir, el diàleg amb Moodle emprant un protocol de comunicació concret. Per això, es planteja la possibilitat de separar aquesta part, oferint-la com una API (Application Programming Interface) a banda, en futures versions de les aplicacions mòbils. Un segon punt sobre el qual cal reflexionar és l'estudi i la resolució dels problemes que sorgeixen en passar tota la informació generada en el dispositiu mòbil a la base de dades de Moodle a través de serveis web, per poder-la analitzar posteriorment. Finalment, pel que fa a l'avaluació del projecte, es deixa com a treball futur l'aplicació pedagògica que se'n pot fer.

2.4. Marc de treball

Aquest treball sorgeix com a fruit de la col·laboració entre el grup de recerca SUSHITOS de la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech amb el grup de recerca GRIAL de la Universitat de Salamanca.

El grup SUSHITOS (Services for Ubiquitous Social and Humanistic Information Technologies and Open Source: <http://sushitos.essi.upc.edu/>) és un grup que centra la seva recerca en educació amb el suport de les TIC, sistemes d'informació aplicats a ciències humanístiques (genealogia i cerca de documents històrics), software com a servei, software lliure i desenvolupament sostenible.

El grup GRIAL (GRupo de Investigación en InterAcción y eLearning: <http://grial.usal.es>) és un grup de recerca que centra la seva investigació en sistemes interactius i tecnologies per a l'aprenentatge, enginyeria web i arquitectura del software i metodologia d'aprenentatge online.

Finalment, UPCnet (<http://www.upcnet.es/>) ha proporcionat les dades del servidor de Moodle de la UPC per ser analitzades.

2.5. Contribucions

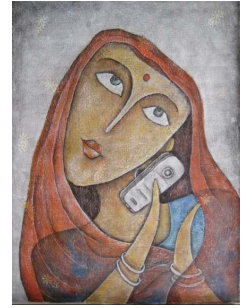
En primer lloc es proposa una guia amb els punts principals dels projectes de m-learning que n'afecten la durabilitat a llarg termini. Un dels aspectes que cal tenir en compte quan es defineixen projectes de m-learning per al desenvolupament és que han de ser projectes autosostenibles o durables. Per contribuir a l'autosostenibilitat dels projectes, es recopilen una sèrie d'aspectes favorables.

En segon lloc, es proposa i s'impulsa el projecte Moodbile com a iniciativa per integrar aplicacions de m-learning amb LMS, tenint en compte la guia anterior.

En tercer lloc, es defineix i realitza el procés per obtenir els requeriments del projecte Moodbile. Primer es defineix el procés per escollir les funcionalitats del LMS que són més adients per ser emprades des de telèfons mòbils i a continuació s'identifiquen aquells aspectes no funcionals específics que afecten la integració d'apliacions mòbils amb LMS.

Finalment, es participa en la creació de l'arquitectura del projecte.

El recull de publicacions que ha produït aquest treball es presenta a les conclusions de la part III.



Part II: Desenvolupament sostenible, informàtica ubiqua i educació

Font de la imatge: Donner, J. (2008). M-banking and M-payment for social impact. Technology for Emerging Markets Group. Microsoft Research India. <http://research.microsoft.com/research/tem/> (consultada: novembre 2011)

1. Desenvolupament sostenible

1.1 Introducció

Per contextualitzar adequadament aquest treball, aquest capítol defineix el concepte de desenvolupament sostenible i parla dels seus orígens. També es recullen algunes crítiques a la definició del terme desenvolupament sostenible.

El desenvolupament sostenible intenta reconciliar la necessitat de protegir el medi natural amb el desenvolupament humà. A més de la dimensió medi ambiental, el desenvolupament sostenible té altres dimensions (social i econòmica) que es comenten en aquest capítol.

Finalment, es concreten quins són alguns dels objectius del desenvolupament sostenible. En concret els que van ser definits a la cimera mundial celebrada al 2000, en l'anomenada Declaració del Mil·lenni. Aquesta declaració proposa vuit objectius prioritaris, els objectius del mil·lenni, que s'han d'assolir a mig termini. Un dels vuit objectius del mil·lenni és assolir l'educació primària universal o educació per a tothom. De fet, l'educació és un element clau per afrontar el desenvolupament sostenible.

Molts dels nous models educatius comencen a promoure el desenvolupament sostenible. Aquest fet és posa de manifest en la LOU on es diu que *“les universitats fomentaran la participació dels membres de la comunitat universitària en accions de cooperació i solidaritat”* (LOU, 2001, pàg. 64). Davant d'aquests reptes, el Decenni per l'Educació de les Nacions Unides i l'Informe Delors són dos iniciatives que plantegen el canvi de models educatius tenint en compte el desenvolupament sostenible. Aquestes iniciatives són analitzades en aquest capítol.

1.2 Origen del terme

Un dels problemes principals del model de desenvolupament actual, és que el desenvolupament es basa en el creixement econòmic. Però desenvolupament i creixement econòmic no són sinònims. Segons Simon Kuznets, el creixement econòmic consisteix en l'increment sostingut de l'ingrés per càpita i el procés de canvi estructural sostingut, a llarg termini, caracteritzat per l'augment progressiu de la participació relativa dels sectors no primaris en la producció (Kuznets, 1966).

El desenvolupament normalment està associat a un procés mitjançant el qual s'augmenta tant qualitativa com quantitativament el benestar individual i col·lectiu. Tendeix a mesurar-se per magnituds econòmiques, però cada vegada és més evident la importància que s'assigna

a aspectes com: l'educació, el treball, la salut, la seguretat social i valors com la justícia social, l'equitat de repartiment de recursos entre les persones, l'absència de discriminació de gènere, racial, religiosa o d'altre mena, la llibertat política i d'ideologia, la democràcia, la seguretat, els drets humans, o la qualitat del medi ambient (Biffani, 1999).

El concepte de creixement econòmic i les polítiques que condueixen cap a aquest objectiu, poden haver sigut relativament vàlides per a països considerats desenvolupats o rics¹, però el problema dels països pobres no és el creixement sinó el desenvolupament. *“El desenvolupament es creixement més canvi. El canvi es alhora social i cultural..... el concepte clar ha de ser millorar la qualitat de vida de les persones”* (Jolly, 2005, pàg. 53).

L'informe sobre el desenvolupament humà (que les Nacions Unides publiquen anualment) de l'any 2001 explica en el pròleg que:

“El desenvolupament es molt més que les pujades i les caigudes de les rendes nacionals (fonaments del creixement econòmic). És crear un entorn en que les persones puguin desenvolupar tot el seu potencial i portin una vida creativa i productiva d'acord amb les seves necessitats i interessos. Les persones son l'autentica riquesa de les nacions.” (United Nations, 2001, pàg. 11).

Als anys 60 del segle passat, començà a haver una presa de consciència de que els recursos naturals del planeta són finits i que cal prendre mesures a nivell global per preservar-los. El plantejament va ser el següent: com que el creixement econòmic de la societat estava afectant negativament al medi ambient, s'havia d'aturar el creixement econòmic. Això es va traduir a l'aplicació de les polítiques conegudes com polítiques de creixement zero. Algunes de les conseqüències de l'aplicació d'aquestes polítiques van produir l'empitjorament del nivell de desenvolupament humà. Arrel d'aquests fracassos comença a parlar-se de desenvolupament sostenible (DS).

1.3 Definició de desenvolupament sostenible

L'expressió *desenvolupament sostenible* o *sustentable* és un anglicisme que prové de l'expressió anglesa *sustainable development*. L'expressió anglesa no té la mateixa connotació que el terme en català, on sustentar vol dir *“mantenir un objecte fix o donar un punt de suport”*. El terme anglès té a més de la connotació estàtica, una connotació

¹ En el present document es parla de països rics i pobres com una “generalització operativa”, perquè no és objectiu de la tesi determinar que s'enten per països rics i països pobres.

dinàmica en el temps "*keep going continuously*". L'expressió francesa "*development durable*" també té aquesta connotació dinàmica, de durar, continuar o estar durant un cert temps.

El concepte de desenvolupament sostenible sorgeix d'una sèrie de reunions i informes elaborats durant la Conferència Mundial sobre el Medi Ambient de 1972 i es difós posteriorment per l'informe conegut com "*Our Common Future*" o Informe Brundtland.

L'informe Brundtland presentat al 1987 per la Comissió Mundial pel Medi Ambient i el Desenvolupament (CMMAD) de les Nacions Unides, és un dels primers intents per expressar aquesta necessitat de desenvolupament sostenible. Segons l'informe, el desenvolupament i la sostenibilitat es poden dur a terme de forma conjunta, no són conceptes necessàriament oposats o excloents. La doctora Gro Harlem Brundtland (que havia sigut primera ministra a Islàndia) va encapçalar el projecte d'elaboració de l'informe on s'analitza la situació mundial, fent palès que el camí que la humanitat havia escollit està portant a la degradació del medi ambient i a que cada vegada hi hagi més gent en situació de pobresa o vulnerabilitat. L'informe diu que cal afrontar el problema del medi ambient i del desenvolupament humà. L'informe també postula que la protecció del medi ambient ha deixat de ser una tasca de cada país o de cada regió, per convertir-se en un problema global. És necessari que tot el planeta treballi per revertir la situació actual. També es postula que el desenvolupament deixa de ser un problema dels països pobres. No es tracta de que els pobres segueixin el camí dels rics. Com la degradació del medi natural es conseqüència tant de la pobresa com de la industrialització, tots els països han de buscar un nou camí.

L'informe Brundtland introdueix el concepte de desenvolupament sostenible, que també és incorporat a tots els programes des Nacions Unides, com per exemple, a la conferència sobre medi ambient i desenvolupament celebrada a Rio de Janeiro al 1992, on va servir d'eix vertebrador. En aquesta trobada, també coneguda com a Conferència per la Terra, els països participants van acordar adoptar un enfocament de desenvolupament que protegís el medi ambient, que també assegurés el desenvolupament econòmic i social. A aquesta trobada es van aprovar diversos documents, entre ells el Programa 21, un pla d'acció que té com a finalitat fixar les fites ambientals pel segle XXI.

Segons l'informe Brundtland la definició de desenvolupament sostenible és la següent:

"...development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs." It goes on to define "needs" to mean the world's poor "to which overriding priority should be given and the idea of limitations imposed by the state of technology and social organization on the environment's ability to meet present and future needs." (United Nations, 1987).

1.4 Crítiques al concepte de desenvolupament sostenible

El terme desenvolupament sostenible té diverses crítiques. Jancovice (Jancovici, 2002) i Ferry (Ferry, 2007) creuen que la definició de desenvolupament sostenible és molt genèrica, poc precisa i buida de significat. Altres autors partidaris del de-creixement (Clémentin & Cheynet, 2005) creuen que el terme és un oxímoron. Segons aquests darrers autors, en un planeta on el 20% de la població consumeix el 80% dels recursos naturals del planeta, el desenvolupament sostenible no és possible.

“Segons el concepte de DS, el desenvolupament que garanteixi les necessitats actuals sense comprometre les necessitats futures, seria, pels països que consumeixen el 80% dels recursos naturals, un de-creixement sostenible” (Clémentin & Cheynet, 2005).

Lourdes Tibán (Tiban, 2000) fa una anàlisi de la visió cultural del concepte de desenvolupament sostenible i n'identifica dues visions diferents: la “Visió No Indígena” i la “Visió Indígena”. La “visió no indígena” es correspon a una destil·lació del concepte de creixement econòmic cap a desenvolupament cristal·litzant en l'Informe Brundtland. Tibán identifica aquesta visió amb una ideologia liberal economicista, on l'objectiu principal és el desenvolupament econòmic, on la preservació del medi ambient, els ecosistemes, les diferents cultures i la natura són només instruments, no fins en si mateixos. La “visió indígena” del desenvolupament sostenible es basa en la cosmovisió dels pobles indígenes que reconeixen a la natura com a un tot, com la pròpia vida, i que no pot ser instrumentalitzada per aconseguir riqueses materials. En aquesta visió el valor de la natura es mesura per principis ètics basats en valors culturals construïts durant segles de convivència amb la natura.

1.5 Les dimensions de la sostenibilitat

El desenvolupament sostenible intenta reconciliar la necessitat de protegir el medi natural amb el desenvolupament humà. Però part de la literatura redueix el concepte de sostenibilitat a sostenibilitat ecològica o medi ambiental (sobretot en els darrers anys amb l'impacte mediàtic del canvi climàtic); no té en compte la dimensió social i l'econòmica del terme.

Des del punt de vista medi ambiental, la sostenibilitat és el procés que permet mantenir les condicions medi ambientals necessàries per mantenir la vida humana durant les generacions futures (Biffani, 1999). Per una banda, es posa èmfasi en els límits del sistema ecològic i en la impossibilitat d'un creixement continu en un sistema finit. D'altra banda, es parla de la

necessitat de la solidaritat amb les generacions futures i la necessitat de preservar els recursos naturals per aquestes generacions.

Biffani (Biffani, 1999) defineixen la sostenibilitat medi ambiental com el procés que permet que les interaccions amb el medi natural no excedeixen la seva capacitat de càrrega o regeneració. Una situació no sostenible des del punt de vista medi ambiental té lloc quan la suma dels recursos naturals són utilitzats més ràpidament del que es puguin regenerar. La sostenibilitat implica que l'activitat humana utilitzi els recursos naturals a un ritme que els permeti regenerar-se. L'associació de sostenibilitat amb capacitat de càrrega, és un concepte que prové de la biologia poblacional aplicada als sistemes socials. En la seva forma més simple la capacitat de càrrega fa referència a la població màxima d'una espècie en un espai finit. Aquesta definició ha rebut nombroses crítiques, perquè considera que la pressió sobre l'entorn es deu únicament al nombre de persones i no al nombre de persones multiplicat per la seva capacitat de consum. No es té en compte, per exemple, que un ciutadà europeu no consumeix el mateix que un de Burkina Faso.

En l'altre extrem Shuh (Shuh, 1987) s'equipara la sostenibilitat amb la sostenibilitat des del punt de vista del creixement econòmic. Un enfocament que té molts seguidors és el que defineix el desenvolupament sostenible com una forma de desenvolupament que gestiona tots els recursos amb la finalitat de d'incrementar de forma sostinguda el benestar i la riquesa: recursos naturals, humans i financers. Molts economistes tenen fe en que el canvi tecnològic permetrà anar substituint el capital natural pel capital fet per l'home.

Els partidaris de la sostenibilitat reduïda a la seva dimensió econòmica no tenen en compte la dimensió social del terme. Aquesta darrera dimensió fa palesa la importància de la diversitat cultural, de les comunitats, de l'educació primària per a tothom, la necessitat d'incrementar el "capital humà" dels individus i de promocionar el "capital social".

A hores d'ara sembla evident que no es pot reduir la sostenibilitat a la seva dimensió ambiental ni a l'econòmica. Durant les darreres dècades s'ha treballat força en els tres problemes o dimensions de la sostenibilitat, però no és fins a la Cimera de la Terra celebrada a Rio al 1992, quan es va acceptar que cap dels tres problemes (sostenibilitat ambiental, econòmica i social) es podia resoldre sense resoldre els altres dos. És a dir, les tres dimensions estan inter-relacionades.

1.6 Els objectius del mil·lenni

L'any 2000, les Nacions Unides van definir els Objectius del Mil·lenni (en anglès *Millenium Development Goals* o MDG) en un intent d'eliminar la pobresa a les nacions més pobres del

planeta. Aquest plantejament va ser establert amb vuit objectius a assolir per l'any 2015 (MDG, 2004.).

Els vuit objectius d'aquesta declaració són objectius pel desenvolupament dels diversos països del món. Durant aquests anys hi ha països que han assolit bastants d'aquests objectius mentre que d'altres no n'han assolit cap. A (MDG Monitor, 2004) es pot veure en quin grau han assolit els objectius del mil·lenni els diferents països. La figura següent mostra els països on la fam i la pobresa són un problema.

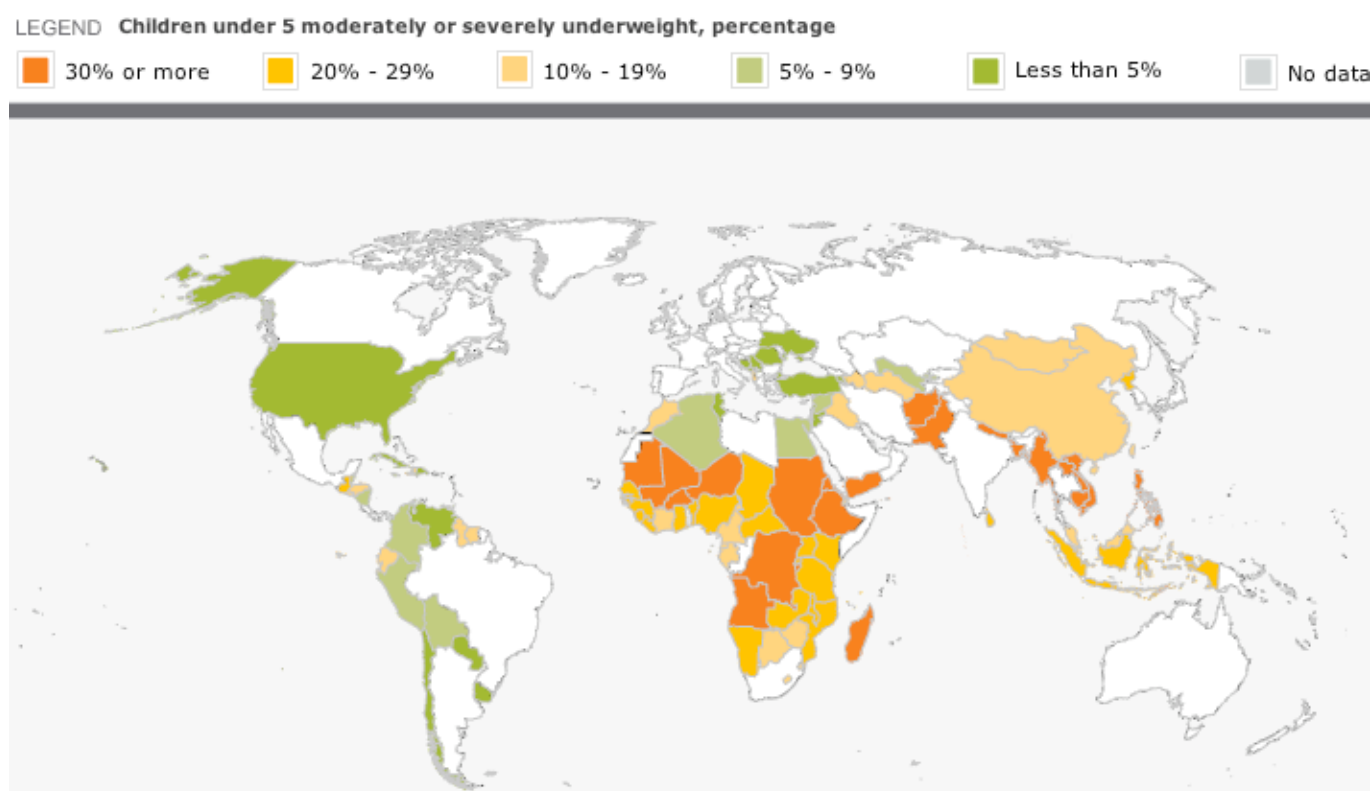


Figura 1: Països amb problemes d'alimentació. Període 2000-2004.

Font: (MDG Monitor, 2004)

Els objectius són:

- 1) Erradicar la pobresa extrema i la fam
- 2) assolir l'educació primària universal
- 3) promoure l'igualtat de gènere i l'autonomia de la dona,
- 4) reduir la mortalitat infantil,
- 5) millorar la salut materna,
- 6) combatre la SIDA la malària i altres malalties pandèmiques,

7) garantir la sostenibilitat ambiental: terra, aire i mar, i

8) crear una associació global per al desenvolupament: controlar la sostenibilitat del deute, garantir les oportunitats laborals, l'accés als medicaments i l'accés a les noves tecnologies.



Figura 2: Objectius del mil·lenni de les Nacions Unides.

Font: (MDG Monitor, 2004)

Per ajudar a les nacions a assolir els objectius del mil·lenni, el Programa pel Desenvolupament de les Nacions Unides i el *Projecte del Mil·lenni*² han definit una sèrie de serveis que inclouen:

- Sistemes de diagnosi i de planificació d'inversió per aconseguir els objectius.
- Ampliar les polítiques i opcions (reformes sectorials i establiment de marcs per accelerar el creixement amb equitat i promoure el desenvolupament humà).
- Enfortir la capacitat de cada país.

1.7 El Decenni per a l'Educació de les Nacions Unides

El desembre del 2002 l'Assemblea General de les Nacions Unides va adoptar la resolució 57/254, que declarava el Decenni de les Nacions Unides de la Educació pel Desenvolupament Sostenible (DEDS) en el període 2005-2014, designant a la UNESCO com l'organisme responsable de la promoció en el DEDS. Aquesta iniciativa situa l'element humà en el centre del problema del desenvolupament sostenible (UNESCO, 2007).

Com que l'element humà és el centre per resoldre el problema del desenvolupament sostenible, l'Assemblea afirma que és necessari integrar el desenvolupament sostenible en els sistemes educatius de tots els països. L'educació és la clau pel canvi en les nostres societats. El DEDS promou l'educació com a element bàsic per aconseguir una societat sostenible. Es promou la cooperació internacional dirigida cap a la creació de noves polítiques, programes o pràctiques per a l'educació en desenvolupament sostenible.

Per a assolir els objectius del mil·lenni el DEDS es centra en:

² <http://www.unmillenniumproject.org/> (consultada: maig 2012)

1. Promoure i millorar l'educació de qualitat fomentant l'intercanvi de coneixements, aptituds i valors en un aprenentatge durant tota la vida.
2. Reorientar els plans d'estudis perquè transmetin coneixements, actituds i valors relacionats amb la sostenibilitat.
3. Millorar la compressió i conscienciació ciutadana sobre la sostenibilitat.
4. Impartir formació pràctica. Les empreses són els llocs on es pot impartir formació permanent perquè la població pugui tenir els coneixements i valors necessaris per prendre decisions i realitzar la seva feina de forma més sostenible.

Resumint, el DEDS considera l'educació com una eina pel desenvolupament sostenible, perquè l'educació té un paper fonamental en la transformació de les nostres societats. A més, l'educació és un indicador del nivell de desenvolupament d'un país o regió (UNESCO, 2005), (WSIS, 2005).

1.8 L'informe Delors

La Comissió Internacional sobre Educació pel Segle XXI presidida per Jacques Delors va presentar a les Nacions Unides (1996) l'informe que té per títol "*Learning: The Treasure Within*", també conegut com a Informe Delors. L'Informe posa de manifest el rol fonamental de l'educació en el desenvolupament personal i social en el segle en que ens trobem.

Per dur a terme aquest desenvolupament personal i social, es necessari un nou enfocament del procés d'aprenentatge. El procés d'aprenentatge ha de mantenir-se durant tota la vida (*lifelong learning*). Per poder aprendre durant tota la vida, cal aprendre a aprendre. Sent capaços d'aprendre a aprendre podrem desenvolupar-nos i adaptar-nos a les noves situacions i reptes que es plantegen en un món on tot canvia molt ràpidament. Reptes com la inevitable necessitat del desenvolupament sostenible.

Aquest nou enfocament basat en aprendre durant tota la vida va més enllà de la distinció entre l'educació bàsica, seguida de processos de formació continuada. Aprendre a aprendre implica proporcionar les capacitats perquè les persones siguin capaces d'adaptar-se a noves situacions per elles mateixes. En aquest nou enfocament d'aprendre durant tota la vida també s'inclou la necessitat d'entendre millor a les persones d'altres cultures diferents a la nostra. En un món cada vegada més globalitzat, el coneixement d'altres cultures i de les seves tradicions és un aspecte molt important, que pot portar al diàleg i enteniment mutu. La manca d'aquest coneixement pot originar conflictes molt greus entre cultures diferents.

La idea d'aprendre durant tota la vida no és nova. En informes anteriors sobre educació es destacava la necessitat de tornar a “l'escola” per poder afrontar les novetats en la vida tant personal com professional (Delors, 1996).

El nou tipus d'aprenentatge que proposa l'Informe Delors, condueix cap a un nou tipus de societat coneguda com a societat d'aprenentatge (*learning society*). Una societat d'aprenentatge és una societat on el coneixement i la informació tenen un paper central en qualsevol activitat (Smith, 2000). Faure (Faure et al., 1972) defineix una societat d'aprenentatge com:

“If learning involves all of one's life, in the sense of both time-span and diversity, and all of society, including its social and economic as well as its educational resources, then we must go even further than the necessary overhaul of 'educational systems' until we reach the stage of a learning society”. (Faure et al 1972, xxxiii)

Segons l'Informe Delors, una societat d'aprenentatge està basada en l'adquisició, renovació i ús del coneixement. Els tres aspectes anteriors s'haurien de remarcar en el procés d'aprenentatge. Com que a mesura que es desenvolupa la societat de la informació, augmenten les oportunitats per accedir a dades i informació, l'educació en la societat de la informació hauria de permetre que qualsevol persona podés obtenir informació, seleccionar-la, organitzar-la, gestionar-la i utilitzar-la.

Per apropar-nos cap a una societat d'aprenentatge l'informe Delors proposa quatre pilars que han de constituir la base de l'educació del segle XXI.

El primer pilar és **aprendre a viure plegats**, que inclou conèixer millor als demès, la seva història, tradicions i valors. A partir d'aquí, impulsar la realització de projectes comuns amb una anàlisi compartida del risc i reptes de futur. El segon pilar, és **aprendre a conèixer**, ja que cal un coneixement general suficient que obri la possibilitat d'aprofundir per un mateix en un nombre limitat de matèries. L'educació general ha de servir de base per poder aprendre durant tota la vida. El tercer pilar, **aprendre a fer**, estableix que a més d'aprendre un ofici, és necessari adquirir competències més generals per poder fer front a un ampli ventall de situacions, algunes impredecibles. Un exemple d'aquestes noves competències és el treball en equip, de vegades oblidat per alguns mètodes d'ensenyament conductistes. Sovint aquestes capacitats s'adquireixen més fàcilment quan els alumnes poden participar en activitats professionals o socials de forma paral·lela als seus estudis. Finalment, hi ha el darrer pilar, **aprendre a ser**, on es necessari explorar els talents individuals com ara la imaginació o la facilitat de comunicació, per a treure'n el màxim profit. **aprendre a ser**

requereix incorporar una sèrie de valors que no entrin en conflicte frontal amb altres sistemes de valors de tipus cultural, religions etc.

Amb aquests pilars l'informe Delors proposa una educació que consideri les dimensions: mental, creativa, social i espiritual de l'individu.

L'informe Delors identifica també una sèrie de tensions que la societat del segle XXI ha de poder resoldre mitjançant l'educació:

1. La tensió entre allò global i allò local: cal que les persones es converteixin gradualment en ciutadans del món, però sense perdre les seves arrels.
2. La tensió entre allò universal i l'individu: la cultura es va globalitzant mica en mica i no podem ignorar el risc d'oblidar el caràcter únic dels éssers humans. A ells els pertoca escollir el seu futur.
3. La tensió entre la modernitat i la tradició: l'avenç cultural no ha de fer perdre les arrels ni a l'inrevés.
4. La tensió entre les consideracions a llarg i a curt termini: en un món en la immediatesa és la norma, cal saber afrontar els problemes a llarg termini, però sense oblidar el present.
5. La tensió entre la necessitat de l'esperit competitiu i la preocupació per la igualtat d'oportunitats ha de conduir a repensar i actualitzar el concepte d'educació al llarg de la vida.
6. La tensió entre l'extraordinària expansió del coneixement i la capacitat humana per assimilar-ho. Cal afegir nous termes d'estudi com l'auto-coneixement, formes d'assegurar el benestar físic i psicològic, formes d'aprendre millor l'entorn natural i preservar-lo millor.
7. La tensió entre allò espiritual i allò material.

La comissió que va elaborar l'informe Delors, veu l'educació com el mitjà que pot permetre aconseguir una forma més harmoniosa de desenvolupament humà i per tant com un mitjà per reduir la pobresa, l'exclusió social, la ignorància, la opressió i la guerra. Per aconseguir una forma més harmoniosa de desenvolupament és necessari superar una sèrie de reptes o dicotomies presents a la nostra societat. El camí que porta a aconseguir una nova forma de desenvolupament passa per una transformació de la societat on l'educació té un paper clau.

1.9 Conclusions

El desenvolupament sostenible és un objectiu global. Afecta tant als països pobres com als països rics. Per tant, es necessari treballar plegats per aconseguir un desenvolupament humà sostenible. Els objectius del mil·lenni són els punts on s'està treballant per aconseguir un desenvolupament més sostenible.

Els coneixements que necessita un individu per desenvolupar-se en la societat han de permetre'l afrontar els reptes i problemes durant tota la vida, pel que no és suficient proporcionar un coneixement de tipus enciclopèdic.

El model educatiu vigent a occident, fragmenta l'aproximació al coneixement en assignatures i àrees de coneixement i diferencia el coneixement teòric del pràctic. Aquesta concepció impedeix una visió completa de la realitat, necessària per la comprensió dels problemes més globals (Canadell Prat, 2007).

Els plans d'estudis actuals estan més orientats a generar perfils professionals molt especialitzats que no pas en proporcionar coneixement generalista. Aquest dualisme entre coneixement teòric i pràctic, entre l'especialització i generalització es veu refermat a l'informe Delors quan planteja resoldre els reptes o tensions de la nostra societat.

L'educació no és només la transmissió de coneixements sinó també la transmissió de valors i actituds. Calen models educatius que promoguin els valors del desenvolupament sostenible.

2. Societat de la informació

2.1 Introducció

Una de les característiques de la nostra societat es la omni-presència de la informació com a factor clau per a la realització de qualsevol activitat. Estem immersos en el que es coneix com a *Societat de la Informació* (SI).

Aquest capítol explica els orígens de la societat de la informació i dona alguna definició sobre el terme SI. També explica alguns camins cap a on pot evolucionar aquesta societat. Finalment, es relaciona la societat de la informació amb el desenvolupament humà sostenible.

2.2 Orígens i definició

No hi ha una definició universal del que és la societat de la informació. No obstant, la majoria d'experts en el tema, estan d'acord en que en algun moment del segle XX va començar una nova transformació de la societat que encara continua. En aquesta nova societat el coneixement i la informació tenen un paper central en l'economia, en contraposició amb la societat industrial, on la producció de bens materials era la base de l'economia.

Un dels primers autors que parla de SI, és Fritz Machlup en el llibre publicat al 1962 "*The Production and Distribution of Knowledge in the United States*". En aquesta obra, Machlup recull els seus estudis iniciats al 1933 sobre com el sistema de patents nord-americà restringia la lliure competència. A partir d'aquí, Machlup es va interessar en el cost del sistema de patents en relació a la recerca i desenvolupament (R+D). Com que la recerca i el desenvolupament estan directament relacionades amb l'educació de qualitat, Machlup va començar a estudiar el sistema educatiu a tots els nivells, per esbrinar com es produïa coneixement (Machlup, 1962).

En els seus treballs, Machlup introdueix el concepte de "*Indústria del Coneixement*" que divideix en cinc sectors: R+D, educació a tots els nivells, mitjans de comunicació, tecnologies de la informació i serveis d'informació (llibreries, centres d'informació de tot tipus etc.).

El treball de Machlup va ser continuat per diversos autors. Entre ells, Peter Drucker, que al 1969 parla al seu llibre "*The Age of Discontinuity*", de la "Societat del Coneixement" basant-se en les dades i projeccions de Machlup. Segons Drucker, "a finals dels 1970s el sector del

coneixement representaria la meitat del producte nacional brut nord-americà. És així com apareix la societat de la informació i del coneixement" (Drucker, 1969, pàg. 263).

Al 1973, Daniel Bell parla a la seva obra "*The Coming of the Post-Industrial Society*" de la "Societat Post-Industrial". En aquesta obra, Bell explica que el coneixement i la informació sorgeixen com a activitats importants a la nova societat. Segons Bell es produeix un canvi important entre la societat industrial i post-industrial: mentre la societat industrial es basava en la producció de bens tangibles, la societat post-industrial es basa en els serveis com educació, sanitat o investigació (Bell, 1973).

Al Japó, el terme Societat de la Informació va ser proposat per primera vegada al 1963 per Tadao Umesao, en un article en el que parlava de la "societat de la informació" com una teoria evolutiva de la societat. El terme va ser popularitzat per Masuda i Hayashi anys després. La SI es va convertir en un dels objectius de la societat japonesa per l'any 2000, en un intent de canviar el seu model socio-econòmic basat en la indústria. Arribats als límits de la producció industrial extensiva, i en un intent per aconseguir avantatges competitius sobre altres països asiàtics, on el cost de producció era més baix, les TIC eren les candidates principals per transformar el model socio-econòmic japonès. A partir d'un informe del Ministeri d'indústria i comerç, Masuda elabora per l'institut JACUDI "Un pla per a la Societat de la Informació. Un objectiu nacional per a l'any 2000". Aquest pla és conegut com Pla JACUDI (Masuda, 1984).

Diversos autors posen èmfasi en que el coneixement té un paper central en la economia de la societat de la informació i de la comunicació (Lyotard, 1984), (Stehr, 2002a), (Toffler, 1980). A la majoria de llocs de treball el coneixement es converteix en un element bàsic. Segons Stehr:

"Contemporary society may be described as a knowledge society based on the extensive penetration of all its spheres of life and institutions by scientific and technological knowledge. Knowledge is a capacity for social action." (Stehr, 2002b, pàg. 18).

Aquesta nova societat evoluciona cap a una "Societat Xarxa" (*Network Society*). En aquesta Societat Xarxa, tots els tipus de comunicacions (personals, organitzacionals etc.) tenen lloc a través de la xarxa d'Internet. Cada vegada més, la gent es relaciona i vincula amb altra gent a través de la xarxa. Internet ens porta informació de tot el món a casa nostra (Van Dijk, 1999).

La Societat Xarxa va més enllà de la Societat de la Informació. Segons el sociòleg Manuel Castells (Castells, 2001), la Societat Xarxa es caracteritza per què es una societat on les

estructures i activitats socials bàsiques s'organitzen al voltant de xarxes d'informació electrònica. Per tant, la Societat Xarxa es diferencia d'altres organitzacions socials en xarxa que han existit al llarg de la història, perquè ara, a la Societat Xarxa, es gestiona informació i s'utilitzen les TIC per a fer-ho.

2.3 Evolució històrica de la societat de la informació

L'aparició i desenvolupament de la Societat de la Informació estan vinculats al desenvolupament de les TIC. Dins de les TIC, l'aparició dels ordinadors representa un factor clau. És per això, que a continuació es presenta una breu història de la informàtica.

1. Pre-informàtica (finals segle XIX): El cens nord-americà es compila usant màquines tabuladores que utilitzen targetes perforades. L'empresa creada per Hollerith, que fabrica aquestes màquines, acaba esdevenint IBM.
2. Primera generació d'ordinadors (abans dels anys 1950). Es construeix l'ENIAC, que passa per ser el primer ordinador electrònic digital. Durant aquesta època, la recerca s'orienta a finalitats militars.
3. Segona generació d'ordinadors (entre 1950 i 1960). Amb l'aparició del transistor, comença la fabricació industrial i la comercialització dels ordinadors. Apareixen els *mainframes* o grans ordinadors. En aquesta època els ordinadors es dediquen a càlcul científic, a gestió i a temes militars.
4. Tercera generació d'ordinadors (anys 1970). La invenció del microxip per part de l'empresa Intel, propicia l'aparició dels primers miniordinadors. El preu dels anomenats mini-ordinadors comença a baixar i s'estén el seu ús a les universitats, com Berkeley. Es crea la xarxa Arpanet, que més endavant donarà lloc a Internet. És funden empreses d'informàtica molt conegudes actualment, com Intel Corporation, Microsoft o Apple Computer, Inc. Apareix el primer micro-ordinador americà, l'Altair 8800 al 1975. El primer micro-ordinador europeu, el MICRAL, fou anterior, d 1973. Es desenvolupa el sistema operatiu Unix.
5. Naixement i popularització dels PCs (*Personal Computer*) (anys 1980). Durant aquesta dècada té lloc l'expansió dels ordinadors personals i de la informàtica de consum. IBM comercialitza el seu IBM PC i Microsoft treu al mercat el seu sistema operatiu MS-DOS. Apple popularitza les interfícies gràfiques amb el seu Macintosh.

6. Expansió i penetració d'Internet (anys 1990). Durant aquesta dècada, Internet i la World Wide Web es difonen arreu del món. Apple treu al mercat el que molts consideren la primera PDA (*Personal Data Assistant*), l'Apple Newton.
7. Expansió de la tecnologia mòbil (a partir del 2000). El desenvolupament de les telecomunicacions permet la creació de connexions sense fils (*wireless*) a xarxes locals a través de protocols com bluetooth o a Internet a través de protocols com UMTS (*Universal Mobile Telecommunications Systems*) o GPRS (*General Packet Radio Services*). Es difonen els dispositius mòbils, com les PDA (*Personal Data Assistant*) i els telèfons mòbils intel·ligents i serveis de telefonia mòbil per als usuaris d'aquests dispositius. També es desenvolupa la Web 2.0, que és una nova manera d'entendre la Web, on els continguts són generats pels propis usuaris de la Xarxa. Apareixen aplicacions online, com les wikis o les xarxes socials. Aquesta generació de continguts contrasta amb la de la dècada dels 1990, quan els continguts de la Xarxa eren generats per poques persones i on la majoria d'usuaris eren consumidors d'informació i no creadors.
8. Aparició del "prosumer" (anys 2000). El terme prosumer prové de la unió entre els termes productor i consumidor d'informació. La idea és que molts usuaris de la SI deixen de ser només consumidors d'informació per convertir-se en productors, adoptant un paper més actiu el procés de generació d'informació

2.4 Crítiques al concepte de societat de la informació

Diversos autors han plantejar crítiques sobre el concepte de societat de la informació. Webster (Webster, 2006) afirma que els termes "societat moderna" o "societat de la informació i del coneixement" creen la sensació de que hen entrat en una societat totalment nova, que no té massa coses en comú amb la societat de fa 100 anys. Això crea una sensació de discontinuïtat entre la societat moderna i la societat anterior, quan en realitat sí que existeixen lligams i relacions.

Castells parla de "capitalisme informacional" per descriure que la societat actual segueix sent una societat capitalista, basada en l'acumulació de riquesa. Segons Castells, es tracta d'una etapa més de la societat capitalista en el segle XXI. En aquesta societat capitalista, les TIC són la base tecnològica que ha permès l'aparició del capitalisme global (Castells, 2001), (Fuchs, 2007).

Actualment, la velocitat dels canvis induïts per les TIC són diversos ordres de magnitud superiors als vistos en èpoques anteriors. Això genera canvis constants a la societat i que les

persones s'hagin d'adaptar a aquests canvis. Molt sovint ens trobem davant la necessitat d'aprendre alguna cosa que ningú ens pot ensenyar i no queda altra alternativa que aprendre un mateix.

2.5 Cap a una societat d'aprenentatge

Per fer front als reptes que planteja una societat que canvia ràpidament, es necessari aprendre a aprendre durant tota la vida. Així apareix el que es coneix com a “societat d'aprenentatge” o “*learning society*”.

La societat d'aprenentatge va ser definida per Robert Hutchins al 1970 (Hutchins, 1970) i per Torsten Husen al 1974 (Husen, 1974), com una nova societat en la que els límits tradicionals d'on adquirir nous coneixements no tenien sentit. En una societat complexa en constant canvi, on qualsevol persona haurà de fer diverses activitats al llarg de la seva vida, aprendre durant tota la vida esdevé una necessitat. En aquesta societat el més important és aprendre a aprendre. Aquesta idea nova d'educació durant tota la vida, va ser utilitzada al 1972 per la UNESCO a l'Informe de la Comissió pel Desenvolupament en l'Educació que tenia per títol: “*Learning to be: The world of education today and tomorrow*” també conegut com l'Informe Faure.

Per definició, la societat d'aprenentatge no es redueix a la societat de la informació. Amb la rapidíssima producció de coneixements nous que genera la nostra societat, el coneixement adquireix una dimensió molt important per permetre a la societat assimilar i integrar aquesta gran quantitat de coneixement que es genera regularment. L'educació ha d'afectar a tots els nivells de la nostra societat, oferint un model d'organització del temps, treball i vida de les nostres institucions. Aquesta evolució comporta un canvi de paradigma. Per una banda l'educació i l'aprenentatge no es poden limitar a un espai i un temps concret sinó que s'han de mantenir durat tota la vida. D'altra banda, les persones s'han de posar en el centre del procés d'aprenentatge (UNESCO, 2005).

2.6 La Societat de la informació i l'activitat econòmica

L'activitat econòmica a la societat de la informació gira al voltant de la informació i del coneixement. Amb la progressiva desaparició del sector agrícola i de la indústria es produeix també una davallada de la població ocupada en la fabricació de bens tangibles i un augment de la producció de serveis. Cobren especial importància aquells serveis que estan directament relacionats amb la producció, distribució i processament d'informació i coneixement. Apareix el concepte de “serveis de coneixement”, que són serveis que proporcionen respostes, consells, o serveis de consultoria a necessitats externes de clients.

En aquesta "nova economia" de la societat de la informació, cobren importància aquells treballs amb un alt contingut d'informació i coneixement, com per exemple, els treballs tècnics, els treballs relacionats amb l'educació o activitats creatives. A la "nova economia", la principal font de producció és fruit de la generació de coneixement en tots els àmbits de l'activitat econòmica.

Com que el centre de la SI és el coneixement, la propietat intel·lectual que els autors tenen sobre les seves "invencions" té molta importància. Els drets mínims dels autors sobre les seves obres literàries o artístiques estan definits pel conveni de Berna, signat per primera vegada al 1886. Des de aleshores, s'hi han fet diverses ampliacions i revisions. Aquest conveni conté una sèrie de disposicions que determinen la protecció mínima de l'autor sobre les seves obres literàries o artístiques.

En la SI la propietat intel·lectual es compra i es ven al mercat d'informació. La propietat intel·lectual apareix com un mecanisme per intentar treure profit del coneixement i de la informació, que representa el recurs bàsic en la "nova economia". Per exemple, tot el sistema de patents de software que limita l'accés o us del software o les lleis de propietat sobre continguts digitals. En aquesta línia es poden esmentar la polèmica llei aprovada als EEUU sobre els drets digitals DMCA (*Digital Millenium Copyright Act*) o el sistema de DRM (*Digital Rights Management*) que afecta principalment a la música i a les pel·lícules digitals. El sistema de DRM és un sistema de gestió de drets digitals emprats per propietaris de drets d'autor o editorials per prevenir la duplicació no autoritzada de les seves obres. La DMCA és una llei aprovada als EEUU que sanciona no només la infracció de drets de reproducció, sinó també la reproducció i distribució de tecnologia per traspasar les mesures protectores del copyright (DRM).

2.7 La Societat de la informació i les desigualtats: la fractura digital

El nivell de difusió i d'implantació de les TIC s'utilitza sovint com un indicador de la situació econòmica i social d'un país o d'una regió, i en definitiva, com a indicador del seu nivell de desenvolupament. En una societat on l'ús adequat del coneixement i la informació proporcionen avantatges competitius, l'ús adequat d'aquests recursos permet millorar tots els processos productius. Per tant, aquestes societats acostumen a desenvolupar-se més i més ràpidament que altres on el nivell de difusió i implantació de les TIC no és tant alt. Aquesta correlació entre el nivell d'implantació de les TIC i el nivell de desenvolupament el

corroboren els informes sobre el desenvolupament humà de les Nacions Unides (United Nations, 2001).

La *fractura digital* (*Digital Divide* en anglès) expressa la diferència que hi ha entre països o persones en l'accés a les TIC. Segons Manuel Castells, la disparitat entre els que tenen i els que no tenen accés a Internet, amplia encara més la fractura de la desigualtat i de la exclusió social. Això és així, perquè a la SI, per esdevenir un individu actiu i productiu cal dominar les TIC. Els que no disposen dels mitjans per accedir la xarxa o bé dels coneixements per poder utilitzar-la es veuen exclosos de la societat de la informació (Castells, 2001).

La fractura digital té diverses dimensions. Factors com el gènere, el grup ètnic o l'edat afecten de diverses maneres a la fractura digital. Per exemple, els nens solen aprendre més ràpidament a utilitzar les TIC que la gent gran que troba més barreres per aprendre, sovint per manca de coneixement en TIC.

La fractura digital també existeix entre regions o zones dins del país. Normalment les zones urbanes són les primeres zones on s'implanten les TIC, mentre que a les zones rurals les TIC s'introdueixen més lentament i després que a les ciutats. Aquest tipus de fractura es més pronunciada en països pobres.

La fractura digital no només té en compte les dificultats per accedir a les TIC per manca d'infraestructures apropiades, sinó que també té en compte l'anomenada fractura del coneixement que afecta al sector de l'educació. L'aprenentatge basat en la xarxa canvia el tipus d'educació necessària per treballar a la SI. El més important és canviar el concepte d'aprendre pel d'aprendre a aprendre. El nou aprenentatge està orientat a desenvolupar la capacitat educativa que permet transformar la informació en coneixement i el coneixement en acció (Dutton, 1999).

En definitiva, la SI ha creat un nou tipus de desigualtat entre els rics en informació i els pobres en informació, els que dominen les TIC i els que no les dominen. Això pot generar un nou tipus d'analfabetisme anomenat "analfabetisme digital", les persones que són analfabetes en les TIC. Aquesta nova forma d'analfabetisme representa una nova forma de pobresa, derivada de la fractura digital, que limita les possibilitats de creixement econòmic i distribució de riquesa dels països o les persones. L'accés a les TIC estimula la creació de determinades xarxes socials que estimulen l'intercanvi d'informació i coneixement, que són els factors claus pel desenvolupament socio-econòmic en la SI.

2.8 La societat de la informació i el desenvolupament sostenible

En la era de la societat de la informació sorgeix un quart sector econòmic centrat en la informació, on l'activitat principal és la producció i distribució de la informació i del coneixement.

Un dels aspectes diferencials d'aquest quart sector, és que a priori l'increment relatiu de valor i activitat econòmica no hauria d'implicar un increment de consum de recursos i/o generació de residus. A les societats dels països rics, la fracció de la població que treballa en el sector primari o secundari està disminuint ràpidament. Cada vegada més, augmenta el nombre de persones que treballen al sector terciari o de serveis o en aquest quart sector que es mou al voltant de la informació i del coneixement. En el quart sector, el món dels serveis virtuals d'informació, no es consumeixen recursos ni es generen residus. (Barceló, 2001) introdueix que és factible pensar que en les societats on la major part de la població treballa en el món de la informació i del coneixement o en el món dels serveis, el desenvolupament serà més sostenible que en altres societats on predominen els sectors primaris o secundaris, que són els sectors que fan us, sovint excessiu, dels recursos naturals del planeta i que generen més residus.

Desafortunadament, aquesta visió del món dels serveis virtuals d'informació és limitada, donat que l'ús dels serveis d'informació té entre d'altres un cost ambiental en forma de residus d'ordinadors, telèfons mòbils i altres dispositius electrònics que es llencen a les escombraries generen una forma important de deixalles, anomenades deixalles electròniques (en anglès *e-waste*). L'augment d'aquest tipus de deixalles és motiu de preocupació, perquè els dispositius o components electrònics contenen substàncies que poden ser nocives per a la salut o el medi ambient. A més, aquests components electrònics contenen diverses quantitats de metalls preciosos com la plata, el coure o l'or que es llencen a les escombraries quan ens desfem d'un ordinador o d'un telèfon mòbil. A més, alguns dels materials a partir dels quals es fabriquen els components electrònics dels ordinadors o telèfons mòbils són escassos a la natura (per exemple el coltan). L'extracció i explotació d'aquests materials pot i està generant conflictes de diversos tipus pel control d'aquests materials als països on s'extreu (sovint països pobres).

Un altre dels aspectes negatius de la SI és la fractura digital. Les desigualtats entre els rics i els pobres en informació és un dels temes a resoldre amb urgència per la societat global. S'identifica com un dels objectius del mil·lenni de les Nacions Unides .

2.8.1 La fractura digital i el desenvolupament sostenible

Segons l'informe sobre el desenvolupament humà del Programa de les Nacions Unides pel Desenvolupament del 2001, existeix una relació directa entre la fractura digital i les oportunitats de desenvolupament d'un país o regió (United Nations, 2001). Per tant, les TIC són eines fonamentals per que els països i les regions puguin desenvolupar-se i créixer sostingudament en la societat de la informació.

La obsolescència planificada de les TIC, pot produir que molts països pobres es quedin fora de la societat de la informació, no només per la manca d'infraestructures TIC, sinó també perquè no podran competir amb serveis basats en informació i coneixement.

La cimera mundial sobre la societat de la informació (WSIS), una cimera de les Nacions Unides organitzada per la Unió Internacional de Telecomunicacions i celebrada a Ginebra al 2003 i a Tunísia al 2005, va tenir com a objectiu important crear mesures perquè els països pobres no quedessin exclosos de la SI. En aquesta línia, la WSIS va crear un mecanisme per mesurar els avanços en la lluita contra la fractura digital i en l'assoliment dels objectius del mil·lenni utilitzant les TIC (ITU, 2010).

Aquest mecanisme de mesura és l'índex d'oportunitat digital (IOD) que permet seguir l'evolució de cada país en la SI. El IOD es un índex basat en indicadors TIC i mesura l'evolució de la SI.

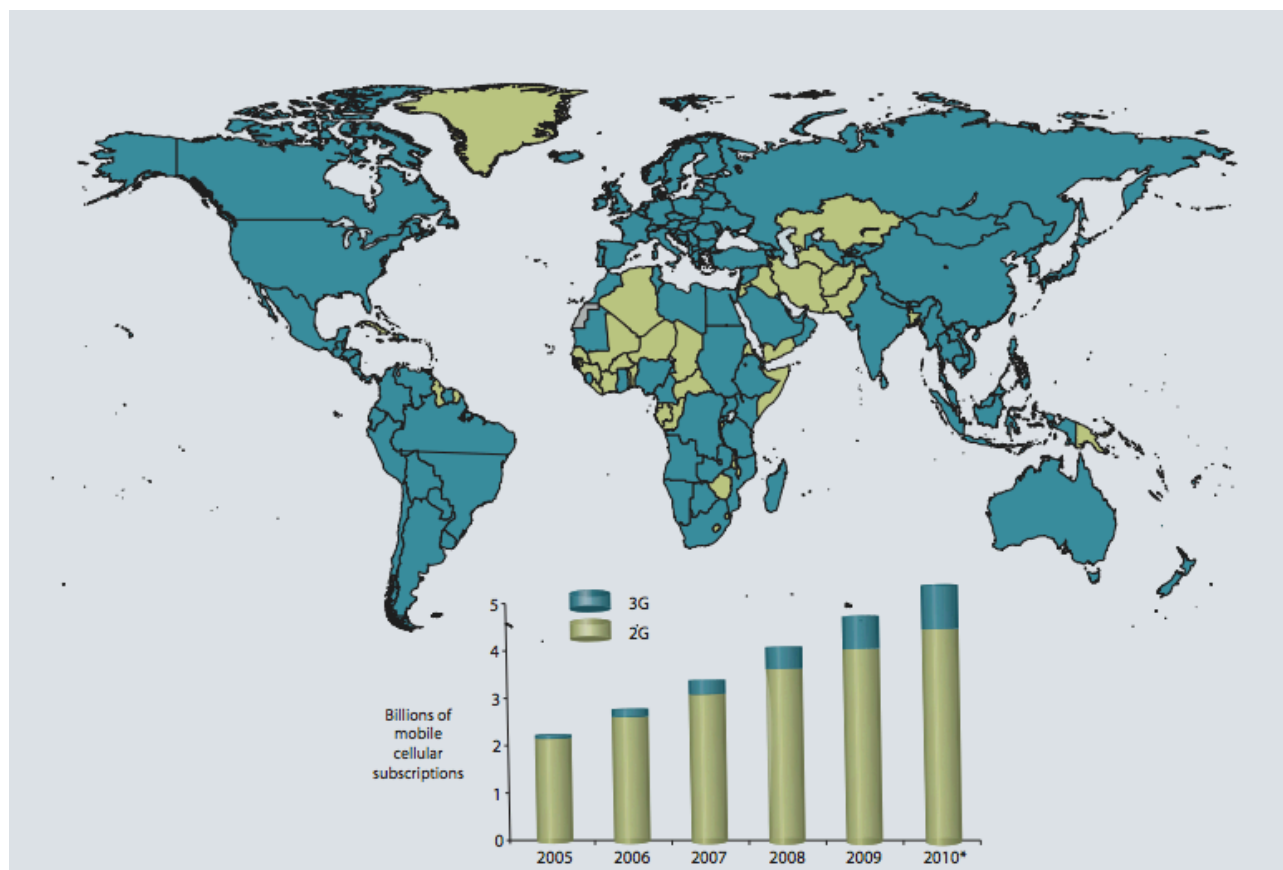


Figura 3: Creixement del nombre de subscriptors de telefonia mòbil en el període 2005-2010.

Font: (ITU, 2010)

2.8.2 La societat de la informació mòbil, la fractura digital i el desenvolupament sostenible

La proliferació de nous tipus de dispositius, aparells i sensors, així com les tecnologies de comunicació a través de xarxes sense fils, permeten que la comunicació entre persones es pugui produir en qualsevol moment i en qualsevol lloc. Els dispositius mòbils, cada vegada més potents i amb més funcionalitats, permeten a les persones accedir a diversos tipus d'informació i serveis.

Les tecnologies de comunicacions sense fils s'estan difonent arreu del món més ràpidament que qualsevol altre tipus de tecnologia fins al moment. Per tant, aquesta tecnologia representa tota una revolució dins de la societat de la informació. Segons Castells:

"Wireless communication technology is diffusing around the planet faster than any other communication technology to date. Because communication is at the heart of human activity in all domains, the advent of this technology, allowing multimodal communication from anywhere to anywhere where there is the appropriate

infrastructure, is supposed to have profound social effects. Yet, which kind of effects, under which conditions, for whom and for what is an open question” (Castells, Fernández-Ardevol, Linchuan, & Sey, 2007, pàg. 1).

Aquesta revolució propiciada per les tecnologies sense fils dona lloc al que es coneix com *Societat de la Informació Mòbil*.

Des del punt de vista del desenvolupament sostenible, la fractura digital és un dels problemes a resoldre. Sovint hi ha grans diferències en l'accés a les TIC entre països rics i països pobres. Però, hi ha un sector de les TIC on aquestes diferències no són tan grans. És el sector dels dispositius mòbils, concretament els telèfons mòbils.

Segons l'informe sobre la societat de la informació que publica la Unió Internacional de Telecomunicacions (ITU), als països més pobres els nivells d'Infraestructures de TIC són molt baixos, excepte en el cas dels dispositius mòbils on s'està experimentant des de fa uns anys un ràpid creixement:

“In developing world mobile cellular penetration is 68% at the end of 2010, driven specially by Asia and Pacific region. In Africa region, penetration rates reach 41% leaving a significant potential for growth” (ITU, 2010, pàg. 2).

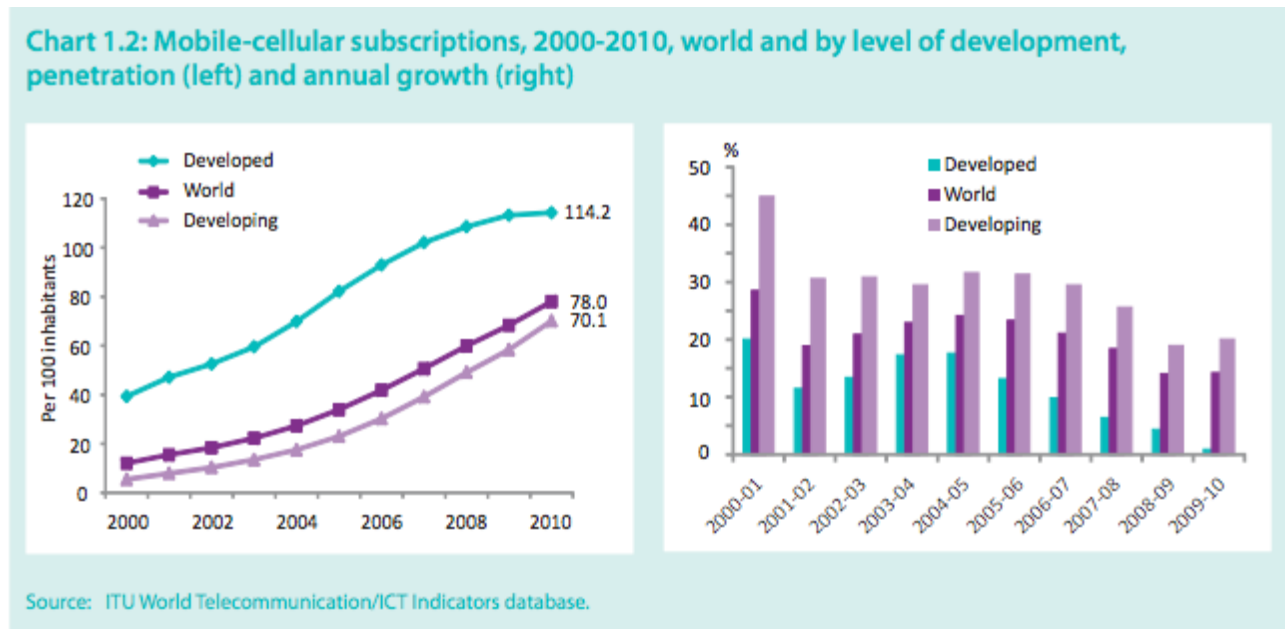


Figura 4: Evolució del nombre de línies de telefonia mòbil.

Font: (ITU, 2011)

L'accés a Internet des de dispositius mòbils era pràcticament inexistent a l'any 2000 quan es van definir els Objectius del Mil·lenni, i estava en la seva infantesa quan es va celebrar la trobada del WSIS al 2005. Però amb la revolució que va suposar la telefonia mòbil a tot el

món, es considera que l'accés a Internet des de dispositius mòbils (també coneguda com a Internet mòbil) és un factor clau per assolir els Objectius del Mil·lenni. Actualment, està reconegut que les TIC són una eina clau per generar riquesa, treball i oportunitats de negoci, per generar informació relativa a la salut i per facilitar l'e-learning. Per aquest motiu, al 2010 s'inaugura la *"Broadband Commission for Digital Development"* amb la missió de promoure polítiques per fer possible Internet mòbil de banda ampla, especialment als països pobres. Es pensa que amb això s'accelerarà l'assoliment dels MDG (ITU, 2011).

Segons (ITU, 2011) l'accés a les xarxes socials i la creació de continguts d'Internet són les activitats més realitzades a Internet entre la gent jove (cal tenir en compte que la majoria de la població dels països pobres és gent jove) inclús als països pobres.

Malgrat aquestes xifres engrescadores, a finals del 2010 el 70% de la població mundial (80% de la població dels països pobres) no tenia accés a Internet. A molts països pobres, no hi ha accés a Internet ni a les cases, escoles i altres institucions que no estan situades en zones urbanes. Per tant, cal que la revolució de la telefonia mòbil es reproduïxi en l'accés a Internet per poder ajudar a assolir els MGD.

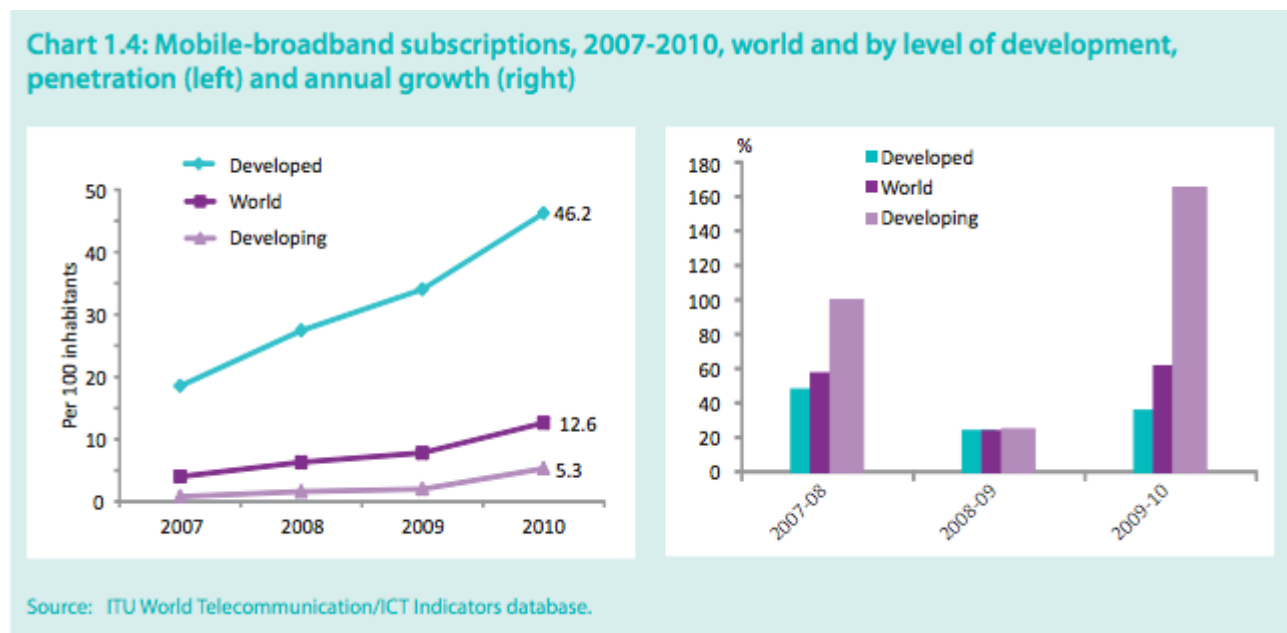


Figura 5: Evolució del nombre de les subscripcions mòbils de banda ampla.

Font: (ITU, 2011)

2.9 Conclusions

A la societat de la informació l'ús del coneixement i de la informació són els elements claus pel desenvolupament. Les TIC són les eines que permeten manegar el coneixement i la

informació. El nivell de difusió i implantació de les TIC, té una relació directa amb el desenvolupament d'un país o regió.

Actualment la fractura digital impedeix que molts països i regions puguin desenvolupar-se en la societat de la informació. La manca de infraestructures TIC i la impossibilitat de oferir serveis d'informació són un obstacle pel seu desenvolupament.

Les TIC són també una eina que pot contribuir a assolir els objectius del mil·lenni definits per les Nacions Unides. Poden tenir un impacte directe en els esforços per millorar les vides de les persones, millorant els fluxos d'informació i comunicació entre persones. El projecte *Grameen Village Phone* realitzat a Bangladesh és un dels exemples més coneguts de l'èxit de les TIC, concretament dels telèfons mòbils, en la millora dels fluxos d'informació i comunicació. L'èxit principal del projecte ha consistit en proporcionar accés a telèfons mòbils a través d'un model basat en l'accés compartit a més de 70 milions de persones de zones rurals de Bangladesh (Dang, Sultana, & Umemoto, 2008).

Les comunicacions sense fils, els telèfons mòbils i altres dispositius mòbils poden ser una eina per lluitar contra la fractura digital i pel desenvolupament sostenible.

3. La informàtica ubiqua

3.1 Introducció

En la era de la Societat de la Informació i de la Comunicació, Internet està influïent profundament en la vida de milions de persones. Però, hom es pregunta, cap a on evoluciona aquesta societat?.

Segons Manuel Castells, la societat de la informació evoluciona cap a la societat xarxa. Per Castells, les xarxes representen la nova morfologia social de les nostres societats. No es tracta de xarxes socials tradicionals, que són formes d'organització social molt antigues, sinó de xarxes socials que processen informació i utilitzen les TIC (Castells, 1997).

Segons Castells les xarxes s'han convertit en les unitats organitzacionals bàsiques de la nostra societat. El factor tecnològic no és l'únic factor diferenciador de la societat en xarxa. Hi ha trets culturals, econòmics, i polítics que també afecten a la societat en xarxa.

Centrant-nos en el tema purament tecnològic, Castells suggereix que a mesura que evoluciona la Societat de la Informació, també es produeix un canvi cap a la informàtica ubiqua.

Marc Weiser, pare del concepte d'informàtica ubiqua, explica les etapes de la informàtica fins a arribar a la informàtica ubiqua de la forma següent:

“The first wave of computing, from 1940 to about 1980, was dominated by many people serving one computer. The second wave, still peaking, has one person and one computer in uneasy symbiosis, staring at each other across the desktop without really inhabiting each other's worlds. The third wave, just beginning, has many computers serving each person everywhere in the world. I call this last wave ‘ubiquitous computing’...Ubiquitous computing is roughly the opposite of virtual reality. Where virtual reality puts people inside a computer-generated world, ubiquitous computing forces the computer to live out here in the world with people. Virtual reality is primarily a horse power problem; ubiquitous computing is a very difficult integration of human factors, computer science, engineering, and social sciences.” (Weiser, 1996 pàg. 2).

Per a Weiser, el concepte d'informàtica ubiqua implica que la tecnologia ha d'estar al servei de les persones sense que les persones hagin de ser conscients de la presència de la

tecnologia, ni hagin de parar atenció en la tecnologia per fer-la funcionar. La tecnologia ha de ser "invisible" i contribuir a la millora de la vida de les persones.

3.2 Orígens del concepte d'informàtica ubiqua

El terme *informàtica ubiqua* (de l'anglès *ubiquitous computing* o *ubicomp*) va ser utilitzat per primera vegada per Mark Weiser a Xerox Palo Alto Research Center (PARC) al 1991. Weiser diu que les tecnologies més arrelades o profundes són aquelles que desapareixen, aquelles en les que no hi parem atenció. Són tecnologies que ens ajuden en la nostra vida diària i prou, que fan la seva tasca i passen desapercebudes (Weiser, 1991).

Segons Weiser els sistemes ubics es podrien definir de la següent forma:

"The method of enhancing computer by making many computers available throughout the physical environment, by making them effectively invisible to the user" (Weiser, 1993, pàg. 75).

Aquesta idea de l'ordinador invisible surt de la observació del paper de l'ordinador personal al lloc de treball a finals dels anys 1980, on lluny de fer-se invisible, l'ordinador personal sovint és el centre de la nostra atenció. Sovint, l'ordinador és una eina necessària per a realitzar el nostre treball, però que té una interfície relativament complexa d'utilitzar. Per aquest motiu, de vegades, la complexitat addicional introduïda per les interfícies poc amigables dels ordinadors, representa un obstacle més per a la realització de tasques.

Durant els anys 1990, la recerca en informàtica ubiqua es va dirigir cap al desenvolupament de dispositius i sistemes que ens ajudessin en la nostra vida quotidiana. Com a conseqüència d'aquesta recerca, han proliferat nous tipus de dispositius, aparells i sensors, entre ells, els dispositius de ma (en anglès *handheld devices*), com els telèfons mòbils.

A banda de la proliferació de dispositius nous, Weiser també suggereix nous paradigmes d'interacció amb les màquines o dispositius, inspirats en la gran capacitat d'accés a informació i la potència de càlcul dels nous dispositius (Abowd & Mynatt, 2000). En aquesta línia, la recerca principal en informàtica ubiqua s'ha centrat en tres grans àrees: desenvolupament de noves interfícies naturals que facilitin la comunicació entre els dispositius i les persones; adaptació de les aplicacions d'informàtica ubiqua al context; i finalment la captura automàtica de informació en temps real i l'accés universal a aquesta informació.

3.3 Els dispositius mòbils: eina de la informàtica ubiqua

La proliferació de nous tipus de dispositius, aparells i sensors, així com les tecnologies de comunicació a través de xarxes sense fils (*wireless*) que permeten a aquests aparells intercanviar informació, són dos dels factors més importants que estan ajudant a l'evolució de la informàtica ubiqua.

Els dispositius de ma, cada vegada més petits i més potents, permeten a les persones accedir a diversos tipus d'informació en qualsevol lloc i en qualsevol moment.

Els dispositius de ma són un tipus de dispositiu portable. La paraula portable prové del mot francès *porter* (portar, que en anglès té dos significats *wear* (portar a sobre) o *carry* (*carregar*)). Per tant, es podria dir, que els dispositius portables són dispositius que una persona pot moure d'un lloc a un altre. Des del punt de vista de la portabilitat, els microordinadors són els primers ordinadors portables en el sentit de que es poden moure de lloc.

Actualment el terme anglès "*portable computer*" ha evolucionat i s'utilitza principalment pels següents grups de dispositius ("Portable Computer definition," 2011):

- Ordinador portàtil (en anglès *laptop*) que requereix que la persona estigui assentada i que utilitzi les dues mans per manegar-lo. Una variant de l'ordinador portàtil és el *Tablet PC*, que és un *portàtil* amb un llapis (opcional) per operar-hi sobre una pantalla tàctil. Des de l'any 2010, amb l'iPad d'Apple el concepte de tablet PC s'ha transformat en un tipus de dispositiu ben diferenciat del laptop o ordinador portàtil. Amb un sistema operatiu diferent amb el que s'interactua amb el dit (és el que s'anomena "*multitouch*").
- *Personal Data Assistant* (conegut sovint com PDA) és un dispositiu que es pot portar o carregar amb una ma, una mica més gros que un telèfon mòbil. Ofereix moltes de les funcionalitats d'un ordinador portàtil. Originàriament, les PDA van ser dissenyades com a organitzadors d'agendes, calendaris i altres tipus d'informació personal i de negoci (per exemple telèfons de contactes).
- *Notebook* és un dispositiu mixt entre un ordinador portàtil i una PDA.
- Telèfons mòbils són dispositius emprats principalment per comunicació per veu i per enviar i rebre missatges SMS.

- *Smartphone* o telèfon mòbil intel·ligent, és un telèfon mòbil que incorpora algunes funcionalitats de les PDA. Acostumen a ser més petits que les PDA i més grans que els telèfons mòbils.
- Telèfons mòbils de nova generació com l'i-phone d'Apple o els telèfons amb el sistema operatiu Android de Google són telèfons de mida petita que incorporen les funcionalitats bàsiques de les PDA. Permeten accedir a Internet a través de diversos tipus de protocols com GPRS, wifi o 3G.
- Lectors de e-books com per exemple el *Kindle*, són dispositius que permeten llegir llibres digitals.
- Reproductors de MP3 i MP4 (Media Player) són dispositius que permeten reproduir àudio i vídeo digitals.
- *Wearable computers* també coneguts com *body-borne computers*, són dispositius o "gatgets" en miniatura amb sensors integrats a la roba o sabates que mesuren l'activitat física, constants vitals etc.
- Sensors RFID (*Radio Frequency IDentification*) són sistemes d'emmagatzematge i recuperació de dades remot que usa dispositius denominats etiquetes, targetes, transponedors o tags RFID. El propòsit fonamental de la tecnologia RFID és transmetre la identitat d'un objecte (similar a un número de sèrie únic) mitjançant ones de ràdio. Les tecnologies RFID s'agrupen dins de les anomenades Auto ID (*automatic identification*, o identificació automàtica).

Dins del grup dels dispositius portables, tenim el subgrup dels dispositius mòbils. El terme que nosaltres coneixem com "dispositiu mòbil" es tradueix en anglès com "*handheld device*". És a dir, qualsevol dispositiu que càpiga i es pugui manegar amb una ma i que càpiga en la butxaca d'una jaqueta o jersei (Weiss & NetLibrary, 2002, pàg. 1). Aquesta definició elimina del grup dels dispositius mòbils els ordinadors portàtils i els notebooks.



Figura 6: Pebble E-Paper Watch, un rellotge que pot mostrar missatges enviats per un smartphone.

Font: http://en.wikipedia.org/wiki/Wearable_computer (consultada: juny 2012)

3.4 Reptes de la informàtica ubiqua

L'evolució de la informàtica ubiqua planteja una sèrie de reptes i temes sobre els quals reflexionar. Un dels temes sobre els quals cal reflexionar, és l'ús que se'n pot fer de la informació sobre el món real que es capturada i enregistrada pels dispositius ubics o mòbils. Des del moment que els dispositius ubics o mòbils registren informació sobre persones, poden aparèixer usos indeguts d'aquesta informació, com ara la difusió d'informació personal no autoritzada.

Relacionat amb el problema de l'ús que se'n fa de la informació emmagatzemada i enregistrada amb dispositius ubics o mòbils, està el tema de qui ha de tenir accés a aquesta informació. Calen mecanismes per garantir l'accés de les persones autoritzades a aquesta informació i només d'aquestes persones. La seguretat de les dades és prou important, perquè quan parlem de dispositius portables o de ma, part de la informació es pot emmagatzemar en el propi dispositiu. Sovint, aquests dispositius tenen poques mesures de seguretat per accedir a les dades emmagatzemades en el propi aparell. Es plantegen, per tant, problemes de seguretat de les dades, d'encriptació de les dades i d'on s'han d'emmagatzemar les dades.

Un dels inconvenients de la visió de Weiser sobre "l'ordinador invisible", són els problemes que planteja la manca de coneixement que tenen les persones sobre el que està enregistrant el sistema informàtic. Aquesta manca d'informació, pot generar desconfiança, perquè hom pot arribar a pensar, que el sistema informàtic fa alguna cosa a la seva esquena, sobre la que no es té control. Es plantegen problemes de privacitat i de manca de control sobre la informació que s'està enregistrant en un sistema informàtic. Quin control tenim les persones sobre la informació sobre les persones que s'enregistra amb algun dispositiu mòbil i qui hi té accés?

Per tant, l'evolució de la informàtica ubiqua planteja la necessitat d'adaptar i definir marcs legals apropiats per la nova societat.

3.5 Informàtica ubiqua i desenvolupament sostenible

Segons Mark Weiser, els sistemes informàtics de la informàtica ubiqua han d'estar al servei de les persones per facilitar la realització de tasques diverses de la vida diària. La informàtica ubiqua ha de treballar per a les persones de forma transparent, és a dir, sense que les persones hagin de tenir coneixements exhaustius sobre TIC per poder utilitzar els sistemes

ubics. Per tant, pot ser utilitzada com una eina per treballar pel desenvolupament sostenible ajudant a trencar la fractura digital.

L'aplicació del paradigma de la informàtica ubiqua, pot suposar la creació de sistemes ubics que siguin fàcils d'utilitzar per qualsevol persona, no només per aquelles persones que tenen coneixements sobre TIC. Aquesta pràctica pot ser un bon ús de la informàtica per trencar la fractura digital, on la manca de coneixements per utilitzar les TIC divideix les persones en dos grups: els que saben utilitzar les TIC i els que no en saben. Si els sistemes informàtics ubics treballen de manera transparent a les persones, qualsevol individu del món podrà beneficiar-se de les TIC.

Entre els dispositius que faran possible la informàtica ubiqua, tan els dispositius mòbils com els telèfons mòbils estan ajudant a trencar la fractura digital. La penetració dels telèfons mòbils arreu del món, inclosos els països més pobres, està sent molt important i segueix creixent. Per posar un exemple que il·lustra aquest creixement, Àfrica representa ara com ara el continent on creix més ràpidament el nombre d'usuaris que estan subscrits a un servei de telefonia mòbil. Més del 70% dels serveis de telecomunicacions africans estan basats en tecnologies sense fils (Lougheed, 2004).

La figura següent mostra l'estat en la penetració de la telefonia mòbil a finals del 2010.

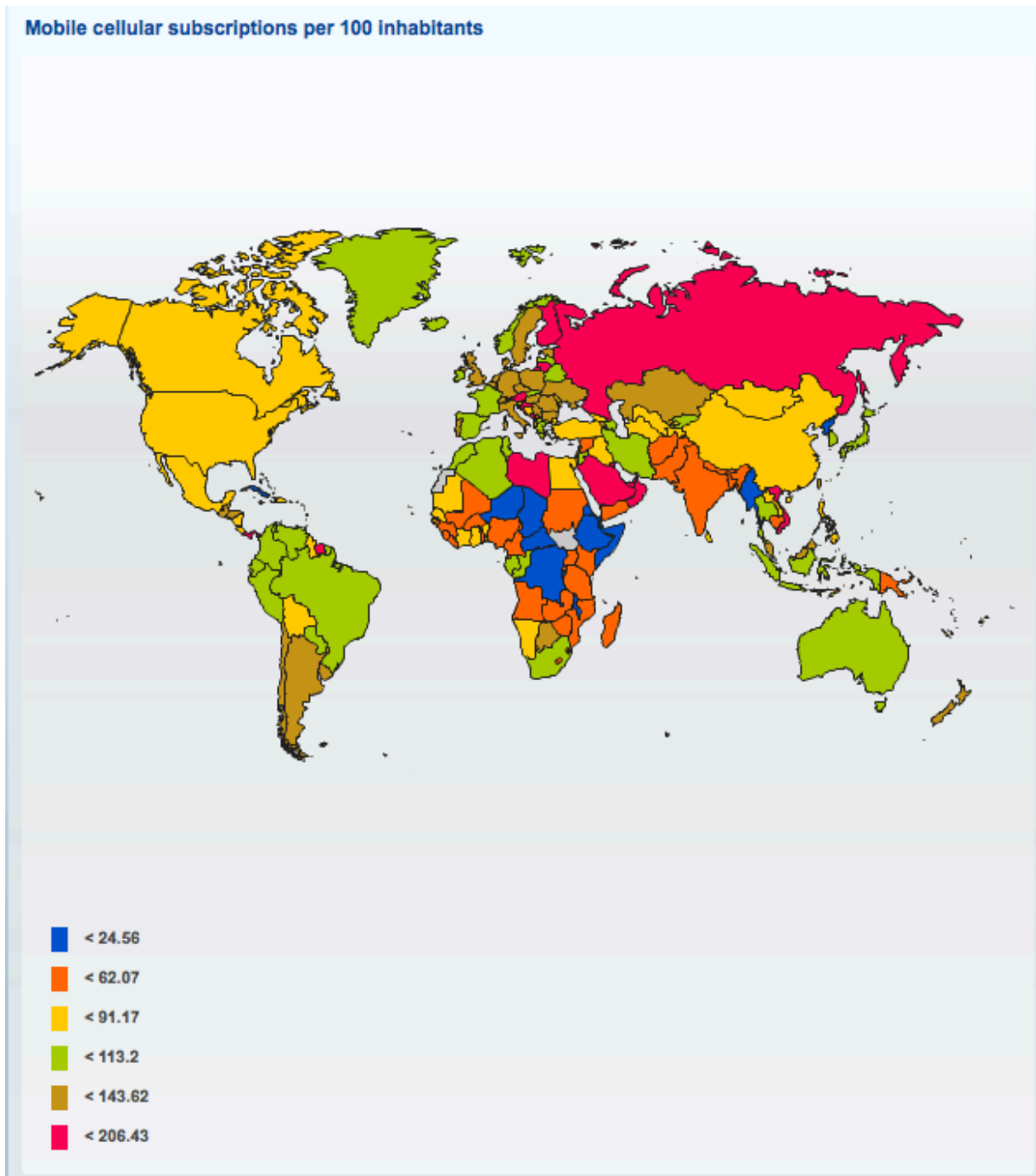


Figura 7: Penetració de la telefonia mòbil a finals del 2010.

Font: <http://www.itu.int/ITU-D/icteye/Default.aspx> (consultada: juliol 2012)

3.5.1 Factors que han ajudat a la introducció dels telèfons mòbils als països pobres

Un dels factors que han impulsat la penetració de la telefonia mòbil als països més pobres és la baixada de preus de les trucades a mòbils i dels propis terminals. Per exemple, a molts

països africans es van privatitzar els monopolis de telefonia d'aquests països durant els anys 1990. A partir d'aquí, van sorgir operadors privats que van començar a vendre trucades i telèfons a preus cada vegada més baixos. Això va provocar l'expansió dels telèfons mòbils al continent africà, fins al punt que els telèfons mòbils representen actualment a l'Àfrica una revolució tecnològica equivalent a la revolució de la televisió als anys 1940 als Estats Units (Shanmugavelan, Warnock, & De Sarkar, 2009).

A l'Informe sobre la Societat de la Informació publicat per la ITU, es posa de manifest que els països en vies de desenvolupament estan experimentant un important creixement en l'ús dels telèfons mòbils. Segons la ITU la tecnologia mòbil es una tecnologia que ha penetrat més àmpliament que qualsevol altra tecnologia fins ara en noves àrees, i cal examinar com es pot utilitzar per trencar la fractura digital.

Un altre factor que ha ajudat a la difusió dels telèfons mòbils als països pobres, és la seva capacitat per posar en contacte persones que es troben separades per grans distàncies. Per exemple, membres d'una mateixa família que es veuen obligats a separar-se quan per exemple el marit marxa a les grans ciutats a buscar feina i que, sovint, no tenen un lloc de residència fixa sinó que són itinerants. Els telèfons mòbils i les xarxes sense fils són també els sistemes ideals per a les persones que viuen en zones remotes, on no hi ha infraestructures de comunicacions fixes i que a més tenen una vida itinerant i canvien sovint de lloc de residència.

Els telèfons mòbils tenen unes característiques que els fan diferents de la resta de les TIC. Són uns aparells relativament barats, petits, portables i que tenen una bateria amb força autonomia. Existeix un mercat de segona mà que permet a les persones dels països pobres adquirir un telèfon mòbil per un preu relativament baix. De vegades, diverses persones o grups de persones tenen accés a un telèfon mòbil compartit (Banks, 2008). El mercat de segona mà, s'origina als països rics on la gent tendeix a canviar el seu telèfon mòbil amb regularitat. Els terminals que no s'usen més als països rics, van a parar als països pobres on es venen a un preu més baix.

Al contrari que els ordinadors de sobre taula, els telèfons mòbils necessiten menys infraestructures i són més fàcils de mantenir. En llocs on no hi ha electricitat, s'ofereix el servei de recàrrega al carrer a través de quioscs que carreguen els mòbils amb sistemes enginyosos com ara bateries de cotxe o dinamos mogudes per bicicletes. A més, els telèfons mòbils són dispositius relativament resistents al calor i a la pols si els comparem amb els ordinadors de sobre taula.

A més, els telèfons mòbils són dispositius que tenen diversos usos: comunicació, fer fotos i vídeos, escoltar música i fins i tot servir com llanternes en llocs on no hi ha sistema d'il·luminat públic. Per molta gent, els telèfons mòbils són el seu únic ordinador portable que els hi permet accedir a la xarxa d'Internet (Peña-López, 2008).

Resumint, els telèfons mòbils tenen molts usos pels seus propietaris: són el dispositiu que els permeten comunicar-se amb altres persones i moltes vegades són el seu únic ordinador portable amb accés a la Xarxa.

3.5.2 Usos i serveis dels telèfons mòbils als països pobres

Els telèfons mòbils són una de les tecnologies disponibles a la societat de la informació que té gran potencial per lluitar contra la fractura digital. Malgrat això, encara hi ha grans diferències en els usos dels telèfons mòbils entre països rics i països pobres. Mentre als països rics el telèfon mòbil s'ha convertit en un símbol d'identitat personal i d'estatus social, als països pobres es donen una sèrie de pràctiques o usos dels telèfons mòbils ben diferents i sovint innovadors. Les persones dels països pobres han adaptat la tecnologia mòbil al seu entorn i a la seva realitat socio-cultural.

Als països rics, no ens plantejem compartir el telèfon mòbil amb una altra persona. El telèfon mòbil és un aparell personal. Però, què passa quan la gent es veu obligada a compartir un objecte que ha sigut dissenyat per a un us personal?. Quins són els usos que es fan dels telèfons mòbils als països pobres?.

Hi ha pocs estudis empírics sobre el que la gent dels països pobres necessita d'un telèfon mòbil. El que sí està clar és que als països pobres normalment es comparteixen els telèfons mòbils, degut principalment al cost d'aquests aparells: la majoria de la gent no es pot permetre el luxe de tenir un telèfon mòbil per a us personal exclusivament, sinó que l'ha de compartir amb la resta de membres de la família o del poble.

Però mica en mica, com confirmen les estadístiques (ITU, 2010), els telèfons mòbils es van estenent als països més pobres. La difusió creixent d'aquests aparells ha donat lloc a l'aparició d'una sèrie de serveis que podríem anomenar serveis mòbils. Es tracta de serveis de Salut (*mobile-health*) o d'enviament de diners (*mobile-banking*), que són oferts a través de dispositius mòbils. Als països rics fa temps que existeixen els serveis oferts a través de dispositius mòbils. No obstant, les característiques socio-culturals i econòmiques dels països rics són ben diferents de les dels països pobres. Per aquest motiu, també són diferents els serveis que s'ofereixen a través dels dispositius mòbils.

A continuació es descriuen alguns dels usos que es fan dels telèfons mòbils als països pobres. Posteriorment, també es descriuen alguns dels serveis que comencen a oferir els operadors de telefonia mòbil en aquests països.

3.5.2.1 Usos dels telèfons mòbils als països pobres

Alguns dels usos dels telèfons mòbils en els països pobres on molta gent es veu obligada a compartir el dispositiu són analitzats per (Chipchase & Tulusen, 2006). Alguns d'aquests usos es descriuen a continuació.

1) Sente

Sente es la pràctica informal, barata i segura, que permet enviar diners a algú a través de la figura de l'operador de la centralita de telefonia local (en anglès *phone kiosk operator*). El sistema funciona de la següent forma:

Suposem que Joe viu a Kampala (Uganda) i vol enviar a la seva germana Vicky 10.000 Shillings (uns 4 euros). Joe compra una targeta de telèfon mòbil per l'import de 10.000 i truca a l'operador local del poble de la Vicky. Llavors li dona a l'operador el codi per carregar aquests 10.000 shillings al seu mòbil i l'operador li dona en efectiu els 10.000 menys una comissió (que oscil·la entre el 10 i el 30%) a la Vicky. El negoci de l'operador és revendre aquest temps de trucades de mòbil per obtenir-ne benefici.

Aquest sistema s'utilitza en països on hi ha accés limitat a infraestructures bancàries i és un sistema d'enviament de diners basat en la necessitat. El receptor dels diners no necessita tenir cap compte bancari, només necessita conèixer un operador de telefonia local.

2) Trucades perdudes

És un mecanisme utilitzat a molts països, com a mecanisme d'enviament gratuït de missatges.

3) Els operadors de telefonia locals

Als països pobres els índexs d'analfabetisme són elevats. Molta gent que no sap llegir ni escriure, quan volen fer una trucada, porten el número apuntat en algun paper a l'operador local i aquest senyor s'encarrega de fer la trucada. A més a més, aquests operadors solen tenir els telèfons de les institucions del poble. Són telèfons útils que la gent no sap i als quals en un moment donat han de poder trucar. Aquests operadors actuen com a llibretes d'adreces de telèfon per tota la comunitat, perquè s'encarreguen de mantenir un llistat dels telèfons més útils pels membres de la comunitat.

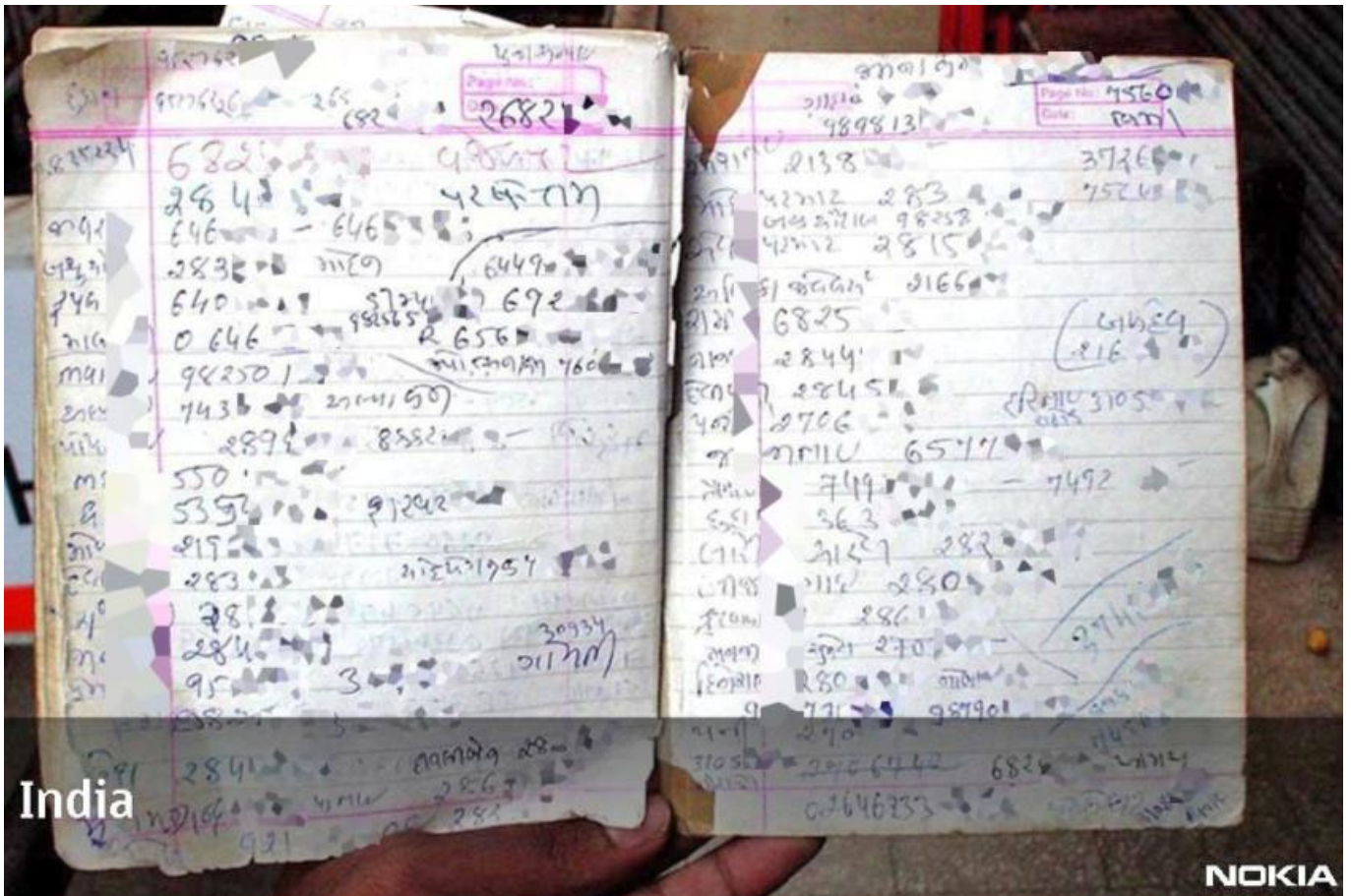


Figura 8: Llibreta d'adreces mantinguda per l'operador de telefonia local.

Font: (Chipchase & Tulusen, 2006)

4) Compartir crèdit prepagat (*pooling prepay credit* en anglès)

Aquest consisteix en comprar temps per a trucades de forma compartida entre persones d'un mateix grup, com estudiants o amics. A Uganda es poden comprar "slots" o períodes de temps per un preu que oscil·la entre 2000 Shillings i 1 euro. El temps de trucades comprat es carrega al telèfon d'una persona i :

- a) el telèfon es comparteix fins que s'acaba el saldo o
- b) el saldo restant es enviat a través d'un missatge de text a un altre membre del grup.

A Indonesia aquest servei s'anomena "Transfer Pulsa". Aquest procés també rep el nom de "sachet buying", per la pràctica de comprar bossetes de sabó o de tabac.

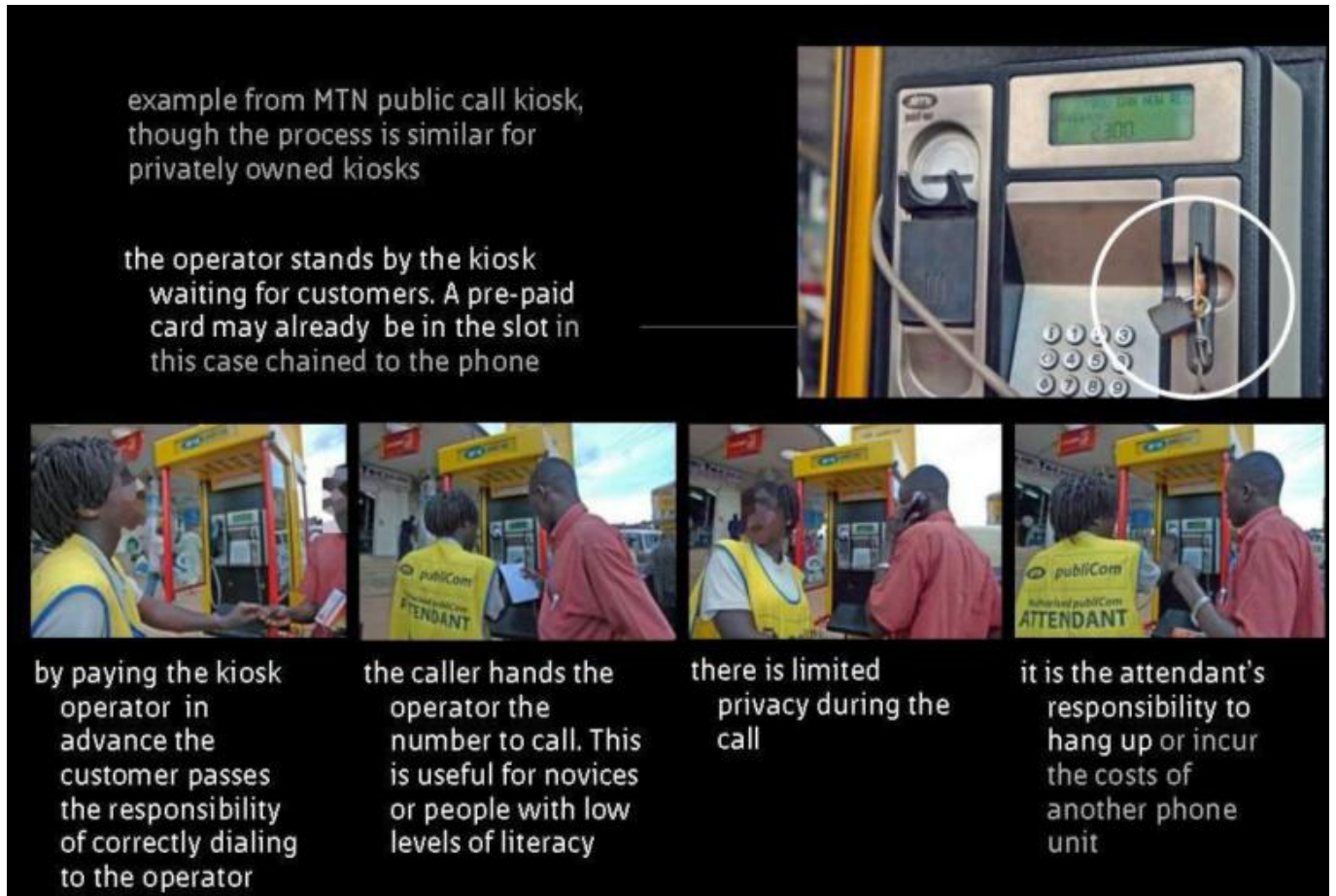


Figura 9: Pooling prepaid credit.

Font: (Chipchase & Tulusen, 2006)

5) Cultura de reparació

En molts països, hi ha una cultura de reparació de telèfons i components mòbils, que nosaltres no tenim. Aquesta cultura representa una manera més sostenible de gestionar la ferralla o residus mòbils. Als països rics, sovint simplement ens canviem el mòbil perquè s'ha tornat antic o n'ha sortit un de més nou, i el llencem encara que el mòbil encara funcioni.

6) Servei de recàrrega de telèfons mòbils

Aquest servei consisteix en proporcionar carregadors per a diferents models de telèfons mòbils per un preu. Aquest servei és molt important en llocs on no es disposa d'energia elèctrica o on l'energia es cara i el subministrament pateix talls sovint.



Figura 10: Carregador de mòbils.

Font: (Chipchase & Tulusen, 2006)

7) Village phone

És una iniciativa que permet portar cobertura de telèfon mòbil cel·lular a àrees rurals o remotes. Un micro-empresari pot demanar un préstec per comprar un *Village Phone Kit* que consta d'un Nokia 1100 adaptat, cable per connectar el telèfon a una antena externa i una bateria per tenir-lo carregat (cal tenir en compte que en aquestes àrees rurals d'Uganda o Ruanda moltes vegades no hi ha subministrament elèctric). El kit costa uns 200\$ i pot donar cobertura cel·lular de fins a 30 K (entre 15 i 30 KM).

Resumint, en aquest apartat s'han exposat alguns dels usos que es fan dels dispositius mòbils més estesos al planeta, els telèfons mòbils, a països on la manca d'infraestructures bàsiques i de mitjans de tot tipus és un problema greu. Conèixer les mancances que tenen i els usos que se'n fan pot ajudar a desenvolupar estratègies per lluitar contra la fractura digital i a favor del desenvolupament sostenible.

3.5.2.2 Serveis mòbils als països pobres

A molts països pobres existeix una gran demanda de informació relativa a la Salut, a l'agricultura, a la banca i a l'educació. Durant diversos anys, aplicacions per a telèfons mòbils basades en l'enviament de missatges de SMS han ofert aquests serveis, creant un mercat enorme per a aquest tipus d'aplicacions. A través de missatges de SMS, els telèfons mòbils proporcionen informació i serveis amb múltiples finalitats a grans percentatges de la població africana. Entre ells:

- accés a través d'una subscripció a informació i notícies diverses. Aquestes informacions poden ser, per exemple, canvis en el preu del cafè o altres productes

agrícoles. El funcionament bàsic d'aquests serveis sol ser que l'usuari introdueix un codi i aleshores rep la informació sol·licitada.

- aparició de serveis innovadors per a mòbils com els pagaments de petites quantitats de diners (aquest sistema té diversos noms com m-pesa o sente).

Alguns dels serveis mòbils que existeixen a països pobres inclouen el que es coneix com salut mòbil (en anglès *mobile-health* o *m-health*), aprenentatge mòbil (en anglès *mobile-learning* o *m-learning*) o banca mòbil (en anglès *mobile-banking* o *m-banking*).

M-health

M-health és un terme recent, que s'utilitza per fer referència a la pràctica de la salut pública amb ajuda dels dispositius mòbils. Les aplicacions d'm-health inclouen l'ús de dispositius mòbils per emmagatzemar dades clíniques de pacients, enviament d'informació de salut als metges, pacients o investigadors i monitorització en temps real de constants vitals de pacients a través de la telemedicina (Germanakos, Mourlas, & Samaras, 2005).

Una de les definicions més acceptades defineix m-health com les tecnologies emergents destinades a millorar la salut de les persones (Istepanian & Pattichis, 2006).

La millora de la salut de milions de persones és un dels Objectius del Mil·lenni de les Nacions Unides. En aquesta línia, l'ús dels dispositius mòbils com a eina per proporcionar a les persones dels països més pobres serveis bàsics de medicina tot just comença, però té un gran potencial. El m-health pot portar serveis bàsics de salut a persones que normalment no tenen accés a aquests serveis. De fet, ja existeixen iniciatives per desenvolupar aplicacions d'm-health de baix cost amb software lliure (Peña-López, 2008).

Una d'aquestes iniciatives és un programa pilot, realitzat a Nicaragua, que permet als pacients enviar a través de missatges SMS informació al seu centre de salut. Concretament, els pacients han de mesurar diàriament el pH de la seva orina i enviar el valor d'aquest pH a través de SMS al centre de salut. Això permet al centre de salut, saber si el pacient ha pres una determinada medicació. Com a incentiu, el programa ofereix als pacients que s'hagin comunicat amb èxit amb el centre de salut durant 25 dels 30 dies del mes, minuts gratis per trucar des del seu telèfon.

El m-health pot tenir nombrosos beneficis per a les persones dels països pobres, perquè permet comunicació bidireccional en temps real entre persones i transferència d'informació de forma ràpida. Pot ser especialment útil en zones remotes on sovint no hi ha centres de salut.

Aquests serveis proporcionats a través de dispositius mòbils, no es podien oferir amb les tecnologies existents abans de l'arribada dels telèfons mòbils, degut entre d'altres factors al cost dels equips, de les infraestructures i a la poca adequació de certs equips informàtics per suportar condicions climàtiques extremes.

M-learning

Altre objectiu del Mil·lenni de les Nacions Unides consisteix en aconseguir l'escolarització primària de tots els nens i nenes del món. En aquest context, són moltes les referències que apel·len a les TIC com a eina de suport a la educació, especialment en els escenaris on n'hi ha una mancança. Concretament, la informàtica ubiqua amb els telèfons mòbils al capdavant, és una eina que pot contribuir a aconseguir aquest objectiu del mil·lenni.

Hi ha diverses aproximacions al concepte de m-learning. La primera considera que m-learning és aprenentatge a través de dispositius mòbils i el planteja com una evolució de l'e-learning (Quinn, 2000). La segona considera que el m-learning té unes característiques que el fan ben diferent de l'e-learning (per exemple, maneja informació relativa al context de la persona, com ara la seva localització) (Sharples, 2006). Una tercera línia es basa en la naturalesa ubiqua de la comunicació. En aquesta línia, m-learning és l'aprenentatge que apareix en el decurs de la comunicació mòbil entre persones (Nyíri, 2002).

Existeixen nombroses experiències de m-learning arreu del món. Entre elles, el projecte *One Laptop per Child* (OLPC), liderat per Nicolas Negroponte. L'objectiu principal d'aquest projecte és lluitar contra la fractura digital. Per aconseguir-ho, s'ha desenvolupat un ordinador portàtil de mides força reduïdes, anomenat XO, que té un cost relativament baix, actualment uns 200\$. L'objectiu del projecte és lluitar contra la fractura digital fent arribar als nens dels països més pobres aquest ordinador.

El m-learning pot proporcionar nombrosos beneficis a les persones dels països pobres. Un d'aquests beneficis consisteix en que els dispositius mòbils eliminen les barreres temporals i geogràfiques, perquè permeten aprendre en qualsevol lloc i en qualsevol moment. No calen ordinadors, només un telèfon mòbil. A través dels dispositius mòbils, es pot accedir a material educatiu, sense la necessitat de disposar de llibres, per exemple es pot accedir a Wikipèdia. A més, el m-learning és per naturalesa un aprenentatge de tipus col·laboratiu; es pot compartir o accedir a informació i rebre *feedback* de forma gairebé instantània. En m-learning té cabuda l'aprenentatge a través dels jocs. Els jocs representen una forma amena i engrescadora d'aprenentatge.

Malgrat els beneficis potencials del m-learning, també es plantegen nombrosos reptes. Un d'aquests reptes consisteix en integrar les aplicacions d'm-learning en les plataformes

d'aprenentatge existents actualment. Aquestes plataformes, són àmpliament utilitzades per les institucions educatives i acostumen a estar basades en Web. Integar les aplicacions de m-learning en aquest escenari, és de vital importància per poder aprofitar tots els continguts i serveis que ja ofereixen les plataformes de e-learning.

A mesura que la Societat de la Informació evoluciona cap a una era mòbil, serà necessari definir una teoria de l'aprenentatge en aquesta nova era. Caldrà definir les relacions i diferències entre e-learning i m-learning. Aquest tema es tracta amb més profunditat al capítol 5.

M-banking

Actualment sembla que no existeix una forma universal de m-banking. No obstant, segons Donner (Donner & Tellez, 2008), el terme *m-banking* es refereix a un conjunt d'aplicacions que permeten a les persones gestionar els seus comptes bancaris a través del seu telèfon mòbil, transferir diners entre comptes a través del telèfon mòbil o accedir a serveis, como contractar assegurances.

L'objectiu principal de l'*m-banking* és oferir una sèrie de serveis financers, que poden incloure micro-pagaments a comerciants, pagament de factures, transferències P2P entre persones etc. Actualment, diferents institucions i empreses ofereixen aquests serveis. Els proveïdors dels serveis anteriors poden ser bancs, operadors de comunicacions, o tercers que requereixen la col·laboració de bancs i operadors de comunicacions per oferir el servei (Porteous, 2006).

El marc legal que regula el m-banking varia d'un país a un altre, i això és un factor important perquè determina quins serveis es poden oferir a cada país (Mortimer-Schutts, 2007).

Ara com ara, segons (Donner & Tellez, 2008), l'*m-banking* en els països pobres proporciona principalment tres tipus de serveis:

1. emmagatzemar diners en un compte accessible des del telèfon mòbil. L'usuari del servei pot tenir els diners físicament emmagatzemats en un compte d'un banc físic o no. Si l'usuari del servei ja tenia prèviament un compte corrent a un banc, aleshores el servei permet accedir al compte corrent des del telèfon mòbil. Si l'usuari no tenia cap compte corrent previ, aleshores es crea un "pseudo compte bancari" o compte bancari virtual, controlat per l'operador de telefonia mòbil.
2. Treure diners del compte a través del telèfon mòbil i fer-ne pagaments.

- Transferir diners entre dos comptes a través del telèfon mòbil. L'usuari transfereix diners entre comptes vinculats a dos telèfons mòbils, utilitzant missatges SMS validats amb el PIN del seu telèfon.

3.5.3 Es poden desenvolupar dispositius mòbils apropiats pels països pobres?

Als països rics, surten models de telèfons mòbils nous com l'iPhone, el Nokia 95, els telèfons basats en *Google Android*, o altres telèfons de darrera generació. Però, què passa mentrestant als països més pobres? Quin tipus de telèfons s'utilitzen? Quins serveis?, Quines barreres hi ha en la difusió dels telèfons mòbils a aquests països?.

La majoria dels usuaris mòbils utilitzen telèfons convencionals per fer trucades i enviar missatges de SMS, és a dir usen els serveis més bàsics dels telèfons. Sovint, es busquen telèfons robustos amb una bateria que proporcioni moltes hores d'autonomia i que estiguin disponibles a un preu relativament barat (Banks, 2008).

Over 50% smartphone penetration in developed markets, less than 20% in emerging markets
 Mobile sales volumes per region in 2011 (millions of units, estimated)

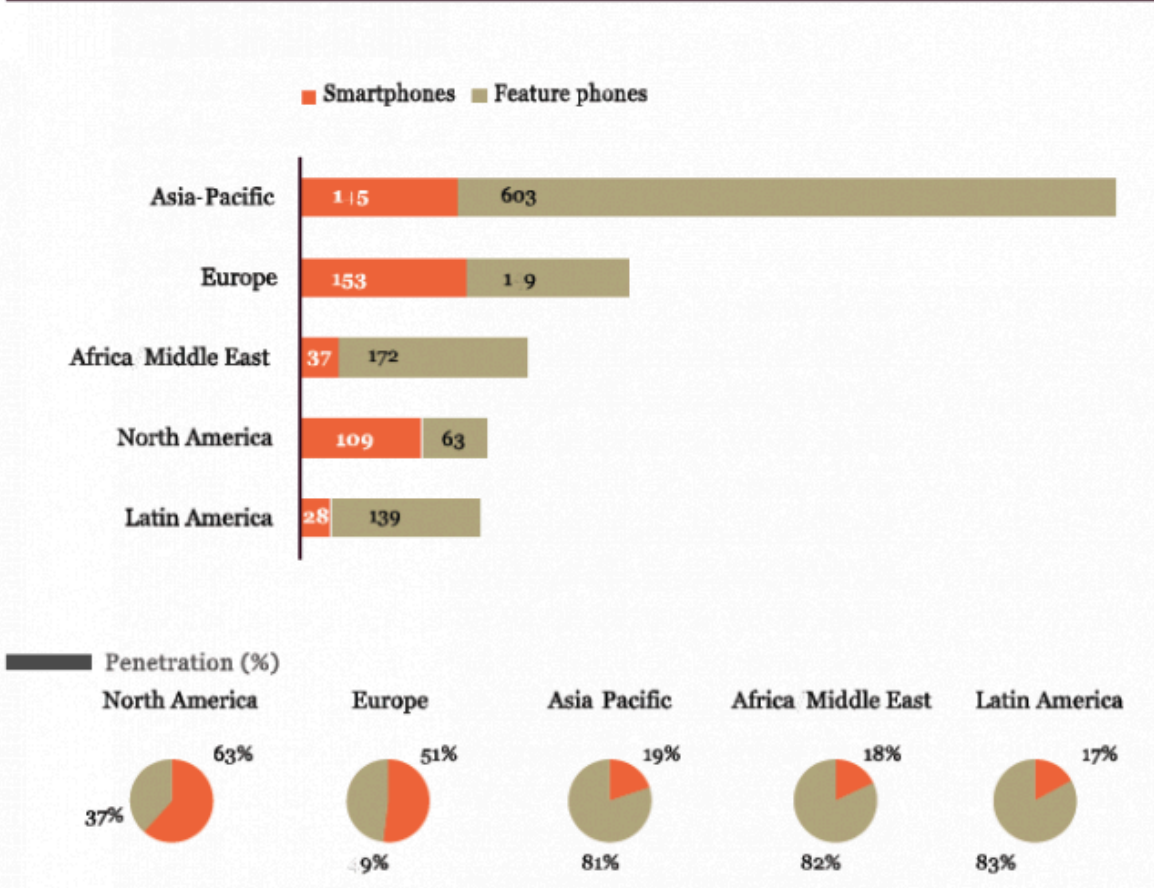


Figura 11: Penetració dels telèfons mòbils intel·ligents i dels convencionals.

Font: (Perez, 2011)

La figura anterior mostra com tot i l'increment de vendes de telèfons mòbils intel·ligents durant el 2010 i 2011, la penetració global és encara força baixa. Als mercats nord-americans i europeus, la penetració dels telèfons mòbils intel·ligents és la més alta, amb un 63% i 51% de quota de mercat respectivament. A la regió d'Àsia-Pacífic la penetració és del 19%, a Àfrica i orient mitjà un 18% i a Amèrica latina d'un 17%.

En definitiva, els terminals que s'utilitzen en països pobres, són terminals robustos que poden suportar condicions ambientals extremes i que consumeixen poca bateria.

A banda dels tipus de telèfons mòbils utilitzats, cal plantejar-se si el software, concretament les interfícies dels telèfons mòbils i altres dispositius, són apropiades per a persones amb realitats socio-culturals ben diferents a les nostres. En aquestes realitats socio-culturals diferents, hi ha persones que viuen en comunitats rurals que són semi-analfabetes o analfabetes. Aquestes persones poden tenir problemes per utilitzar interfícies basades en text o interfícies basades en pictogrames coneguts només a la nostra societat. En aquesta línia, s'han realitzat estudis que demostren que les interfícies dels telèfons mòbils poden ser dissenyades per ser utilitzades per persones analfabetes o semi-analfabetes (Dyson 2007).

En resum, si volem utilitzar els dispositius mòbils per lluitar contra la fractura digital cal fer arribar aquests dispositius a totes les persones. Ara com ara, part de la tecnologia disponible està dissenyada basant-se en convencions que només tenen sentit en els països rics, i per tant, és inapropiada per determinats col·lectius de persones de països pobres (Brady et al. 2008). Per poder lluitar contra la fractura digital i pel desenvolupament sostenible, potser caldrà adaptar el software dels terminals mòbils a les diferents realitats socio-culturals.

3.5.4 Telèfons mòbils i medi ambient

Tot i que l'àmplia penetració dels telèfons mòbils els converteix en una eina important per lluitar contra la fractura digital, els ordinadors, telèfons mòbils i altres dispositius electrònics que es llencen a les escombraries generen una forma important de deixalles, anomenades deixalles electròniques (en anglès *e-waste*). Aquest tipus de brossa o residus són els residus generats per la nostra societat, i el volum d'aquests residus està creixent més ràpidament en l'actualitat. Per tenir una idea del volum de deixalles electròniques, segons el New York Times, les llars dels EEUU van llençar durant el 2006 uns 3 milions de tones (Mooallem, 2008).

L'augment d'aquest tipus de deixalles és motiu de preocupació, perquè els dispositius o components electrònics contenen substàncies que poden ser nocives per a la salut o el medi ambient. A més, aquests components electrònics contenen diverses quantitats de metalls preciosos com la plata, el coure o l'or que es llencen a les escombraries quan ens desfem d'un ordinador o d'un telèfon mòbil. La seva recuperació, en les condicions que sigui, no deixa de ser una temptació als països pobres.

Dins de l'e-waste, els telèfons mòbils formen una part important. Segons la consultora *Insight Inc.*, als EEUU, en promig els nord-americans es canvien el telèfon mòbil cada 18 mesos. D'aquests telèfons que els americans llencen per aconseguir-ne un de nou, només una petita part es recicla. Segons la Environmental Protection Agency (EPA) cada any es llencen 130 milions de telèfons mòbils als EEUU (Mooallem, 2008).



Figura 12: Els telèfons mòbil són una de les formes més importants de e-waste.

Font: (Mooallem, 2008)

Els telèfons mòbils generen un tipus de e-waste que llencem molt sovint, degut a diversos motius:

- 1) és més fàcil canviar un telèfon vell o semi vell que no acaba de funcionar bé per un de nou, que reparar el vell.
- 2) els operadors de telefonia mòbil treuen constantment nous models amb noves funcionalitats i ofereixen als seus clients ofertes per canviar el seu terminal.

- 3) el telèfon mòbil és un producte molt personal. Molta gent l'utilitza com un símbol del seu *status*: si no tens un telèfon mòbil de darrera generació no estàs a la última.

Per acabar d'agreuja la situació, la majoria dels governs del món com ara els països de la Unió Europea o els EEUU, tot i que proposen lleis per reciclar l'e-waste, no acaben d'arribar a un consens sobre el que vol dir reciclar.

Hi ha organitzacions que es dediquen a recollir els telèfons mòbils usats. Però, la pregunta clau és què en fan aquestes empreses dels telèfons usats? Algunes empreses com l'empresa belga *Unicore*, es dedica a reciclar els materials que componen els terminals mòbils, especialment els metalls preciosos. Segons *Unicore*, cada terminal conté aproximadament un dollar de metalls preciosos com l'or.

Altres empreses com *Collective Good*, la iniciativa *Rethink* a través de e-bay o la *Green Box* de *Nokia* a la Xina, s'encarreguen de comprar els terminals usats i vendre'ls de segona ma al mercat global. Aquest mercat mundial de segona ma és molt important perquè està format per persones a Àfrica o Àsia que no poden permetre's el luxe d'adquirir un telèfon nou.

Àfrica és un dels principals mercats per a telèfons usats o de segona ma. Segons el *New York Times*, el 75% del nombre total de telèfons als països més pobres del món són telèfons mòbils i el seu us augmenta cada any. A aquests països, els telèfons mòbils tenen molt valor, perquè sovint es tracta de llocs amb nul·la infraestructura de telefonia fixa i on les distàncies que separen els membres d'una família són elevades. El telèfon mòbil és de vegades l'únic mitjà de comunicació.

En conseqüència a molts països, hi ha autèntics basars de reparació i venda de telèfons mòbils provinents dels països rics. A molts d'aquests països hi ha arrelada una cultura de la reparació dels terminals mòbils, que després es revenen. Els països asiàtics com la Índia són els principals centres de reparació de tot tipus de telèfons, degut al cost baix de la ma d'obra.

Segons el professor Jack Qiu, de la universitat de Hong Kong:

"I've never seen the real end, I've seen landfills in China full of used computer parts, but I've never seen a single landfill of used mobile phones or phone parts." The Chinese themselves "retire" between 200 million and 300 million phones every year. These phones are sold in places like India, Mongolia, Vietnam and Thailand. And from Thailand, they are sold to buyers in Laos, Cambodia, Bangladesh and Myanmar. In other words, the pachinko machine is global, and there are millions, or even billions, of phones still clattering down its channels." (Mooallem, 2008).

En un altre àmbit, hi ha diverses organitzacions com *GreenPeace* o *Silicon Valley Coalition* que intenten conscienciar a les empreses que produeixen terminals mòbils, de la necessitat de evitar materials contaminants en els terminals i de la necessitat d'anar substituint aquests materials per tecnologies fàcilment reciclables i que no generin substàncies tòxiques o nocives per la salut. En aquesta línia, *Greenpeace* ha elaborat diverses "*Guide to Greener Electronics*", un sistema de classificació dels principals productors de dispositius electrònics segons les seves polítiques i pràctiques ambientals i de reciclatge (GreenPeace, 2011).

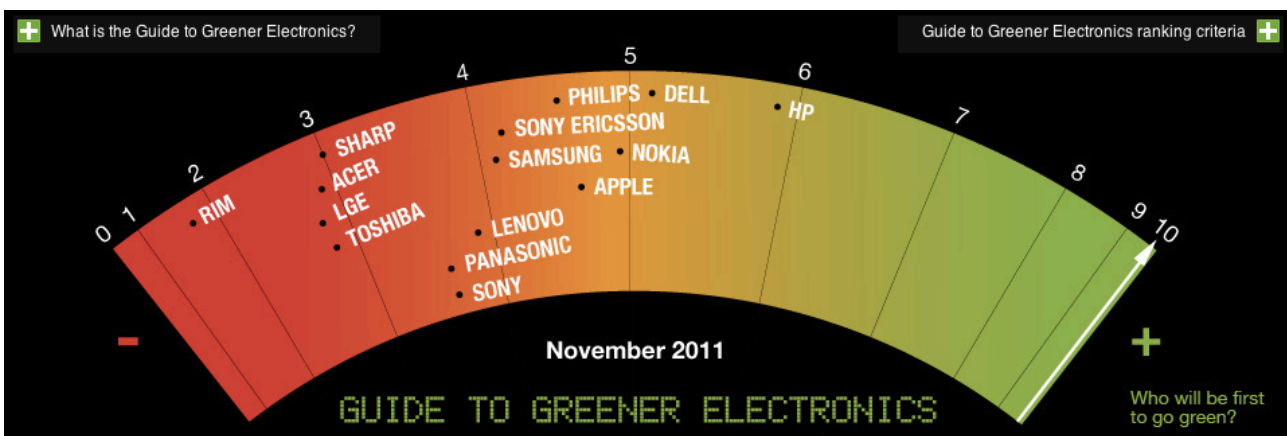


Figura 13: Greener Electronics: una classificació dels principals fabricants de dispositius electrònics segons les seves polítiques medi ambientals.

Font: (GreenPeace, 2011)

En la guia de novembre del 2011, l'empresa hewlett packard lidera la classificació gràcies a les mesures preses per mesurar i reduir les emissions de diòxid de carboni en la seva cadena d'aprovisionament. L'empresa Dell, abans situada en el desè lloc, es col·loca en segona posició de la classificació, gràcies als plans de reducció d'emissions de diòxid de carboni en un 40% pel 2020. També tenen polítiques per crear paper a partir de fons sostenibles. Finalment, Nokia baixa al tercer lloc, després d'estar molts anys en primera posició. Nokia va crear diverses campanyes per recollir terminals usats com el projecte de *Green Box* a la Xina. A més, Nokia va ser la primera empresa en eliminar el PVCs en la fabricació dels seus productes. L'empresa finlandesa va promocionar el N6650 com a primer mòbil totalment reciclable.

Des que *Greenpeace* va començar a publicar aquesta classificació de les empreses en funció de les seves polítiques medi-ambientals, moltes d'aquestes companyies han començat a generar productes lliures de substàncies químiques contaminants. També es nota una millora en les polítiques d'informació als usuaris sobre els punts on poden portar els terminals usats.

En una altra línia d'investigació, la recerca en energies renovables ha donat els seus fruits en l'àmbit dels telèfons mòbils. Actualment, hi ha diverses iniciatives per utilitzar fonts d'energia "netes" aplicades a la telefonia mòbil. Algunes d'aquestes iniciatives són:

1. Biofuel com a font d'energia de les centrals de telefonia mòbil a la Índia. A la Índia com a molts altres països pobres, tenen el problema de que la cobertura de la telefonia mòbil és bona als nuclis urbans, però fragmentada a la resta del territori. En part, aquest problema es degut a que la xarxa elèctrica que s'utilitza per donar corrent a les centrals mòbils no és fiable i té fallades habituals. Una iniciativa per portar cobertura telefònica a zones remotes es alimentar les centrals de telefonia mòbil amb biofuel derivat de plantes com el cotó o similars (BBC, 2007a).
2. Apareix la primera xarxa de telefonia mòbil que utilitza l'energia solar i l'energia eòlica per portar cobertura a zones remotes (BBC, 2007b).

3.6 Conclusions

Des de la creació de la World Wide Web al 1989, el nombre de persones que accedeixen a Internet ha anat augmentant. Al 2003 només el 12% de la població mundial tenien accés a Internet per buscar informació, serveis, parlar o contactar amb altres persones. Malgrat que el nombre d'usuaris que tenen accés a Internet ha anat augmentant, encara existeix un 70% de la població mundial que no hi té accés (gairebé un 80% en els països pobres) (ITU, 2011).

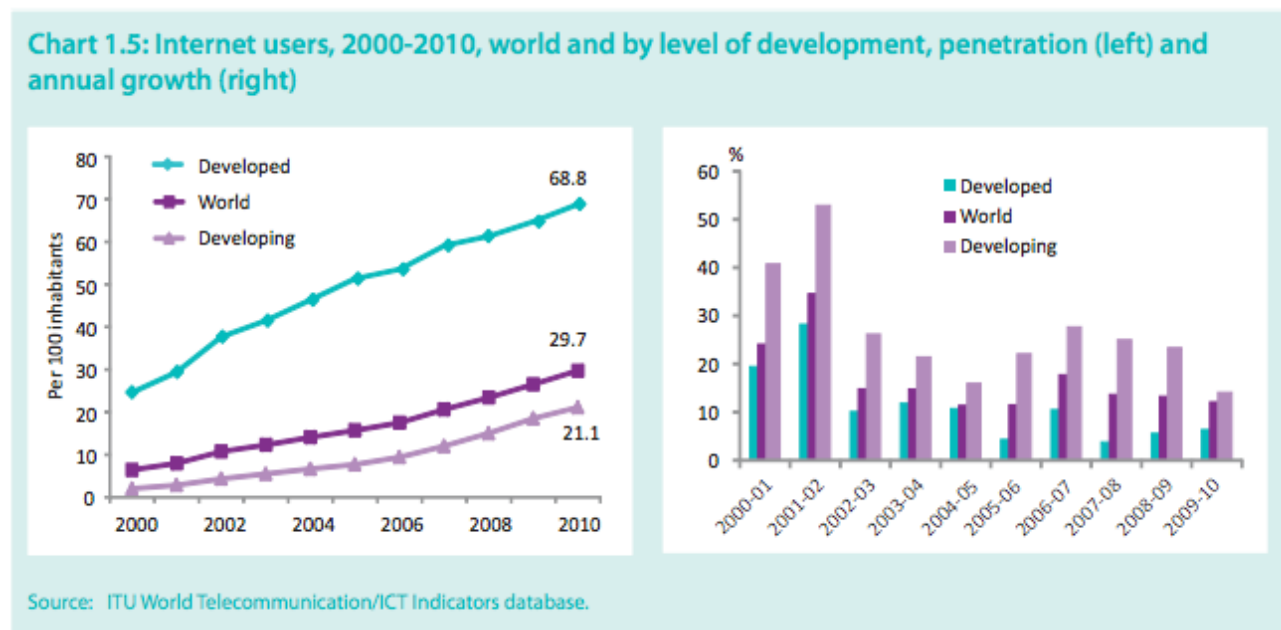


Figura 14: Creixement del nombre d'usuaris connectats a Internet.

Font: (ITU, 2011)

Des de fa uns anys, existeix una nova esperança per lluitar contra la fractura digital, que arriba de la mà de la informàtica ubiqua, concretament dels telèfons mòbils. Amb una mínima infraestructura (xarxes GSM o 3GSM (*Global System for Mobile Communications*)) i amb una mínima potència (telèfons mòbils) milions de persones tenen accés a les TIC. Molts països pobres varen perdre la revolució de la telefonia fixa degut entre altres motius a la manca d'infraestructures i inversions, i han passat directament a la revolució de la telefonia mòbil.

Són moltes les organitzacions que pensen que els telèfons mòbils són una eina per lluitar contra la fractura digital. Per exemple, la Mobile Web for Development (MW4D) és una iniciativa del *World Wide Web Consortium* creada al 2006, que explora com aprofitar el potencial de les TIC en telèfons mòbils, per lluitar contra la fractura digital. Per lluitar contra la fractura digital, la MW4D fomenta la creació dels serveis mínims (salut, educació i govern) a les comunitats rurals dels països pobres.

Malgrat el potencial dels telèfons mòbils per lluitar contra la fractura digital i pel desenvolupament sostenible, hi ha molt camí per recórrer. Un dels reptes que es plantegen és la manca de polítiques, marcs reguladors i certa liberalització de les telecomunicacions a molts països pobres. Aquests marcs i la liberalització del sector representen un factor important que incideix en el grau de penetració dels telèfons mòbils. Hi ha estudis que relacionen directament la penetració dels telèfons mòbils en un país, amb el grau o nivell de liberalització de les telecomunicacions. Per exemple, en països com Egipte o Jordània es detecten nivells de penetració més alts que a països com Síria, Iran o Líbia, on la liberalització de les comunicacions és més baixa (Varoudakis & Rossotto, 2004).

Encara que els telèfons mòbils han permès oferir serveis TIC que no seria possible tenir d'altra forma per la manca d'altres infraestructures, la major part del creixement i expansió de la telefonia mòbil en països pobres s'ha produït en zones urbanes. Els telèfons mòbils són encara cars per a la gent més pobre del planeta. Aquest fet és sovint amagat en les estadístiques perquè les estadístiques corresponents a les zones rurals no es desagreguen de les estadístiques corresponents a tot un país. Internet mòbil no és una realitat a les zones rural perquè les tecnologies de DSL (*Digital Subscriber Line*) no estan sempre disponibles (Shanmugavelan et al., 2009).

4. TIC i educació

4.1 Introducció

En aquest capítol s'analitzen algunes de les tecnologies que donen suport als processos educatius i d'aprenentatge. En aquest capítol es relacionaran els canvis tecnològics que han anat tenint lloc en la Societat de la Informació amb el procés d'aprenentatge.

L'anàlisi de les TIC aplicades a l'educació comença amb l'aprenentatge a distància (o *distance-learning*), que té els seus orígens en la Revolució Industrial, i arriba fins a l'*ubiquitous-learning* o aprenentatge ubic, que utilitza diverses tecnologies (com ara les tecnologies mòbils o sensors RFID per donar suport a l'aprenentatge en qualsevol lloc i en qualsevol moment).

4.2 D-learning

L'aprenentatge a distància, també conegut com *distance-learning* o simplement d-learning, té els seus orígens a finals del segle XIX, coincidint amb la Revolució Industrial. No és casualitat que el d-learning comenci pràcticament al mateix temps que la Revolució Industrial. Segons (Keegan, 2005), les innovacions tecnològiques que van tenir lloc durant la Revolució Industrial (especialment les innovacions en transports i comunicacions), van possibilitar per primera vegada en la història l'aprenentatge a distància. No és casualitat que els primers trens, els primers sistemes postals i els primers cursos per correu apareguessin gairebé al mateix temps.

El d-learning es pot definir com el procés d'aprenentatge caracteritzat per la tutorització d'estudiants a distància (Keegan, 1996). El terme d-learning s'utilitza sovint com sinònim d'educació a distància, el que no és estrictament correcte, si es considera que educació a distància inclou ensenyar i aprendre, mentre que d-learning implica solament aprendre a distància. Educació a distància es pot definir com el procés d'ensenyar i aprendre en el qual l'aprenentatge normalment es realitza en un lloc diferent del que s'imparteix l'ensenyament (Keegan, 2005).

Segons (Keegan, 1996) el d-learning es caracteritza per:

1. La gairebé total separació física entre l'estudiant i el professor o tutor durant el procés d'aprenentatge.
2. La influència d'una organització educativa en el procés de planificació i preparació

dels materials educatius, que proporciona serveis als estudiants.

3. La utilització de tecnologia, com per exemple, material imprès, àudio, vídeo etc.
4. Proporcionar comunicació bidireccional entre l'estudiant i el tutor o professor.
5. La gairebé absència del grup d'aprenentatge. Normalment l'aprenentatge és individual, encara que existeix la possibilitat de fer reunions puntuals, ja siguin presencials o de forma electrònica.

El d-learning introdueix la figura del tutor, que és l'encarregat de guiar a l'estudiant durant el procés d'aprenentatge. La comunicació entre estudiant i tutor es realitza a través de diversos mitjans, com la correspondència ordinària, el telèfon, la ràdio la televisió o utilitzant altres alternatives que ofereixen les TIC.

En l'aprenentatge a distància és necessària la figura del tutor, mentre que en altres formes d'aprenentatge com l'auto-aprenentatge, l'estudiant adquireix coneixements ell sol, amb ajuda de materials o continguts educatius.

En el d-learning la interacció entre l'estudiant i el tutor ha d'aconseguir-se a través de diverses tasques educatives com: el desenvolupament de material o continguts de qualitat o la creació de serveis de suport perquè els estudiants puguin comunicar-se amb el centre o professor.

El d-learning va anticipar molts dels objectius de l'aprenentatge durant tota la vida, que promou l'Informe Delors. Alguns d'aquests objectius són:

1. Aprenentatge sota demanda. L'estudiant pot aprendre al seu propi ritme.
2. Aprenentatge en qualsevol moment i en qualsevol lloc.
3. Aprenentatge centrat en l'estudiant. L'estudiant es converteix en el centre del procés formatiu.

Resumint, el d-learning introdueix una sèrie de beneficis en el procés d'aprenentatge. Alguns d'aquests beneficis són: la possibilitat que les persones que no poden assistir a la formació presencial tinguin accés a la formació; la possibilitat d'aprendre en qualsevol lloc i en qualsevol moment i una atenció personalitzada per part del professor o tutor.

4.2.1 Evolució història del d-learning

A partir de mitjans del segle XX, diverses universitats comencen a oferir cursos a distància. Entre les primeres universitats es troba la Universitat de Londres i la de Sud-Àfrica. A finals dels anys 1960 i principis dels anys 1970 es funden les primeres universitats obertes, com la *Open University* de Gran Bretanya i la *FernUniversität* de Hagen, a Alemanya.

La següent etapa en l'evolució de l'aprenentatge a distància, té lloc en els anys 1980, amb la revolució tecnològica dels ordinadors personals i la informàtica de consum. Aquesta revolució tecnològica va fer possible per primera vegada en la història ensenyar electrònicament cara a cara, a distància i a grups d'estudiants.

Aquesta modalitat d'aprenentatge a distància es va utilitzar molt als Estats Units com eina de formació dels treballadors de les empreses. Aquest estil de formació utilitza entre d'altres, materials o continguts educatius digitals o classes via satèl·lit. Una pràctica molt utilitzada consisteix en que el professor imparteix una classe als seus alumnes de forma presencial i a través d'un enllaç via satèl·lit, estudiants situats en altres llocs poden veure la classe. Si la classe és enregistrada, és possible que els alumnes que no es troben físicament en el lloc on el professor imparteix la classe, puguin descarregar la lliçó posteriorment, per a poder treballar al seu propi ritme.

Resumint, des dels seus orígens fins a l'actualitat han aparegut diversos tipus de cursos a distància. Entre ells podem citar els cursos per correu, els tele-cursos o *broadcasts* de continguts enviats a l'estudiant a través de la ràdio, la televisió o Internet. La ràdio ha estat un dels mitjans més útils i populars per distribuir continguts a distància, especialment en països pobres. A l'Índia per exemple, la *FM Channel* és una emissora molt popular que disposa de programes educatius en temes com el desenvolupament rural o els negocis.

4.2.2 Formes de d-learning

A principis del segle XXI, es poden observar diferents modalitats de d-learning que s'han anat desenvolupant durant més d'un segle. El d-learning pot ser individual o per a grups d'estudiants i a temps complet o a temps parcial.

El d-learning per a grups és el que normalment es coneix en la literatura com *distance learning*. Aquest terme s'utilitza sovint en els EEUU, mentre que el d-learning individual és el que sovint es coneix com educació a distància a Europa.

El d-learning per a grups es caracteritza perquè el tutor i els estudiants es relacionen entre ells en un moment concret del temps. El tutor no té perquè estar físicament en el mateix lloc

que el grup d'estudiants. La comunicació entre el tutor i els estudiants es sol fer a través de les TIC. Un exemple d'aquest tipus d'aprenentatge es realitzava amb èxit en els anys 1980 en la universitat xinesa de *Guangbo Dianshi*. Aquesta universitat tenia centres distribuïts per tot el país. Els estudiants acudien a un dels centres i rebien classes a través de la televisió via satèl·lit. Posteriorment, es realitzaven discussions moderades per un tutor i s'assignaven tasques. Aquest tipus d'aprenentatge també va ser utilitzat en el *Outbank* australià on les distàncies entre localitats són enormes. Grups de nens de diverses granges es reunien en un lloc per rebre classes a través de la ràdio (Keegan, 1994).

El d-learning per a grups a temps parcial ha estat utilitzat amb freqüència als Estats Units per proporcionar formació als treballadors de les empreses. En canvi, el d-learning individual és el tipus d'aprenentatge que predomina en la majoria d'universitats obertes. En la majoria d'aquestes universitats, es proporcionen materials educatius als estudiants i ells solen treballar individualment. El campus virtual sol donar-los accés als diversos serveis i materials i la comunicació amb el tutor és asíncrona.

4.3 E-learning

El terme e-learning significa aprenentatge electrònic. L'e-learning incorpora Internet i la *World Wide Web* al procés d'aprenentatge. La *World Wide Web* es converteix en la infraestructura bàsica per desenvolupar els processos d'e-learning.

E-learning pot definir-se com l'ús de les tecnologies d'Internet per donar un ampli ventall de solucions que milloren el coneixement i el rendiment (Rosenberg & ebrary, 2001). L'e-learning es basa en tres criteris fonamentals:

1. L'e-learning treballa en xarxa, la qual cosa permet que sigui actualitzat, emmagatzemat, recuperat i distribuït instantàniament, i permet compartir informació.
2. Arriba a l'usuari final a través d'ordinadors i emprant la tecnologia estàndard d'Internet.
3. Està enfocat a l'aprenentatge en el seu sentit més ampli.

Algunes de les característiques de l'e-learning es resumeixen a continuació:

- És un mitjà de suport a diferents modalitats de formació. El e-learning i els elements associats al mateix es poden utilitzar per donar suport a qualsevol de les possibles modalitats de formació. Proporciona suport a les classes presencials, està directament involucrat en l'aprenentatge de tipus mixt (també conegut a la literatura com a *blended-learning*) i proporciona eines per poder publicar informació en línia.

- Trencar les barreres temporals i espacials que caracteritzen el procés d'aprenentatge presencial. L'e-learning permet que l'estudiant accedeixi a l'acció formativa en qualsevol moment i des de qualsevol lloc (conceptes de “*anytime*” i “*anywhere*”). Això suposa un estalvi important pel que fa a costos de diferent tipus (professors, aules, llibres) i facilita la compatibilitat amb l'activitat laboral i familiar.
- Facilita l'organització de cursos. Al no tenir cursos presencials es facilita totalment o parcialment la coordinació física de les activitats (no cal reservar aules, adequar, coordinar el desplaçament dels tutors i els estudiants, etc.).
- En certs casos pot facilitar l'adquisició de coneixements. Hi ha diverses formes de motivar l'estudiant perquè participi més activament en el curs com ara la utilització de continguts digitals (una simulació, un vídeo amb un cas pràctic, demostracions basades en realitat augmentada, etc.) L'ús d'aquests materials didàctics més innovadors fa que de vegades sigui més senzilla l'assimilació de determinats conceptes.
- Suposa una reestructuració de la informació. Els continguts s'han de reeditar en un format més adequat per a la formació a través d'Internet. S'ha d'entendre que han de ser sessions més curtes, centrades en uns conceptes principals i completades amb continguts opcionals que permeten una assimilació més fàcil.
- Facilita el manteniment, actualització i distribució de continguts. Atès el caràcter digital que assumeixen els continguts és més fàcil mantenir aquests continguts, actualitzar-los, incloure nous continguts per donar suport a l'aprenentatge i que els continguts puguin ser consumits i consultats amb més facilitat.
- Facilita el treball i la interacció en grup. Les eines que s'utilitzen en els processos d'e-learning faciliten la interacció en grup (eines per lliurar treballs conjunts, avaluar els companys, compartir coneixements, etc.).

4.3.1 Evolució històrica del e-learning

A principis dels anys 1980 apareixen els primers ordinadors personals que obren les portes a un nou tipus d'aprenentatge, conegut en anglès com *Computer Based Training* (CBT). L'objectiu d'aquest tipus d'aprenentatge és utilitzar l'ordinador com a mitjà de transmissió de coneixements als alumnes, sense la interacció de cap tutor.

El CBT va evolucionar cap a *l'aprenentatge assistit per ordinador (AAO)*. A diferència del CBT, el AAO utilitza l'ordinador com una eina al servei del procés d'aprenentatge, però l'estudiant té accés a la interacció amb un tutor.

Encara que els PCs van contribuir a la difusió de la AAO, aquest tipus d'aprenentatge té els seus orígens als Estats Units en els anys 1960. Un dels productes pioners de AAO d'aquesta època, va ser el llenguatge logo creat per Seymour Papert. Papert va crear logo com una eina per estimular la capacitat per resoldre problemes.

A finals dels 1980 comencen a distribuir-se productes multimèdia en CDROM interactius amb fins educatives. Eren cursos amb els quals l'alumne interactuava.

L'escala Guerra (Guerra & Heffernan, 2004) és una eina que mesura la complexitat en la creació de continguts digitals. L'escala de l'un al deu, descriu la complexitat que té l'usuari per utilitzar continguts digitals. El nombre un indica l'experiència de poder llegir documents a la pantalla i el deu representa un escenari de realitat virtual. A banda de l'experiència de l'usuari, incrementar un punt en l'escala Guerra representa un augment en:

- La complexitat.
- La funcionalitat.
- El temps de desenvolupament.
- Les capacitats de programació.
- Les capacitats de disseny.
- Les capacitats de paciència i atenció dels experts en la matèria.

El nivell 1 de l'escala Guerra consisteix en llegir un fitxer de tipus pdf. Per l'usuari és fàcil de llegir. Pel desenvolupador requereix una conversió de format del document original. El nivell 2 correspon a continguts digitals en forma de pàgines web, que l'usuari llegeix com si llegís un fitxer de tipus pdf. La diferència és que s'incorpora navegació a les pàgines, enllaços, gràfics, finestres emergents entre d'altres elements. La complexitat de desenvolupaments d'aquests continguts augmenta. La figura següent mostra els 10 nivells de l'escala Guerra.

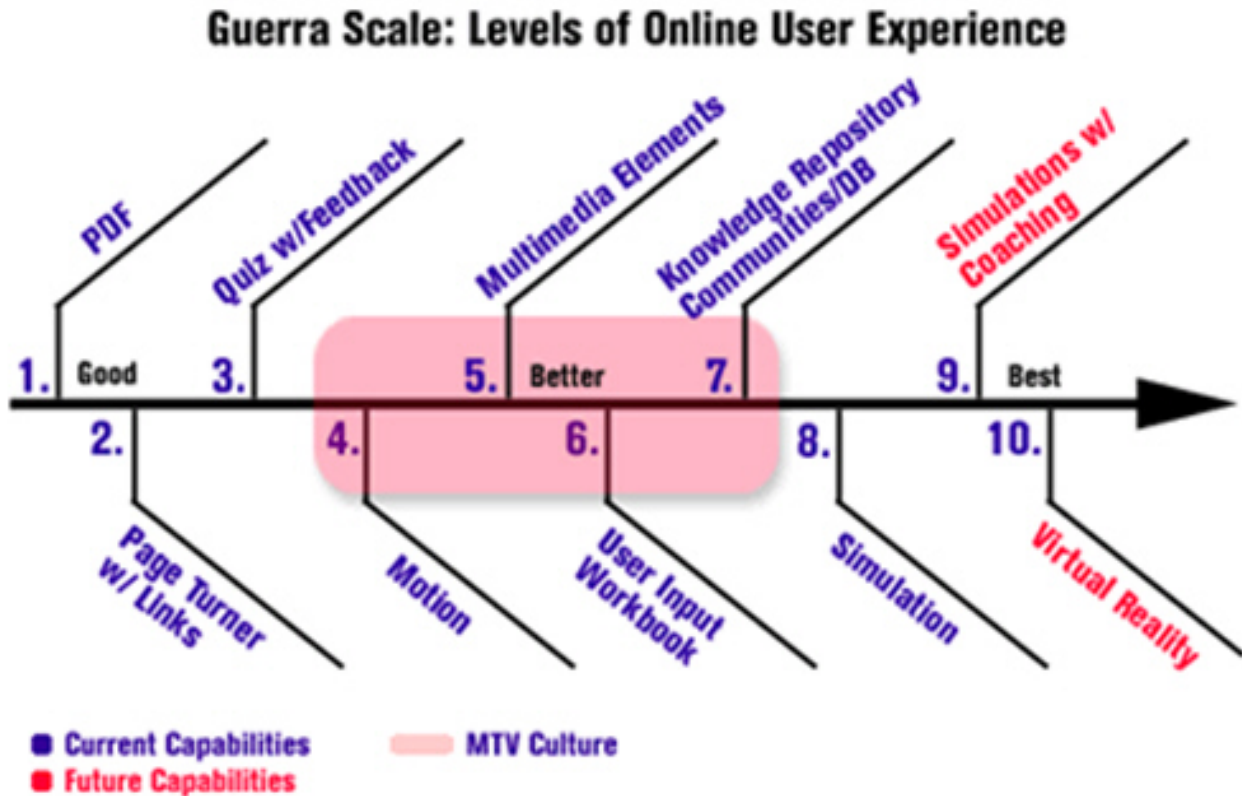


Figura 15: Nivells de l'escala Guerra.

Font: (Guerra & Heffernan, 2004)

A mitjans dels anys 1990, té lloc l'expansió d'Internet i la *World Wide Web*. En aquesta època es creen els primers *Virtual Learning Environments* (VLE) o *Learning Management Systems* (LMS), sistemes de software que simulen alguns dels serveis de la formació presencial. Apareix així l'aprenentatge online (*online learning*).

El terme VLE s'utilitza com a sinònim de LMS fins cert punt. Els dos termes tenen un significat semblant, tot i que els VLE es centren menys en les característiques relacionades amb la gestió de l'aprenentatge. Paulsen (Paulsen, 2002) defineix un VLE com un software dissenyat com una solució integrada que facilita el *online learning* a una organització. Inclou les funcions d'un *learning management system* pels cursos ubicats dins de l'entorn d'aprenentatge, però potser no es capaç de fer el seguiment (*tracking*) dels cursos que no van ser creats dins de l'entorn d'aprenentatge. Un VLE es caracteritza per disposar d'una interfície d'usuari que permet als estudiants registrar-se, inscriure's a cursos i romandre a l'entorn mentre duri el curs. El software normalment inclou una planificació acadèmica dels cursos organitzada setmanalment. Aquest model utilitza normalment la figura del tutor o instructor que guia o ajuda als estudiants en el treball i tasques setmanals. Molts VLE inclouen eines d'autoria de materials disponibles pels instructors.

Els LMS són entorns genèrics per distribuir i gestionar experiències educatives. Disposen d'eines per donar suport online a la creació i manteniment de cursos, matrícula d'estudiants, etc. (Dagger, O'Connor, Lawless, Walsh, & Wade, 2007).

Una possible definició de LMS és la següent: un LMS es un software que automatitza l'administració d'esdeveniments de formació (Paulsen, Nipper, & Holmberg, 2003). Un LMS registra usuaris, gestiona cursos i enregistra dades dels estudiants. També proporciona informes per a la gestió acadèmica dels cursos. Un LMS està dissenyat típicament per gestionar cursos de diversos proveïdors. Normalment, no inclou eines d'autoria pròpies. En lloc d'això es centra en la gestió de cursos. Paulsen (Paulsen, 2002) defineix els LMS com els sistemes que organitzen i faciliten l'accés als serveis d'aprenentatge en línia (per exemple, control d'accés, provisió de continguts d'aprenentatge, comunicació i administració d'usuaris i grups d'eines) per a estudiants, professors i administradors. Els LMS organitzen els continguts d'aprenentatge d'una manera estàndard, en general com un curs dividit en mòduls o lliçons, recolzats amb proves, exàmens, fòrums i debats (Downes, 2006).

Actualment, els LMS estan consolidats en la majoria d'institucions educatives com un software de suport al procés d'aprenentatge. Alguns dels serveis que ofereixen els LMS són els següents:

- Gestió d'usuaris, rols, cursos.
- Generació d'informes.
- Gestió de cursos online o semi presencials.
- Gestió del calendari del curs.
- Enviament de missatges i notificacions als estudiants.
- Qualificació de les activitats realitzades pels estudiants.

Collis (Collis, 1996) descriu l'explosió de l'aprenentatge online explicant que durant el 1995 només els avenços tècnics en tecnologia de la World Wide Web, navegadors i editors web estan succeint a un ritme sorprenent. Fins i tot les funcionalitats de la World Wide Web del 1995 permeten el desenvolupament d'entorns d'aprenentatge oberts per a l'aprenentatge a l'escola, el treball i la llar que:

- Són independents de la plataforma i escalables.
- Són multi-usuari.
- Estan basats en un estàndard obert.

- Suporten una estructura d'hipermèdia.
- Permeten a l'usuari treballar amb software lliure o barat emprant la web.
- Utilitzen una arquitectura client servidor.
- Suporten comunicació a través d'una xarxa.
- Suporten la comunicació amb altres mitjans interactius.
- Suporten el treball amb aplicacions reals com els fulls de càlcul, bases de dades i processadors de text.
- Permeten als estudiants crear els seus propis documents, crear enllaços entre documents, comunicar-se entre ells i cooperar en l'aprenentatge.

El *online learning* es caracteritza per l'ús d'Internet i la *World Wide Web* com a tecnologies centrals en el procés d'aprenentatge. No obstant això, en el *online learning* no tot és online. És possible que hi hagi materials d'aprenentatge que s'enviïn directament a l'estudiant o que l'estudiant hagi de desplaçar-se físicament a un lloc concret per a determinats actes acadèmics, com per exemple per realitzar un examen.

A partir de l'any 2000, moltes de les grans empreses tecnològiques, mitjans de comunicació, empreses de serveis etc. aposten per l'aprenentatge online, incorporant cursos a les seves intranets o a les seves xarxes corporatives. Aquests cursos complementen la formació contínua presencial. En aquesta època apareix l'aprenentatge mixt o *blended learning* (b-Learning).

L'aprenentatge mixt pot definir-se com una forma d'aprenentatge que combina l'aprenentatge presencial amb l'aprenentatge online. Aquest tipus d'aprenentatge reflecteix la idea que el b-learning és la combinació de dos models d'aprenentatge que històricament havien estat separats: l'aprenentatge presencial tradicional i l'aprenentatge online. En el b-learning les TIC tenen un paper central.

Actualment l'e-learning inclou tant el online learning, el Web-Based training i l'aprenentatge a través de les universitats virtuals. És una forma de d-learning. Els sistemes de e-learning actuals consten dels elements següents (Boneu, 2007):

- Els sistemes de comunicació. Poden ser síncrons si la comunicació es realitza en temps real (per exemple els xats o les vídeo conferències) o asíncrons si la comunicació no es realitza en temps real (per exemple a través del correu electrònic o amb els fòrums).

- Plataforma de e-learning. És el software de servidor que dona suport a alguns o tots els aspectes de la preparació del cursos, publicació de continguts, interacció entre els estudiants i professors i permet que tots aquests aspectes estiguin disponibles a través d'una xarxa (B. Collis & Moonen, 2001).
- Continguts o *courseware* és el material d'aprenentatge disponible per l'estudiant.

4.3.2 Reptes de futur del e-learning

Entre 1995 i 2000 l'e-learning es situa al front de l'estat de l'art de l'aplicació de les TIC a l'educació. Es desenvolupen nous paradigmes d'aprenentatge, noves solucions tecnològiques i noves aproximacions pedagògiques d'e-learning. S'arriba a un punt en el qual la majoria de les institucions educatives han adoptat algun LMS (ja sigui un de propietari o un de software lliure). Actualment, els LMS donen suport a les formes tradicionals de treballar de les organitzacions, universitats i altres institucions educatives.

Els LMS actuals mimititzen l'estructura i les pràctiques de les escoles, universitats i altres institucions educatives. Molts LMS estan integrats en el sistema d'informació de la institució en la que s'utilitzen. Són un element clau i integral de la infraestructura d'aprenentatge (Obexer & Bakharia, 2005). Els punts clau de l'èxit LMS han estat els següents:

1. Copiar l'estructura i les pràctiques de les institucions educatives, per exemple l'organització dels continguts dels cursos en línia.
2. Organitzar els processos i regles de negoci de les institucions educatives, per exemple, permetent el lliurament en línia de tasques.
3. Durant molt de temps han estat una font important d'innovació en l'educació, per exemple, les alertes enviades als telèfons mòbils quan el termini d'una tasca era a prop (Downes, 2006) (Alier et al. 2010b).

Avui dia, l'èxit de LMS és tan gran que més del 90% de les universitats espanyoles utilitzen un LMS (Prendes, 2009), el 95% de les institucions d'ensenyament als EUA també s'utilitza un LMS (Lonn & Teasley, 2009), i 79,5% de les grans empreses utilitzen aquests sistemes durant el seu programa de formació (Wexler, Grey, Miller, Nguyen, & Barnevelda, 2008). Aquests percentatges van augmentant.

Els LMS han assolit estabilitat i maduresa. Uns LMS adopten funcionalitats d'altres LMS i ha arribat un moment en que tots semblen clons, els uns dels altres. En el moment de maduresa dels LMS, apareixen elements de canvi. Entre aquests elements de canvi es troben entre altres (Alier, Casany, Conde, & García-Peñalvo, 2010):

- els dispositius mòbils, cada vegada més sofisticats, sobre els quals es desenvolupen aplicacions educatives.
- Les noves generacions de consoles portables i “gatgets” diversos que inunden les nostres vides quotidianes.

Aquests nous dispositius són eines utilitzades habitualment per les persones que han nascut en l'era de la Societat de la Informació. Aquestes persones nascudes en l'era digital són els anomenats nadius digitals. Mark Prensky va ser el creador del terme. Segons Prensky, els nadius digitals tenen la capacitat d'aprendre sense prestar tota la seva atenció al procés d'aprenentatge, realitzant diverses activitats al mateix temps. Són capaços d'incorporar nous elements i recursos, com els jocs en el procés d'aprenentatge (Prensky 2001).

Finalment, el canvi social que representa la Web 2.0 és un altre element de canvi que està influïent en la manera com s'aprèn i s'ensenya. En aquest escenari de canvi, els LMS s'enfronten al repte d'adaptar-se a la nova realitat.

4.4 Del e-learning 1.0 al e-learning 2.0

4.4.1 Web 2.0

El terme Web 2.0 fa referència a aquella part de la Web que està generada o creada pels propis usuaris d'Internet. En la Web tradicional (anterior a la Web 2.0), els continguts eren creats per uns pocs usuaris, mentre que el gruix dels usuaris érem consumidors de continguts o informació.

No obstant, l'aparició d'eines i serveis de participació com els blogs, wikis o les xarxes socials han permès l'aparició d'un altre tipus de Web, coneguda com Web 2.0, en la qual els autors dels continguts són en realitat els propis usuaris de la Web, que publiquen les seves idees i coneixement i els posen al servei d'altres usuaris de la xarxa (Ramón, 2007). Segons Ramón:

“La novedad de la Web 2.0 no es que las personas puedan “crear” escritos, imágenes, películas, ... sino que los pueden publicar y hacer llegar a una audiencia muy amplia prácticamente sin coste). Y este fenómeno nuevo tiene tal potencial formativo que merece formar parte de nuestro nuevo mundo del u-learning. Una vez más, la idea no es completamente original: se trata de personas que ponen sus creaciones o conocimientos a disposición de otros, lo cual siempre ha sido una vía de aprendizaje. Lo que es nuevo es la facilidad para que esas creaciones o conocimientos puedan

llegar realmente a los colectivos que desean, o necesitan, asimilarlos.” (Ramón, 2007):

Les eines de la Web 2.0 es poden classificar els grups següents (SCOPEO, 2009):

- Eines per compartir recursos. Serveis web 2.0 que s'usen per compartir recursos multimèdia a través de plataformes especialitzades, i que permeten als usuaris emmagatzemar i distribuir material fotogràfic, vídeos, presentacions, àudio, etc. Molts d'aquests serveis donen suport a la creació de comunitats al voltant dels recursos que comparteixen. Per exemple: Youtube (<http://www.youtube.com>), Slideshare (<http://www.slideshare.net>) o Flickr (<http://www.flickr.com>).
- Eines per crear recursos. Conjunt de serveis web 2.0 que permeten a la comunitat d'usuaris generar continguts per a ser compartits i difosos, el que dóna suport al desenvolupament de la intel·ligència col·lectiva. Aquest procés es pot realitzar a través de diverses eines, com wikis (es tracta d'un software que permet a múltiples autors gestionar documents de forma compartida) o blocs (un blog és un software que s'utilitza normalment perquè els usuaris publiquin entrades o comentaris regularment sobre temes diversos (vídeos, fotos, art, viatges etc.)) entre altres, que serveixen per crear contingut de forma descentralitzada a la Xarxa. Per exemple: Blogger (<http://www.blogger.com>), Llocs web de Google (<http://sites.google.com>), Wikispaces (<http://www.wikispaces.com>).
- Eines per recuperar informació. Eines per organitzar recursos a partir de necessitats informatives de l'usuari que les tria, el que permet un accés selectiu als continguts web així com una distribució massiva d'aquests continguts; per a aquesta finalitat s'usen eines de subscripció i actualització contínua que faciliten la recuperació de notícies, entrades de blocs, anotacions socials, fotografies, vídeos, etc. A més, aquesta família d'aplicacions web 2.0 permet organitzar la informació a través de processos col·laboratius d'etiquetatge, recomanació o filtratge on la comunitat d'usuaris participa amb les seves aportacions. Per exemple: Technorati (<http://www.technorati.com>), Netvibes (<http://www.netvibes.com>), Google Scholar (<http://scholar.google.com>).
- Xarxes socials. Eines dissenyades per crear i gestionar comunitats virtuals. Gràcies a aquests espais, els membres d'una xarxa social estableixen vincles, contactes i intercanvien continguts motivats per una sèrie d'interessos comuns a tots. En aquestes xarxes socials virtuals les persones es comuniquen de manera natural i efectiva, recu-

peren i comparteixen, a més, tot tipus d'informació afí i útil per a l'interès del grup. Les xarxes socials, ara per ara, són espais amb molta activitat i marquen el pols de la Web 2.0. Per exemple, LinkedIn (<http://www.linkedin.com>), Ning (<http://www.ning.es>) o Facebook (<http://www.facebook.com>).

4.4.2 Orígens de la web 2.0

El concepte Web 2.0 deu el seu origen a una sèrie d'idees que comencen a ser discutides a mitjans de 2004 entre els equips d'*O'Really Media* i *MediaLive International*, dues empreses dedicades a la producció d'esdeveniments, publicacions i coneixements sobre les tecnologies digitals. La principal referència bibliogràfica sobre el tema és un article de Tim O'Really publicat al setembre de 2005 titulat *What Is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*.

Segons'O Really la caiguda de la bombolla financera del Nasdaq l'any 2001 va marcar l'inici de la transició de la tecnologia Web 1.0 cap a la 2.0. En el seu text del 2005, més que definir que és la Web 2.0, explica el que és comparant-la a la Web 1.0. En la nova Web 2.0, la xarxa digital deixaria de ser considerada un simple aparador de continguts multimèdia per a convertir-se en una plataforma oberta que afavoreix la participació dels usuaris (O'reilly, 2007).

4.4.3 E-learning 2.0

Amb la difusió de blogs, wikis, potcasts (fitxers normalment d'àudio o vídeo que es publiquen periòdicament i que solen estar disponibles per a la seva descàrrega a través de sindicació web (RSS)) etc. alguns educadors comencen a introduir aquestes eines en el procés d'aprenentatge. Amb la introducció d'aquestes eines el procés d'aprenentatge canvia notablement. Per exemple, els estudiants poden discutir sobre gran varietat de temes amb persones de diferents llocs del món, i poden utilitzar els coneixements adquirits per realitzar les tasques assignades pel professor. Amb la utilització dels blogs i altres eines, els alumnes creen xarxes d'interacció similars a les xarxes socials.

L'e-learning passa de ser una eina que subministra continguts que seran consumits pels estudiants i es converteixi en una eina en la qual els estudiants participen activament creant ells mateixos els continguts. És a dir, que el model tradicional de l'e-learning en el qual els continguts eren generats pels professors i organitzats en cursos canvia. Amb l'e-learning 2.0 els estudiants es converteixen en productors de continguts (Downes, 2006).

4.5 M-learning

A partir de l'any 2000 aproximadament, molts telèfons fixos i alguns ordinadors de sobre taula, comencen a ser substituïts pels telèfons mòbils, les PDA i posteriorment pels telèfons mòbils intel·ligents. Aquest canvi tecnològic té un impacte important en el procés d'aprenentatge, perquè l'estudiant deixa d'estar lligat a un lloc concret per estudiar (per exemple davant de l'ordinador de sobre taula), i pot aprendre des de qualsevol lloc utilitzant un telèfon mòbil o una PDA. Apareix el que es coneix com *mobile-learning* o *m-learning*. Farrell en *The Changing Faces of Virtual Education* explica:

The Web is becoming a dominant technology where people have access to it. Because of its capacity to reach thousands of learners with a service of a defined standard, satellite broadcasting still plays a valuable role in many developing countries where a large number of learners do not have access to the Internet. Videoconferencing, on the other hand, has limited uses, is dependent on very low telecommunications costs and lacks the flexibility and potential of the Web.

The challenge for distance systems at the dawn of the third millennium is to develop didactic environments for mobile phones and mobile computers as the availability of mobile devices spreads to a billion users. The mobile telephone is becoming a trusted, personal device with Internet access, smart card usage, and a range of possibilities for keeping the distance student in touch with the institution's student support services, in contact with learning materials and fellow students, while at home, or at work, or travelling (Farrell, 2001, pàg. 38).

Un dels primers enfocaments del que es coneix com *mobile-learning* parteix d'aquesta visió tecno-cèntrica. Segons aquesta visió, m-learning és l'aprenentatge on s'utilitza com eina per l'aprenentatge els dispositius mòbils. La visió tecno-cèntrica del m-learning domina la literatura inicial sobre el tema en una primera etapa (Sharples, 2006).

Una segona visió considera el m-learning com una extensió de l'e-learning o aprenentatge electrònic, i per tant intenta emmarcar el m-learning com un subtipus d'e-learning (Traxler, 2005).

La tercera visió, considera el m-learning com una forma d'expandir l'educació formal. En la literatura de m-learning es sol considerar que l'educació formal és l'educació presencial

basada en classes magistrals. Encara que aquesta afirmació pot ser discutible, això condueix a plantejar-se quin és el lloc del m-learning en relació als altres tipus d'aprenentatge. Es redueix el m-learning a adaptar continguts per a les pantalles dels telèfons mòbils? Segons Jorge Sousa Pires:

"...m-learning is about a society on the move. M-learning is not what people do, learning is what people do. With technology getting smaller, habiti personal, ubiquitous and powerful it better supports a mobile society" (Sharples, 2006, pàg. 5).

Amb aquesta qüestió arribem a l'última visió del m-learning, una visió centrada en l'estudiant. Segons aquesta visió, el centre del procés d'aprenentatge no es troba en la tecnologia, sinó en la mobilitat de l'alumne que pot interactuar amb tecnologia fixa o mòbil (O'Malley et al., 2003). En aquesta visió, s'inclou l'aprenentatge en una societat mòbil, que posa èmfasi en com la societat i les seves institucions poden donar suport a l'aprenentatge de persones que cada vegada tenen més mobilitat (Sharples, 2006).

Les visions anteriorment esmentades donen lloc a diferents definicions de m-learning. A continuació es recullen algunes d'aquestes definicions.

Les primeres definicions es basen en la visió tecno-cèntrica del m-learning. Segons aquest enfocament, m-learning, és e-learning a través de dispositius mòbils: Palm³, dispositius basats en Windows CE⁴ o telèfons mòbils (Quinn, 2000). Altra definició considera el m-learning com el procés que permet enviar continguts educatius a través de dispositius mòbils (Parsons & Ryu, 2006).

Altres definicions basades en la idea que el m-learning és una evolució de l'e-learning són les següents:

1. M-learning és el producte de la revolució wireless. Representa la nova generació d'e-learning (Keegan, 2005).
2. M-learning és el següent pas en el desenvolupament de l'aprenentatge virtual. El m-learning o aprenentatge a través de PDAs, telèfons mòbils i altres dispositius mòbils maximitzen la idea d'aprendre en qualsevol moment i en qualsevol lloc (Cao, Tin, McGreal, Ally, & Coffey, 2006).

³ un tipus de PDA

⁴ Versió del sistema operatiu Windows per a dispositius mòbils. Actualment s'anomena Windows Phone.

Altres autors defineixen m-learning com una part de l'e-learning i per tant del *distant learning* o aprenentatge a distància. Per naturalesa, m-learning és un subconjunt d'e-learning i de d-learning (Georgiev, Georgieva, & Smrikarov, 2004).

Altres definicions basades en la visió centrada en l'alumne, es recolcen en la mobilitat de l'estudiant. Segons aquesta perspectiva, m-learning és aprenentatge que es produeix en llocs diversos o que aprofita els avantatges que ofereixen les tecnologies portàtils (Sharples, Taylor, & Vavoula, 2005). També s'inclou en aquesta perspectiva, la mobilitat de l'estudiant ampliada gràcies a tecnologia personal i pública, que pot contribuir al procés d'adquisició de nou coneixement, noves capacitats i noves experiències.

En el workshop que es va celebrar en Nottingham l'any 2006 per discutir què era m-learning, la majoria dels participants van estar d'acord que no es podia arribar a una definició precisa de m-learning. En el seu lloc, van proporcionar una sèrie de característiques que diferencien el m-learning de l'e-learning. Aquestes característiques són les següents:

- L'alumne pot adquirir diversos coneixements en contextos diferents (per exemple contextos com espai o temps).
- Les pautes del procés d'aprenentatge sovint es veuen modificades per la tecnologia mòbil.
- El context en m-learning és alguna cosa més que el temps i l'espai.

A continuació es presenta un recull d'alguns dels elements més característics del m-learning d'acord a una revisió de diferents autors (Keegan, 2005), (Muilenburg & Berge, 2009), (Yumei, Xue-jun, & Li, 2010). Aquestes característiques són les següents:

- Major temps útil. El temps que pot dedicar una persona per dur a terme activitats d'ensenyament i aprenentatge s'incrementa donada la facilitat d'accés que proveeix el dispositiu mòbil als continguts. S'eviten desplaçaments a la institució educativa o la necessitat d'un PC amb connexió a Internet.
- Disponibilitat geogràfica. Gràcies a la portabilitat dels dispositius mòbils i facilitat d'integració en entorns físicament dispersos, es garanteix que un usuari que disposi de connectivitat molt limitada pugui accedir a l'aprenentatge. A més, aquesta disponibilitat es pot aplicar per realitzar treballs de camp.
- Autonomia i personalització. Els dispositius mòbils faciliten els processos autònoms i orientats d'aprenentatge cap a necessitats concretes de l'estudiant. Aquest pot tenir un major control i coneixement del dispositiu que d'un entorn que li sigui aliè, a més

és possible personalitzar l'entorn segons les seves necessitats i accedir a la formació en qualsevol moment i lloc.

- Adaptació a la ubicació física. Alguns dispositius mòbils incorporen elements com el GPS (*Global Positioning System*), que possibiliten determinar la posició de l'estudiant, i, en funció d'aquesta, proporcionar continguts formatius adequats per enriquir l'usuari en el context en què es troben.
- Necessitat de connexió. Els dispositius mòbils permeten accedir a dades disponibles a la Xarxa i, per tant, a continguts formatius disposats en altres entorns. A més, la tecnologia facilita que l'usuari pugui treballar sense connexió i, per això, en cas de no disposar d'aquest accés a dades, igualment es podrien realitzar certes activitats formatives.
- Increment del nombre de serveis per a mòbils. L'aprenentatge mitjançant els dispositius mòbils s'aprofita de l'increment exponencial pel que fa als serveis i aplicacions que existeixen per a aquest tipus de dispositius de cara a enriquir el procés d'aprenentatge.
- Petita corba d'aprenentatge. Moltes persones ja estan habituades a fer servir i a consumir serveis a través de terminals mòbils, el que ajuda a reduir els períodes de formació en l'ús de la tecnologia que dóna suport al procés formatiu.

4.5.1 Evolució històrica del m-learning

Encara que la recerca del que podríem considerar els primers ordinadors portàtils es remunta als anys 1970 amb el projecte *Xerox Dynabook* (Kay 1972), no és fins a finals dels anys 1990 quan diverses universitats comencen a desenvolupar i avaluar projectes de *mobile learning*. A principis del nou mil·lenni augmenta progressivament el nombre de conferències o projectes de m-learning, com el projecte MOBILearn (www.mobilelearn.org).

Cap a l'any 2002 aproximadament, molts dels usuaris de dispositius mòbils són directius o venedors d'empreses. Utilitzen sovint dispositius del tipus PDA. A partir del 2005, els telèfons mòbils intel·ligents i els reproductors de MP3 comencen a expandir-se. Els usuaris d'aquests dispositius no es redueixen a directius o venedors, sinó que altres grups de persones com els estudiants, també els utilitzen. L'evolució de la tecnologia permet incorporar càmeres o GPS en els telèfons mòbils. Actualment, la majoria de les persones dels països rics disposa d'algun (sovint més d'un) tipus de dispositiu mòbil.

4.5.2 Classificació dels projectes de m-learning

Tot i que el nombre de projectes i conferències sobre m-learning ha crescut considerablement en els últims anys, no existeix encara consens en la pròpia definició del terme. Per intentar organitzar les iniciatives de m-learning (Frohberg, Göth, & Schwabe, 2009) proposa un marc per poder classificar-les.

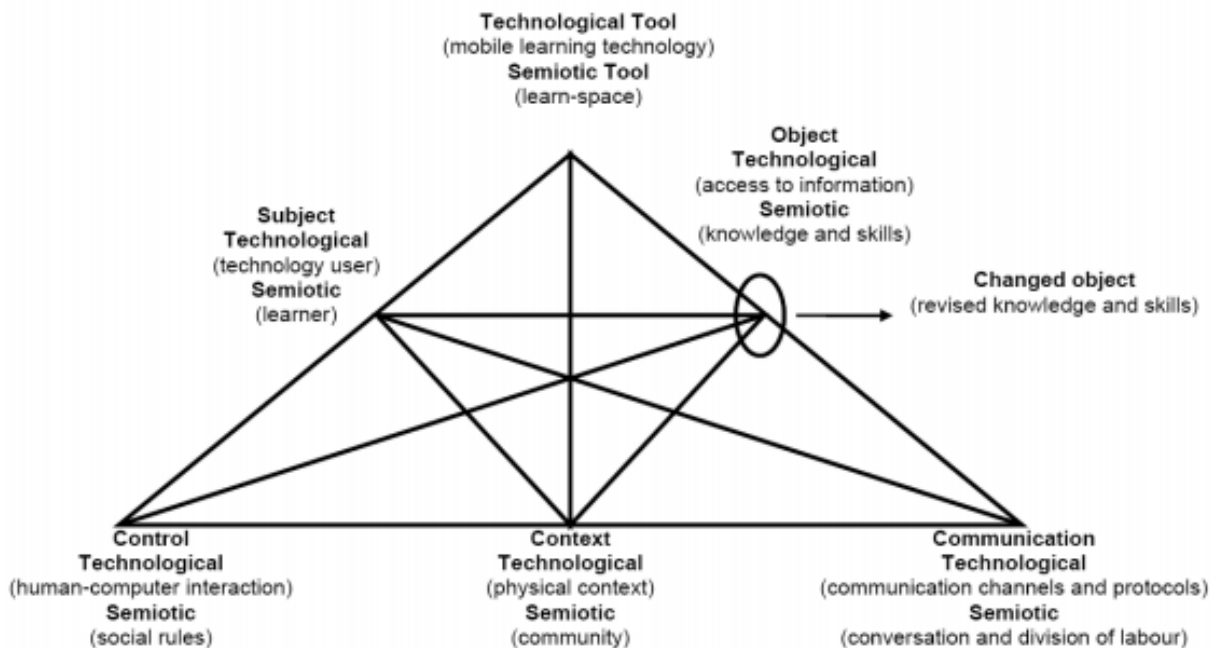


Figura 16: Dimensions o factors per classificar els projectes de e-learning.

Font: (Frohberg et al., 2009)

Tal i com es pot veure a la figura anterior existeixen sis dimensions o factors en base a les quals es pot classificar un projecte de m-learning:

- L'estudiant (*subject*): indica que en el projecte el rol de l'estudiant és important.
- L'objectiu d'aprenentatge (*objective*): indica que l'objectiu és important.
- Les eines (*tools*) per a dur a terme l'aprenentatge: indica que el mitjà pel qual es du a terme l'aprenentatge són importants.
- El context. Pot ser independent (si l'entorn de l'estudiant no té relació amb el tema de l'aprenentatge), formalitzat (sí l'aprenentatge es fa en una classe), físic (si el lloc on es troba l'estudiant és rellevant) o socialitzat (si l'estudiant comparteix emocions, situacions, històries d'aprenentatge o altres experiències amb companys).

- El control que afecta a la responsabilitat de l'estudiant i del professor sobre la definició dels objectius d'aprenentatge i la seva consecució. En funció de qui té més o menys control sobre el procés d'aprenentatge podríem passar de control total en mans de l'estudiant a control total en mans del professor.
- La comunicació. L'escala indica el nivell de comunicació entre els estudiants d'un mateix escenari.

Cada factor o dimensió està relacionada amb les altres i una variació en un factor pot afectar als altres.

4.5.3 Reptes de futur del m-learning

Mentre que els sistemes d'e-learning com els LMS o els campus virtuals estan consolidats en el marc de les institucions educatives (Dagger et al., 2007), els sistemes de m-learning són relativament nous i innovadors.

Un dels reptes dels LMS és com poden adaptar-se a una nova societat i a un nou entorn, en el qual les persones utilitzen diàriament dispositius mòbils amb finalitats diverses, entre elles aprendre.

Les noves tecnologies i entre elles el m-learning, representen el context en el qual es mouen i es desenvolupen els nadius digitals. Els nadius digitals, no tenen problemes per a aprendre pel seu compte o amb ajuda dels seus amics a utilitzar noves tecnologies. Es converteixen en experts de les noves TIC amb rapidesa (Prensky, 2001).

Segons Prensky (Prensky, 2001), el procés d'aprenentatge dels nadius digitals es caracteritza per:

- Aprendre sense necessitat de centrar l'atenció en el que s'està fent. Poden aprendre fent diverses tasques en paral·lel. Introdueixen nous elements o recursos en el procés d'aprenentatge com per exemple els jocs.
- Poden aprendre d'altres contextos, utilitzant dispositius mòbils, consoles etc.
- Utilitzen eines multimèdia i software social en el procés d'aprenentatge.

En l'altre extrem tenim al grup de persones que no van néixer en l'era digital, i que per tant van aprendre a utilitzar les TIC a poc a poc. Segons Mark Prensky aquestes persones són els immigrants digitals. Els immigrants digitals han hagut d'adaptar-se a les noves tecnologies.

Segons Prensky, en el procés d'aprenentatge els immigrants digitals prefereixen:

- Un aprenentatge guiat que no tenen perquè compartir amb altres persones ni realitzar en paral·lel amb altres activitats.
- Volen la integració de noves eines amb els LMS que ja coneixen.
- Volen més facilitat d'integració de les tasques de *back office* en els LMS la possibilitat de controlar el procés d'aprenentatge des d'un sol entorn.

Alguns autors critiquen aquesta classificació entre nadius i immigrants digitals proposada per Prensky, perquè consideren que:

- Les diferències en com s'usa la tecnologia per aprendre, són més grans dins d'un grup d'edat que entre grups d'edats diferents. Tractar els nadius digitals com a un grup homogeni ignora aquestes diferències (Kennedy et al 2007 and 2008).
- Moltes de les observacions sobre els nadius digitals estan basades en grups de joves nord-americans de classe mitja i alta.
- Ignora fractures digitals de segon nivell. Promoure la imatge de que tots els joves són usuaris avançats de la tecnologia, ignora les desigualtats de segon nivell. Aquestes desigualtats afecten no a problemes d'accés a la tecnologia, sinó a la capacitat de saber utilitzar la tecnologia (Thomson 2009). "*Machine vintage, connectivity, online skills, autonomy and freedom of access, and computer-use support become relevant*" (Oblinger, 2008, pàg. 18).

Segons la classificació proposada per Prensky, els estudiants normalment formen part del grup de nadius digitals, mentre que els professors formen part del grup d'immigrants digitals.

Els nadius digitals acostumen a explorar noves tecnologies o serveis, mentre que els professors prefereixen quedar-se en un entorn conegut com els LMS.

4.6 U-learning

La proliferació de nous tipus de dispositius mòbils, així com les tecnologies de comunicació a través de xarxes sense fils són dos factors importants per al desenvolupament de la informàtica ubíqua. La informàtica ubíqua ens duu a l'aprenentatge ubic, conegut en la literatura del tema com *ubiquitous learning*, *u-learning*, *pervasive o ambient computing*. L'*u-learning* es caracteritza perquè intenta incorporar activitats d'aprenentatge en la vida diària de les persones (Bomsdorf, 2005).

Però, quines característiques diferencien l'*u-learning* del *m-learning*? Zhang (Zhang, 2008) considera que el *u-learning* és la integració del *m-learning* amb el *e-learning*, donat que

permet personalitzar i customitzar l'aprenentatge a les necessitats reals dels estudiants. L'u-learning es pot aconseguir gràcies a l'existència de diferents dispositius connectats (PDAs, telèfons mòbils, ordinadors portàtils o qualsevol altre dispositiu) que intercanvien informació entre ells. L'u-learning compleix la promesa de l'e-learning i m-learning de permetre aprenentatge en qualsevol lloc, en qualsevol moment i en qualsevol context o situació.

Liu (Liu & Hwang, 2010) consideren que l'u-learning és una evolució del e-learning degut l'aparició de noves formes de tecnologia basada en sensors (amb sensors GPS, lectors RFID) i telèfons mòbils amb connectivitat de dades, que permeten als estudiants interactuar i aprendre en qualsevol lloc.

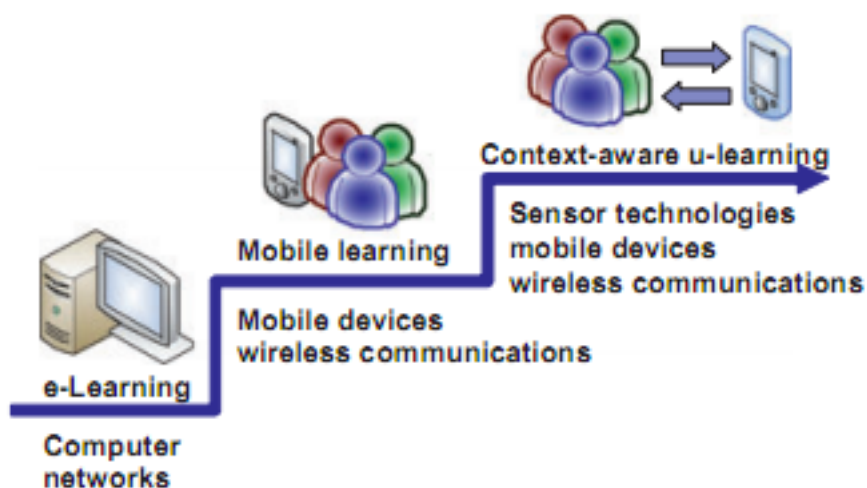


Figura 17: Evolució de les TIC aplicades a l'educació: cap a l'u-Learning.

Font: (Liu & Hwang, 2010)

Un dels escenaris on els autors anteriors condueixen un experiment de u-learning és un jardí de papallones i plantes, on cada planta està equipada amb un tag RFID. Cada estudiant disposa d'un dispositiu mòbil amb un lector de RFID i aquests dispositius es comuniquen a través d'una xarxa sense fils amb un servidor. A mesura que l'estudiant es mou pel jardí, el sistema detecta la seva posició, analitzant les dades del sensor més proper de RFID. L'estudiant rep una sèrie de preguntes sobre les plantes i papallones del jardí. En funció de les respostes, el sistema planteja noves preguntes a l'estudiant així com informació complementària sobre les plantes.

Finalment, el paper agregador de l'u-learning és una altra alternativa per diferenciar l'u-learning del m-learning (Busca, 2007). L'U-learning o formació ubiqua serveix per descriure un conjunt d'activitats formatives recolzades per la tecnologia, amb el requeriment que siguin accessibles en qualsevol lloc. Per tant, aquest terme ha d'incorporar qualsevol mitjà

tecnològic que permeti rebre informació i faciliti l'assimilació e incorporació del saber personal de cada individu.

Es podria dir que sota el terme u-learning tenim tots els moments i totes les situacions en els quals la persona pot agregar algun coneixement gràcies a alguna tecnologia. Des d'aquesta perspectiva, les persones poden aprendre no només davant de l'ordinador o amb el telèfon mòbil. També poden aprendre gràcies a altres mitjans o eines com la televisió o quan estan compartint alguna experiència participativa a través de la Web 2.0 (Ramón 2007).

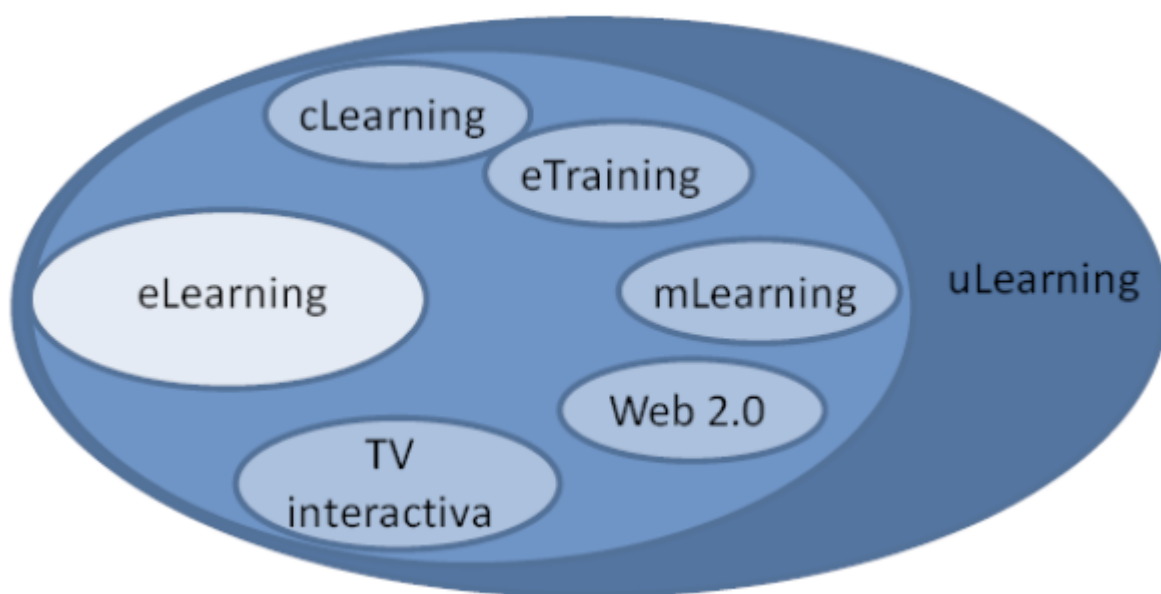


Figura 18: Que és l'u-learning.

Font: (Busca, 2007)

La figura següent compara l'aprenentatge assistit per ordinador, l'e-learning, el m-learning i u-learning en funció de dos paràmetres: la mobilitat de les persones i el grau d'integració de la tecnologia en la vida quotidiana de les persones.

L'aprenentatge assistit per ordinador es caracteritza per permetre un nivell de mobilitat de la persona baix i per no estar embegut en el món real o en la vida quotidiana de la persona. Per tant, en aquest context, és difícil l'aprenentatge en qualsevol moment i en qualsevol lloc.

L'e-learning per la seva banda, es caracteritza per permetre un nivell de mobilitat baix, però per a un nivell d'integració de la tecnologia en la vida quotidiana alt.

El m-learning permet incrementar la capacitat de mobilitat de l'estudiant i, per tant, que aquest pugui aprendre en diversos llocs. El m-learning es sol implementar a través de

telèfons mòbils o PDAS. En els escenaris de m-learning, sovint els dispositius no estan embeguts o integrats en l'entorn o context de l'estudiant i que presenten una falta de flexibilitat per a obtenir informació del context.

Finalment, l'u-learning es caracteritza per poder obtenir informació del context de l'estudiant a través de petits aparells com sensors, pads, "gadgets" etc. Aquests aparells poden comunicar-se entre ells i intercanviar informació. Els sistemes que permeten obtenir informació del context i comunicar-se entre ells formen part del "*pervasive computing*". A més, l'u-learning incorpora un nivell de mobilitat elevat, a mesura que l'estudiant es mou pot adquirir informació amb el seu dispositiu mòbil, que al seu torn es comunica amb sistemes embeguts que es troben als voltants.

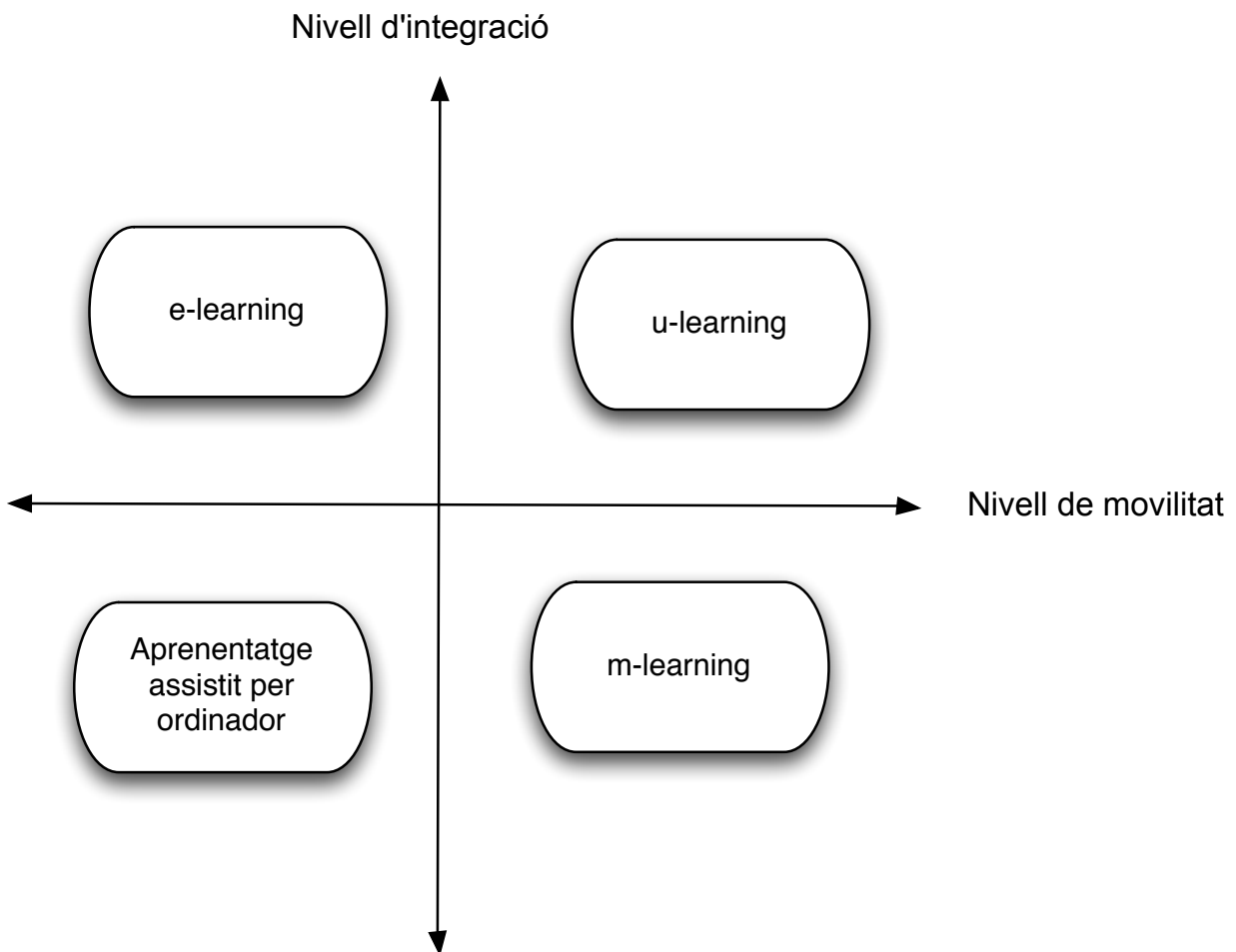


Figura 19: Comparació entre diversos tipus d'aprenentatge assistit per les TIC.

Font: (Hsieh, Chen, & Hong, 2007)

4.6.1 Característiques del u-learning

Diversos autors (Bomsdorf, 2005), (Chang & Sheu, 2002), (Hsieh et al., 2007), proposen les següents característiques per a l'u-learning:

1. Durabilitat: l'alumne no pot perdre el seu treball tret que ho vulgui esborrar explícitament. Tot el procés d'aprenentatge s'enregistra contínuament i té en compte l'activitat realitzada per l'estudiant cada dia.
2. Accessibilitat: l'estudiant pot accedir als seus documents o dades en qualsevol lloc.
3. Immediatesa: l'estudiant pot accedir a informació en qualsevol moment. Pot gravar informació per a consultar-la o processar-la posteriorment.
4. Interactivitat: l'estudiant pot interactuar amb experts, professors o altres alumnes de forma síncrona o asíncrona. S'entén així l'u-learning com un procés social que connecta als estudiants a través d'una comunitat formada per un conjunt de persones, situacions i dispositius.
5. Adaptabilitat: l'estudiant pot obtenir informació necessària per realitzar activitats d'aprenentatge en el lloc precís on es troben, en el moment precís i en la forma més adient per consumir-la. És a dir, els estudiants podran participar i construir situacions d'aprenentatge rellevants per ells, donat que l'aprenentatge té lloc en contextos rellevants per l'estudiant.
6. Mobilitat: la tecnologia permet a l'estudiant aprendre mentre es desplaça d'un lloc a un altre.
7. Localització: la tecnologia permet conèixer la localització de la persona.
8. Interoperabilitat: fa referència a la capacitat que diversos sistemes puguin comunicar-se entre ells, a nivell de dades i serveis.
9. Desvinculació: fa referència a la capacitat de proporcionar aprenentatge que no té perquè acabar en un moment concret. Implica continuïtat en el procés d'aprenentatge.
10. Context: fa referència a la capacitat de detectar el context o situació de l'usuari.

4.6.2 Evolució històrica del u-learning

Les primeres aplicacions d'u-learning van ser guies turístiques i de museus. Amb aquests sistemes, l'usuari podia obtenir informació sobre les obres del museu, dels monuments de la

ciutat, basant-se en la seva posició. El *Electronic Guidebook* és un exemple de sistema que utilitza u-learning. Combina un sistema instal·lat en un dispositiu de mà, amb un sistema basat en web, que proporciona informació en diversos formats, com text, imatges o àudio. A més, també permet al visitant, construir un diari personal de la visita i seleccionar els continguts que més li han agradat. El visitant té la possibilitat d'accedir a aquesta informació amb posterioritat (Hsi, 2002).

Altra aplicació de l'u-learning, són els sistemes de suport a l'aprenentatge d'idiomes (Hsieh et al., 2007) i (Ogata & Yano, 2004). En aquest context, destaquen els estudis de Ogata, Yin i Yano perquè alumnes estrangers aprenguin japonès. Una de les dificultats d'aquest idioma és que determinades expressions o vocabulari només han d'usar-se en determinats contextos. Com els sistemes d'u-learning, els alumnes disposen d'un vocabulari per a utilitzar en situacions o contextos concrets.

Finalment, altres sistemes d'u-learning permeten donar suport a activitats educatives que es realitzen a l'aire lliure, per exemple, una excursió, sobre la qual els alumnes han de realitzar un treball (Chang & Sheu, 2002).

4.7 Conclusions

En els últims anys estan apareixent noves tecnologies que s'incorporen en el procés d'aprenentatge. Càmeres digitals, telèfons mòbils amb connectivitat a Internet, reproductors de MP3, iBooks, tablet PCs, la realitat augmentada etc. són exemples de tecnologies que poden enriquir el procés d'aprenentatge.

Evolució de les TIC aplicades a l'educació

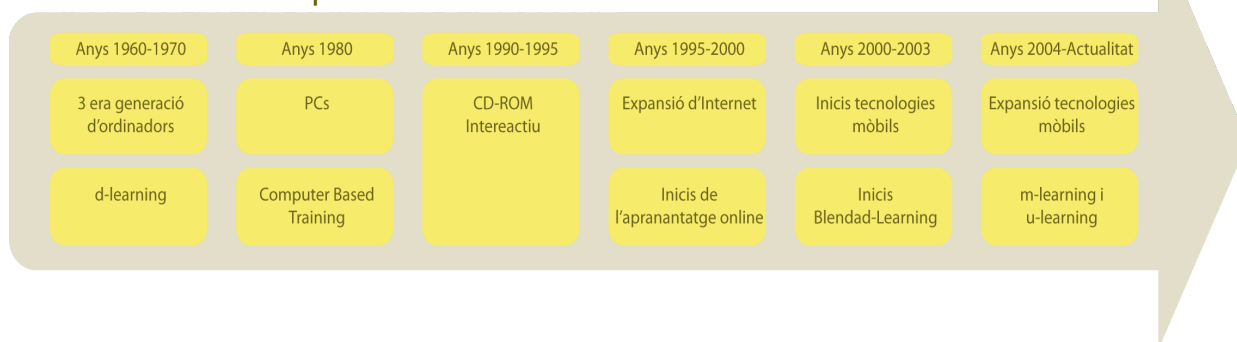


Figura 20: Evolució de les TIC aplicades a l'educació.

Font: Elaboració pròpia

Els blogs, les wikis, els potcasts, els screencast, els serveis cloud etc. i la interacció social en xarxes com Facebook o Twitter, són també fonts comuns d'informació utilitzades per estudiants al realitzar tasques o treballs proposats pels professors. Tots aquests recursos disponibles online han permès a molts estudiants i persones col·laborar i innovar (J. S. Brown & Adler, 2008), (Wesch, 2009), (O'reilly, 2007). L'aprenentatge passa a estar centrat en l'estudiant (S. Thomas, 2005) i a donar-li el control del procés d'aprenentatge (Downes, 2006).

S'estan obrint nous escenaris d'aprenentatge on l'estudiant pot estudiar i aprendre en contextos diferents, amb diferents dispositius, accedint a fonts diferents, en qualsevol lloc i en qualsevol moment. És l'aprenentatge ubic, que sorgeix com a resposta a les necessitats de la societat.

Però que passa mentrestant amb les plataformes de e-learning emprades per moltes institucions educatives? Des del punt de vista dels professors, els que volen innovar han d'utilitzar algunes d'aquestes aplicacions que utilitzen els seus estudiants. El problema és que moltes d'aquestes aplicacions no són suportades pels LMS de les institucions educatives. Aquests professors innovadors treuen als seus estudiants de l'entorn dels LMS per a explorar noves aplicacions. Això implica que els estudiants han de visitar diverses webs i aplicacions, el que proporciona un entorn de treball molt heterogeni i de vegades confús per a l'estudiant.

5. FOSS pel desenvolupament sostenible

5.1 Introducció

El terme “*Free Open Source Software*” (FOSS) sorgeix de la combinació de “*Free Software*” i de “*Open Source Software*”. Els termes “*Free Software*” i “*Open Source Software*” representen les dues visions en el món del software lliure proposades per dues organitzacions prou properes i prou separades: la “*Free Software Foundation*” (FSF) i la “*Open Source Initiative*” (OSI).

La FSF és una fundació creada per Richard Stallman el 1984, en un acció social i legal per donar suport a la creació de software que es pugui executar, copiar, distribuir, estudiar i canviar lliurement, basant-se en la idea de que la informació hauria de ser lliure. La FSF es remunta al temps en que la indústria del software passa de compartir el codi com a practica habitual, a imposar-se la tendència de tancar-lo i ocultar-ne el codi, malgrat el client hagi pagat pel software. Stallman es va trobar amb que no podia reparar un software defectuós que feien servir al MIT, perquè no els havien lliurat el codi font ni els drets de modificació del software ni tampoc podia contractar-ne el manteniment perquè l'empresa proveïdora havia fet fallida.

El creixement de la indústria i la comercialització del software havia canviat l'actitud més “acadèmica” (o hacker) de compartir codi, programes o algorismes, per tendir cap a software propietari de l'empresa que el produïa i comercialitzava. Un dels primers partidaris del software tancat, propietari o privatiu va ser Bill Gates expressant-ho en la seva carta a la revista Homebrew Software el 1977.

Segons Richard Stallman i la FSF el software per a ser lliure ha de respectar 4 llibertats (GNU, 2001):

- Llibertat 0: llibertat per fer-lo servir per a qualsevol propòsit. El software lliure s'ha de fer servir per al que l'usuari vulgui, on vulgui, quan vulgui i les vegades que ho vulgui.
- Llibertat 1: llibertat per tenir accés al codi font i poder-lo estudiar i millorar.
- Llibertat 2: llibertat per a redistribuir el software.
- Llibertat 3: llibertat per fer-hi modificacions i distribuir-ne les millores. El software ha de poder ser millorat, modificat i adaptat a nous camps d'utilització.

Stallman i la FSF tenen una actitud molt militant i de confrontació amb la indústria del software que fa pagar per llicències de programes sense respectar les 4 llibertats.

L'any 1998 Eric S.Raymond, Bruce Perens i l'editor Tim O Reilly van proposar el terme "*Open Source*" (codi obert) com a alternativa a "Free software" (literalment software lliure) proposat per la FSF. Raymond, Berens i O'Reilly veuen en la pràctica de compartir el codi font una metodologia per millorar el procés de desenvolupament del software i produir així software de millor qualitat. "*Open source*" no es tracta d'un moviment social on l'element central és la llibertat, sinó d'una metodologia de desenvolupament que pot beneficiar a la societat i a la indústria.

Eric S.Raymond i Bruce Perens van fundar la "*Open Source Initiative*" (OSI) com a ens alternatiu a la FSF. L'estratègia de la OSI centra el seu discurs en els avantatges metodològics: el procés de desenvolupament compartint el codi condueix a obtenir un software de qualitat superior al software privatiu amb costos i temps de desenvolupament menors. OSI defineix el codi obert com software que proporciona els drets i obligacions que es descriuen més endavant. En canvi la OSI és també una metodologia per millorar el procés de desenvolupament del software i produir així software de millor qualitat. No es tracta d'un moviment social on l'element central és la llibertat, sinó d'una metodologia de desenvolupament.

La *Open Source initiative* proposa les característiques del *Open Source Software* a partir del Debian Manifesto, creat per la comunitat de desenvolupadors responsables de la distribució de Linux Debian.

- 1) **Lliure redistribució:** No es pot impedir la venda o distribució del programa o d'una part del mateix. De la mateixa manera, tampoc no es pot exigir el pagament d'un cànon o taxa a canvi de la seva distribució per part de tercers.
- 2) **Codi font:** El programa ha d'incloure el seu codi font o s'ha de poder obtenir lliurement i no se'n pot restringir la distribució.
- 3) **Treballs derivats:** No es pot impedir realitzar modificacions o treballs derivats del programa i **cal permetre**
- 4) Que aquests treballs es distribueixin sota les mateixes condicions que el software original.
- 5) **Integritat del codi font de l'autor:** Es pot exigir que una versió modificada del programa tingui un nom i número de versió diferent que el programa original. Així es

protegeix l'autor original de la responsabilitat sobre versions derivades. Les modificacions es poden distribuir com a pegats (*patch*) del programa.

- 6) **Sense discriminació de persones o grups:** Les condicions d'ús del programa no poden ser discriminatòries envers una persona o un grup de persones
- 7) **Sense discriminació d'àrees d'iniciativa:** No es pot negar a ningú fer ús del programa amb una finalitat determinada, com per exemple comercial o militar.
- 8) **Distribució universal de la llicència:** Els drets del programa s'han d'aplicar a tothom a qui es redistribueixi el programa i sense cap condició addicional.
- 9) **La llicència no ha de ser específica d'un producte:** Els drets que es garanteixen a l'usuari del programa no han de dependre de que el programa formi part d'una distribució o d'un paquet de software determinat.
- 10) **La llicència no ha de restringir a altre software:** la llicència no pot imposar el tipus de llicència d'un altre software distribuït conjuntament.
- 11) **La llicència ha de ser tecnològicament neutral.**

La OSI canviant el discurs ideològic per un de metodològic va aconseguir que empreses com SUN Microsystems, IBM, Apple o ORACLE integressin el Open Source Software com a part de la seva forma de treballar. Aquestes empreses col·laboren en productes open source, creant plataformes tecnologies de qualitat i sobre aquestes plataformes creen els seus productes i serveis que comercialitzen no necessàriament de forma oberta o lliure.

Degut al fet que hi ha dos filosofies sobre el FOSS és difícil arribar a un consens sobre el que es considera FOSS. Malgrat això, una possible definició seria la següent: "Open Source/Free Software és el software amb llicències que donen als usuaris la llibertat d'executar el programa per qualsevol motiu, estudiar i modificar-lo redistribuir-ne còpies de l'original o del modificat (sense haver de pagar per fer-ho als desenvolupadors originals) (Wheeler, 2005).

La utilització del FOSS en el context del desenvolupament (*FOSS 4 Development* o simplement FOSS4D) ha sigut promoguda des de fa temps per les Nacions Unides (PNUD 2001). El FOSS4D no pretén competir amb el software propietari sinó ajudar a la gent dels països pobres a millorar les seves condicions de vida gràcies a les TIC.

5.2 Obstacles de FOSS4D i lliçons apreses

L'ús de FOSS en països pobres és analitzat per (Van Reijswoud, 2008). Encara que el FOSS sigui gratuït, sembla que l'ús del FOSS es molt limitat en països pobres. De fet, a la majoria de la gent dels països pobres no l'importa si el software que emprà és lliure o propietari. Segons (BSA, 2009), hi ha uns 25 països amb un percentatge de pirateria de software superior al 85% i tots aquests països són països pobres.

Els mateixos autors diuen que els principals obstacles que es troben quan s'intenta introduir el FOSS en països pobres són els següents:

- Manca d'informació sobre els avantatges/limitacions del FOSS com a alternativa al software propietari.
- Moltes universitats i escoles no utilitzen FOSS i en el seu lloc fan servir còpies il·legals de software propietari.
- Molta informació relativa al FOSS està disponible a través de Internet. Això suposa una barrera important per a les persones que no tenen accés a Internet.
- De manera similar al que passa amb la informació sobre FOSS, el propi software lliure es distribueix normalment a través de Internet. No acostuma a haver punts de distribució físics, perquè les persones que no tenen accés a Internet puguin obtenir el software de forma directa.
- Manca de projectes de referència desenvolupats per persones de països pobres que puguin servir d'exemple o referent a joves emprenedors.

Els mateixos autors també analitzen els resultats de diversos projectes FOSS realitzats en països pobres. Es tracta tant de projectes a gran escala com mini i micro-projectes. A partir d'aquets estudis extreuen una sèrie de lliçons apreses, que es resumeixen a continuació.

- L'ús real del FOSS és molt baix en els països pobres i acostuma a limitar-se a projectes petits.
- La norma sembla ser l'adopció de software propietari encara que normalment s'obté de fonts il·legals.
- No sembla existir un moviment de FOSS als països pobres.
- Hi ha una manca d'atenció per part dels governs locals sobre el tema del FOSS.

5.3 Oportunitats de FOSS4D

Històricament, les persones més pobres del planeta han estat excloses i desconnectades de la informació. Les TIC aplicades al desenvolupament poden ajudar a trencar aquestes barreres de diverses formes:

- Eliminant intermediaris. A través de les TIC és possible proporcionar serveis als més pobres sense tants intermediaris. Un exemple és kiva.org, un sistema web per fer micro-donacions. Amb aquest sistema i altres de semblants s'eliminen intermediaris en la cadena de les donacions. El sistema permet a una persona donar una certa quantitat de diners a un micro-emprenedor directament.
- Relacionar persones en un món social més ampli. Per exemple, babajob.com és un sistema web on empreses de ciutats de la Índia poden publicar ofertes de feines poc qualificades. El sistema envia alertes via missatges de SMS a persones que poden estar interessades en aquestes ofertes de feina.
- Ajudar a la producció digital. Els països pobres són tradicionalment productors agrícoles que venen els seus productes a un preu baix. Les TIC ofereixen oportunitats perquè aquestes persones tinguin accés a informació i serveis per produir i vendre els seus productes en la economia "digital".
- Reducció de costos. Les TIC poder ajudar a crear noves maneres de fer les coses. La digitalització de la informació pot permetre la comunicació a un cost molt baix. La ubiqüitat de les TIC permet la creació de noves xarxes i relacions entre persones o grups.

Concretament, el FOSS té diverses oportunitats per contribuir al desenvolupament. Entre elles se'n destaquen dues: la utilització d'eines i serveis FOSS per a dispositius mòbils i la utilització d'eines FOSS Web 2.0.

5.3.1 FOSS i dispositius mòbils

L'expansió dels dispositius mòbils arreu del món està fent possible que les companyies de telèfons mòbils estenguin el seu negoci als països pobres. Això està generant noves oportunitats de negoci en aquests països, donat que aquestes companyies comencen a dissenyar productes específics pels consumidors més pobres ⁵. Aquestes noves oportunitats de negoci poden tenir impactes positius en les condicions de vida de moltes persones. Per exemple, la introducció dels telèfons mòbils a països pobres ha permès l'aparició de nous

⁵ Els més pobres formen el grup que en termes econòmics s'anomena "*bottom of the pyramid*" (BoP). És tracta del grup més gran i més pobre de persones del planeta que viu amb menys de 2,5 \$ al dia.

serveis com ara els pagaments de petites quantitats de diners a través del telèfon mòbil (aquest servei rep noms diversos, per exemple m-pesa o sente).

L'expansió de la telefonia mòbil als països pobres també ha permès l'aparició de serveis mòbils innovador. Per exemple, CAM ⁶ (*Mobile Application for the Rural Development World*) és un entorn software mòbil que dóna suport a activitats agrícoles. Un dels productes de CAM és el "*Delivery Processing System for Producer Cooperative*" (DPS), un software lliure que permet gestionar les transaccions realitzades per cooperatives agrícoles. Entre altres funcionalitats DPS proporciona localitzacions on els productors poder vendre els seus productes. També permet fer el seguiment de les comandes, monitoritzar l'estoc de productes, saber els preus als que es van vendre els productes etc. Un altre exemple és Movirtu MxShare ⁷, un servei mòbil que ofereix als usuaris un nombre de telèfon virtual i un compte virtual de telèfon mòbil que pot ser accedit des de qualsevol PIN instal·lat en un telèfon mòbil físic.

Finalment, han anat apareixent moltes eines i serveis FOSS per a dispositius mòbils. Algunes d'aquestes eines s'han organitzat en els grups següents:

- 1) Eines de missatgeria. En aquest grup s'inclouen eines per enviar i rebre missatges de SMS, MMS i de veu.
- 2) Eines per a la recollida de dades. En aquest grup s'inclouen eines per recollir dades d'enquestes o sondejos que permeten enviar aquestes dades a un servidor.
- 3) Eines per crear continguts web adaptats per a dispositius mòbils.
- 4) Eines d'accés a la Web, e-mail i xarxes socials des de dispositius mòbils.

Eines de missatgeria

Són les eines per enviar dades des de dispositius mòbils a ordinadors portàtils / servidors o d'Internet. Les eines per enviar missatges de SMS usades per crear aplicacions en aquest context representen un grup molt gran d'aquestes eines. Aquestes aplicacions solen recollir dades des d'un dispositiu mòbil i enviar-les a un ordinador portàtil / servidor a Internet. Un parell d'exemples d'aquest tipus d'eines són:

- *SMS-Hubs* és un sistema utilitzat per enviar i rebre grans quantitats de missatges de text a través de la xarxa de telefonia mòbil, sense necessitat d'estar connectat a Internet o a qualsevol altra xarxa d'un altre equip. Un ordinador portàtil o d'escriptori

⁶ <http://people.ischool.berkeley.edu/~parikh/projects/CAM/projects.html> (consultada: juny 2012)

⁷ <http://www.movirtu.com/> (consultada: juny 2012)

amb un número de telèfon mòbil o mòdem GSM connectat és el hardware que cal. Un mòdem GSM és un petit dispositiu sense teclat i pantalla connectat a l'ordinador portàtil. Funciona com un telèfon mòbil, però es controla a través de l'ordinador. Els missatges són enviats i rebuts mitjançant el software instal·lat a l'equip, que el transmet a través del telèfon que està connectat al mòdem a la xarxa de telefonia mòbil disponible. Com que els SMS-Hubs no necessiten connexió a Internet, són molt útils per a les ONG que treballen en àrees on l'accés a la Internet no és possible o no és fiable.

- *RapidSMS* és un projecte obert i mòbil per a la recollida de dades i comunicació que permet difondre les dades quantitatives i qualitatives a través de missatges de SMS. Està dissenyat per la monitorització i recollida de dades a "a gran escala". La recopilació de dades quantitatives es realitza a través de la creació de missatges de SMS amb un format concret, una paraula clau seguida de diverses preguntes (camps). Per exemple, "LSTMKT 20 30 15" podria ser usat per monitoritzar l'informe sobre l'activitat comercial en un mercat de bestiar amb 20 cabres, 30 zebús i 15 camells que es negocien. Les dades dels formularis poden ser editats a través de la interfície de RapidSMS, exportats a Excel on es mostra amb un sistema incorporat en la representació gràfica de l'eina.
- Eines addicionals permet a l'usuari enviar missatges de veu o la publicació de continguts multimèdia per Internet. Per exemple, el projecte Gizmo de codi obert, és una aplicació de comunicacions, que s'instal·la al telèfon mòbil per enviar missatges de veu per correu electrònic. L'aplicació Shozu s'utilitza per publicar continguts multimèdia a Internet directament des del teu telèfon mòbil.

Eines per a la recollida de dades

Es tracta d'aplicacions per recollir dades des d'un telèfon mòbil i enviar-les a un servidor/ordinador. Per exemple, EpiSurveyor és un software open source, que s'executa en PDA que permet dissenyar una enquesta que s'ha d'omplir des de la PDA. Les dades de l'enquesta s'envien posteriorment al servidor.

Eines per crear continguts web adaptats per a dispositius mòbils

MoviSiteGalore o *Nokia Mobile Internet Toolkit* són eines per crear versions de webs adaptades a dispositius mòbils.

Eines d'accés a la Web, e-mail i xarxes socials des de dispositius mòbils

Altres eines permeten l'accés al correu electrònic o a xarxes socials des del mòbil. Per exemple:

- *OperaMini* és un navegador web dissenyat per veure pàgines web des de dispositius mòbils.
- *Facebook mobile* és una versió de la famosa xarxa social per a dispositius mòbils.
- *GMail* o *Hotmail mobile* són versions dels respectius software de sobre taula per a dispositius mòbils.

5.3.2 FOSS i web 2.0

Una de les característiques de la revolució social que representa la Web 2.0, és que els usuaris d'Internet no tenen perquè ser simples consumidors d'informació, continguts o serveis. Es poden convertir en usuaris més actius, que participen en els processos de generació de informació i coneixement. Aquesta característica de la Web 2.0 està afectant també a persones dels països més pobres, on molta gent deixa de ser receptora passiva d'informació per passar a tenir un rol més actiu. De fet, com s'ha esmentat anteriorment, l'expansió dels dispositius mòbils ha permès que es creïn formes innovadores d'utilitzar aquesta tecnologia per adaptar-la a la realitat dels països pobres (per exemple les trucades perdudes com a sistema gratuït d'enviament de missatges; una trucada perduda pot ser emprada per avisar a un familiar que ja s'ha arribat a destinació després d'un viatge).

Aquesta implicació o participació de la gent en la generació o d'informació o coneixement, pot ser una eina per a la creació de nous llocs de treball i en definitiva per generar riquesa. Aquesta transformació que està patint la societat dels països pobres està generant el que alguns anomenen una "economia creativa", on trobem interrelacions entre activitats diverses com la música, les arts i activitats més tecnològiques com la televisió o l'emissió de radio. Sembla que les TIC poden proporcionar els fonaments pel creixement d'aquesta economia, per exemple en la venda i reproducció de música o inclús la creació de nous llocs de treball (Heeks, 2009).

Segons Thomas (B. K. Thomas, 2010), hi ha elements comuns en la metodologia de desenvolupament del FOSS i la Web 2.0. La col·laboració i compartició d'informació i coneixement han sigut característiques del moviment FOSS. De fet, la pròpia metodologia de desenvolupament del FOSS es participativa. Actualment existeixen eines de codi obert per a la col·laboració i la participació, disponibles a un cost zero o molt baix. I aquestes eines estan disponibles perquè els més desfavorits puguin participar i exposar el seu missatge.

“A few years ago, nonprofits and advocacy groups only had a handful of online tools to spread the word about themselves and their issues: if you had a website and an email list, you were pretty well covering the bases. Since the end of the dot-com boom, though, a whole new batch of applications has been simmering, and many have come to full boil in the last couple of years. From social media to blogs to viral marketing, these tools offer organizations entirely new avenues to find and interact with supporters and get their message out to the world.” (Delany, 2006).

Heeks proposa una guia per a la implementació de projectes de desenvolupament basats en les TIC, tot aprofitant les eines i característiques de la Web 2.0 (Heeks, 2009). La figura següent mostra els tres actors implicats en l'èxit de la implementació d'aquests projectes i el paper de cada un d'ells.

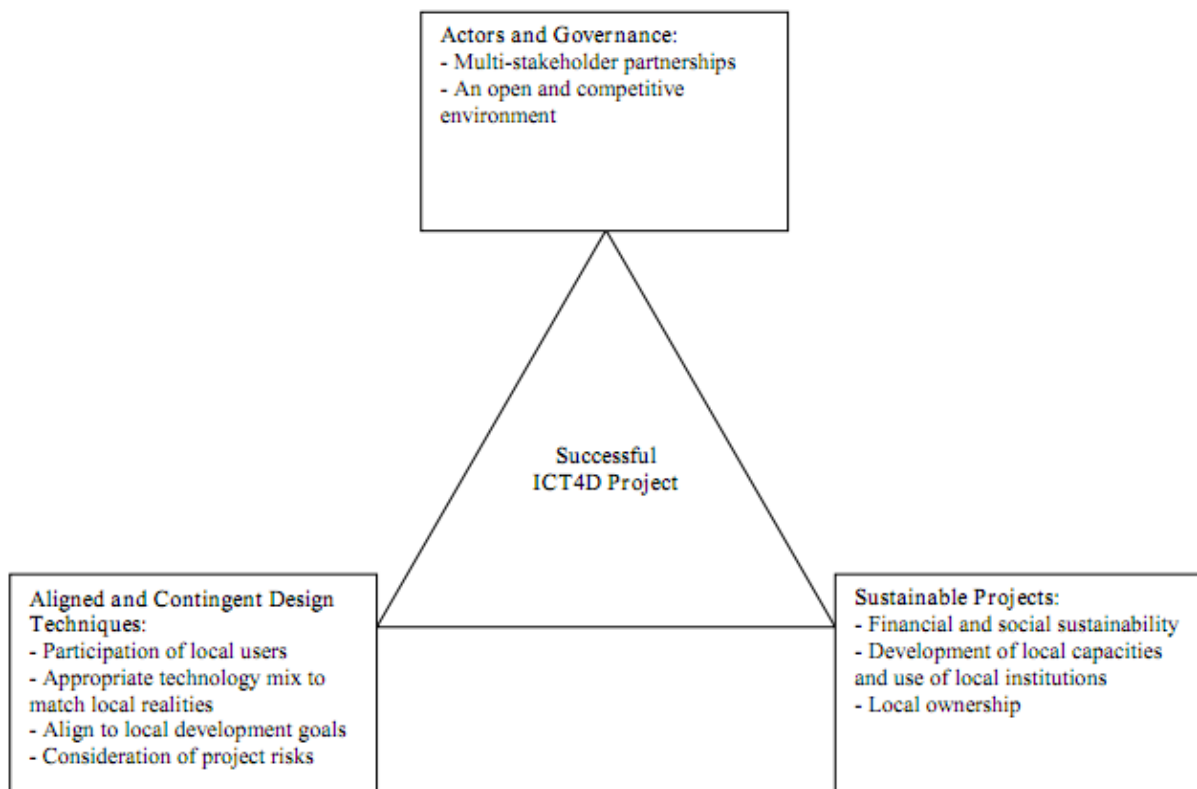


Figura 21: Guia per la implementació de projectes ICT4D 2.0.

Font: (Heeks, 2009)

5.4 Línies de futur i reptes del FOSS4D

En un futur immediat, la recerca en l'aplicació de les TIC al desenvolupament es centra entre d'altres en els aspectes següents. En primer lloc, fer més recerca en dispositius mòbils, en

FOSS i en la integració de diferents TICs. En segon lloc, en fer més recerca en la creació de continguts per a comunitats pobres i en el potencial de la web 2.0 per a aquestes comunitats. Finalment, en fer més recerca que relacioni els estudis sobre desenvolupament amb les TIC.

A pesar d'aquestes intencions o línies d'actuació immediates, existeixen diversos reptes per aplicar amb èxit el FOSS al desenvolupament. Alguns d'aquests reptes són: en primer lloc, intentar desenvolupar projectes FOSS sostenibles al llarg del temps. Això implica deixar de pensar només en pilots, i en lloc d'això pensar amb com es poden portar a terme projectes sostenibles, escalables i amb impacte. En segon lloc, l'aplicació del FOSS es troba amb el problema de l'analfabetisme. A molts països pobres, els nivells d'analfabetisme tant lingüístic com TIC és molt elevat. Tot i que a moltes comunitats existeix la figura del "info-mediador" (persona que és capaç d'utilitzar les TIC i que ajuda als membres de la comunitat a que les utilitzin bé perquè no saben llegir i escriure o bé perquè no saben emprar la tecnologia), cal millorar els nivells d'alfabetització. Finalment, caldrien polítiques per fer que les TIC estiguessin disponibles per més gent. Això inclou millorar les infraestructures existents i ampliar la cobertura de les TIC a les comunitats remotes.

6. M-learning pel desenvolupament sostenible

6.1 Introducció

El factor multiplicador de les TIC és un possible avantatge al que s'acudeix sovint en l'escenari del desenvolupament sostenible (Barceló & altres Autors, 2000). El cas de l'educació no és una excepció. Concretament, els dispositius mòbils són una tecnologia que està tenint molt impacte arreu del món, fins i tot als països més pobres on històricament la revolució dels ordinadors personals va passar de llarg. Aquesta tecnologia porta esperances per ajudar a trencar la fractura digital.

Les TIC aplicades a l'educació són des de fa bastant temps un dels temes principals tractats per la UNESCO, que ha donat suport a nombrosos programes i iniciatives sobre el tema. Actualment, i a través del Institut per les Tecnologies de la Informació a l'Educació (ITIE), la UNESCO aposta pel mobile learning com a línia estratègica per ajudar a aconseguir l'educació per a tots, uns dels objectius del mil·lenni (UNESCO, 2010).

Aquest capítol analitza algunes de les iniciatives on les TIC aplicades a l'educació s'usen pel desenvolupament sostenible, concretament, com les tecnologies mòbils s'han emprat per contribuir a un desenvolupament més sostenible. També s'analitzen els reptes de les iniciatives de m-learning i les recomanacions proposades per la UNESCO per aconseguir una educació de qualitat per la inclusió social utilitzant mobile learning.

6.2 El terme sostenibilitat aplicat a m-learning

El terme sostenibilitat en l'àmbit de l'aprenentatge amb dispositius mòbils s'aplica principalment a la sostenibilitat del propi sistema software que s'està dissenyant. En la bibliografia sobre el tema, la sostenibilitat del sistema vol dir la seva capacitat per sobreviure un entorn canviant. És a dir, que el software dissenyat ha de poder sobreviure a la fase inicial de posada en marxa. Un cop finalitzada aquesta etapa, s'han de crear els mecanismes perquè el propi sistema sigui durable o sostenible al llarg de temps (Wingkvist, 2008), (Downes & others, 2007). Alguns dels factors crítics que afecten a la sostenibilitat dels projectes de m-learning són els següents (Zuga, Slaidins, Kapenieks, & Strazds, 2006), (Litchfield, Dyson, Lawrence, & Zmijewska, 2007), (UNESCO, 2010):

- Oposició inicial al canvi per part d'algunes institucions educatives.

- Manca de motivació, per part de diversos actors, per fer el canvi de tecnologia, que moltes vegades arriba amb nous requeriments i canvis en la manera de fer les coses. Per exemple, alguns educadors no tenen les competències necessàries per incorporar el m-learning a les aules o pensen que incorporant aquestes noves activitats educatives més informals, perdran el control del procés d'aprenentatge.
- Necessitat de dedicar molt de temps a la preparació i customització de materials, donat que hi ha molts tipus de dispositius i plataformes mòbils diferents.
- El cost d'introducció de l'm-learning encara és relativament car. Això inclou el cost del hardware i de les connexions a la xarxa. Cal buscar solucions de baix cost per mantenir la sostenibilitat del projecte un cop acabada la inversió inicial.
- Els operadors de telefonia mòbil i els fabricants de telèfons mòbils mostren poc interès en compartir coneixement o aplicacions donat que això no els hi aporta cap ingrés directe.
- Molts dels projectes de m-learning són proves de concepte, pilots o projectes a petita escala, que sovint només tenien finançament per un període de temps curt. Per tant, no s'han pogut estudiar els resultats i l'impacte a llarg termini dels projectes de m-learning. Tampoc s'han pogut escalar aquests projectes per mantenir-los vius més enllà de la inversió inicial per fer el pilot o prova de concepte.
- Alguns estudis assumeixen que tots els estudiants tenen el mateix perfil. Aquesta assumpció es falsa, i cal tenir en compte que hi ha persones amb cultures i backgrounds diferents. Només tenint en compte això, es podran desenvolupar aplicacions de m-learning efectives per les persones dels països pobres.

6.3 Treball previ

En aquest apartat es recullen i classifiquen alguns dels treballs en el camp de dispositius mòbils aplicats a l'educació pel desenvolupament sostenible. La bibliografia sobre el tema s'ha classificat en els grups següents:

- 1) Estudis centrats que intenten emprar l'm-learning com a eina de suport als processos d'aprenentatge.
- 2) Treballs de com el m-learning pot contribuir a lluitar contra la fractura digital.
- 3) Estudis centrats en donar a conèixer la sostenibilitat a través de dispositius mòbils.

- 4) Treballs orientats a proporcionar coneixements tècnics sobre les tecnologies mòbils i el desenvolupament de serveis i aplicacions per aquestes plataformes.
- 5) Estudis per lluitar contra l'analfabetisme emprant dispositius mòbils.

1. Estudis centrats que intenten emprar l'm-learning com a eina de suport als processos d'aprenentatge

En aquest grup destaquen els treballs de Traxler i Leach (Traxler & Leach, 2006) i Chandran (Chandran, 2010). Els primers autors realitzen dues iniciatives de m-learning a països africans. Aquests dos projectes són el projecte "DEEP" que va tenir lloc a Egipte i una província de Sud-Àfrica i el projecte "SEMA" que va tenir lloc a Kenya. Els dos projectes investiguen l'impacte de les tecnologies portables a la pedagogia dels professors i a la pràctica. Els dos projectes utilitzen aproximacions diferents pel que fa a les plataformes hardware utilitzades. El projecte "DEEP" utilitza més recursos en una solució tècnica amb PDAs i ordinadors portàtils, mentre que el projecte "SEMA" utilitza tecnologia disponible (telèfons mòbils). El nombre d'usuaris de cada projecte es diferent. Per una banda el projecte "DEEP" involucra uns 50 professors mentre que el projecte "SEMA" arriba a quasi 100.000 professors. Els dos projectes arriben a la conclusió que la durabilitat al llarg del temps és un dels reptes dels projectes de m-learning a Àfrica. Traxler afirma que l'avaluació i anàlisi dels projectes pilots són factors claus per la seva sostenibilitat futura, donat que aquests informes aporten informació sobre l'efectivitat dels pilots i perquè proporcionen als finançadors feedback sobre els projectes que financen.

Una segona iniciativa que aplica m-learning com a eina de suport als processos d'aprenentatge la realitza Chandran (Chandran, 2010). El treball presenta un estudi a la universitat a distància de *Vinayaka Missions*, sobre com la tecnologia mòbil pot afectar a un ensenyament a distància sostenible en un context multicultural. A alguns estudiants d'història, econòmiques i ciències polítiques del tercer curs, se'ls va donar la possibilitat d'utilitzar dispositius mòbils en la preparació de les classes de l'assignatura de política pública. El material de l'assignatura es va organitzar en lliçons i la feina de cada estudiant va ser la de preparar una llista de preguntes i respostes de la lliçó. A més, cada estudiant va rebre la resta de lliçons preparades pels seus companys. Els telèfons mòbils es van emprar per enviar aquestes llistes de preguntes i respostes com a missatges de SMS i documents en format word. També es van obrir fòrums de discussió després de la preparació dels materials, perquè els estudiants poguessin discutir sobre els diferents temes. Les conclusions de l'estudi, són que els estudiants que van participar en el pilot van treure millors notes que a la resta. En aquest pilot, els dispositius mòbils s'utilitzen com a eina de col·laboració i interacció entre els estudiants.

2. Treballs de com el m-learning pot contribuir a lluitar contra la fractura digital

Existeixen diversos treballs per lluitar contra la fractura digital emprant dispositius mòbils (Laouris & Laouri, 2008), (T. H. Brown, 2005), (Camfield, Kobulsky, Paris, & Vonortas, 2007), (Ford & Botha, 2007). Laouris proposa una sèrie de línies de treball perquè les tecnologies mòbils contribueixin a superar la fractura digital i per tant contribueixin al desenvolupament sostenible (Laouris & Laouri, 2008). Els autors justifiquen que les tecnologies mòbils poden servir per trencar la fractura digital i la fractura socio-econòmica i de l'analfabetisme. També comenten que algunes de les expectatives posades en la tecnologia mòbil no s'han complert, perquè es necessita temps per consolidar les iniciatives existents maduren i donin resultats.

Segons els autors calen dos estratègies per lluitar contra la fractura digital:

- que la comunitat internacional promogui iniciatives per portar tecnologia als països pobres.
- que els països pobres entenguin que hi ha interrelacions entre tecnologia i desenvolupament. Aquests països s'han de centrar en el desenvolupament de projectes que siguin fàcilment assolibles, de baix cost i ràpids d'implementar.

Finalment, els autors afirmen que la tecnologia pot tenir un paper important com a eina per la difusió d'informació global, com eina de comunicació per reconciliar conflictes regionals i com a eina per donar suport a l'educació.

Un dels primers treballs realitzats a Àfrica és el que va fer Brown a la seva tesi doctoral realitzada a la universitat de Pretòria a Sud-Àfrica (T. H. Brown, 2005). Segons Brown el m-learning té el potencial de fer més accessible l'educació a persones que viuen en zones rurals o remotes, perquè la majoria de persones tenen accés a un telèfon mòbil. El rol de la comunicació i interacció en el procés educatiu és molt important, i el m-learning pot contribuir a millorar aquesta comunicació entre persones, encara que es trobin separades per grans distàncies.

Segons Brown les tecnologies mòbils són una tecnologia molt important per persones que viuen en zones rurals o remotes o que estan constantment en moviment. El m-learning es útil pels següents perfils de persones:

1) Estudiants del primer món que tenen coneixements en TIC i que tenen accés a dispositius mòbils d'última generació.

2) Estudiants del tercer món que viuen en zones remotes però que tenen accés als telèfons mòbils.

El projecte *One Laptop Per Child* (OLPC) és una altra iniciativa per trencar la fractura digital entre els països rics i els països pobres. L'objectiu d'aquesta iniciativa es portar un ordinador de baix cost als nens i nenes dels països més pobres. Amb aquesta idea es va començar el disseny d'un nou ordinador portàtil de dimensions reduïdes, pensat per que nens i nenes de països amb realitats socio-culturals diferents a les nostres puguin aprofitar les TIC per aprendre. Aquest ordinador té unes característiques innovadores com: un disseny únic, resistent a condicions climàtiques adverses, molta autonomia de la bateria, basat en software lliure etc.



Figura 22: Ordinador XO del projecte One Laptop Per Child.

Font: (<http://www-static.laptop.org/> (consultada: octubre 2011))

Arrel de l'aparició del projecte OLPC, altres fabricants de hardware varen començar a comercialitzar ordinadors portàtils de dimensions reduïdes a preus relativament baixos (per sota dels 300 euros). Per exemple el cas de *Classmate* d'Intel, és un competidor que va aparèixer poc després de que comencés el projecte OLPC. Algunes crítiques al projecte OLPC es recullen a (Camfield, Kobulsky, Paris, & Vonortas, 2007). Segons aquests autors el problema principal del projecte OLPC és que es tracta d'un projecte purament tecnològic en lloc de ser un projecte amb una vessant tecnològica i una educativa. Al no tractar-se d'un projecte educatiu, no hi ha estratègies per desenvolupar pilots que puguin servir de referència sobre la utilitat del projecte com a projecte educatiu contra la fractura digital. Un altre problema d'aquest projecte és el model en el que es distribueix aquesta tecnologia

única. Per aprofitar les economies d'escala i que el cost del hardware sigui baix, els països interessats han de fer grans comandes d'ordinadors. No es poden fer comandes petites des de comunitats locals. Això planteja reticències, per part de molts països, a invertir grans quantitats de diners en comprar grans quantitats d'ordinadors. Finalment, la combinació d'aquests i altres factors fan que els governs i comunitats interessats en el projecte OLPC tinguin poc control sobre la seva implementació. Si a això se li suma l'elevada inversió que cal fer comprant ordinadors, s'entén que molts països optin per alternatives o competidors de l'OLPC.

El projecte MobiED és un projecte que ofereix una audiowikipedia mòbil (Ford & Botha, 2007). El sistema MobiED, utilitza els missatges SMS dels telèfons mòbils perquè l'usuari pugui fer consultes de cerca de termes a la Wikipèdia. El servidor respon la consulta de l'usuari amb una trucada on l'article es llegit a través d'un sintetitzador de veu. Si el terme cercat no es troba a la wikipèdia, l'usuari pot contribuir dictant la seva història al sistema. Si l'usuari vol ampliar la informació disponible a la wikipèdia sobre un terme en concret, ho fa de la mateixa manera. El projecte té dos etapes, una primera on s'usa i es prova la primera versió de MobiED en una escola privada a Pretòria (Sudàfrica) i una segona etapa on s'usa una segona versió del sistema en una escola pobre d'una zona rural. Degut als bons resultats de les proves pilot a les dues escoles, els autors exploren la possibilitat d'emprar telèfons mòbils com la plataforma de-facto de m-learning a Àfrica.

3. Estudis centrats en donar a conèixer la sostenibilitat a través de dispositius mòbils

Entre els treballs que donen a conèixer el concepte i valors de la sostenibilitat a través de dispositius mòbils es destaquen el treball de Chen (Chen & Hsu, 2007) i Froehlich (Froehlich et al., 2009). El treball de Chen (Chen & Hsu, 2007) va crear una aplicació de m-learning per conscienciar sobre els valors de la sostenibilitat a estudiants de primària d'una escola de Taipei (Taiwan). Estudiants de 14 anys van realitzar diverses sortides per la ciutat sense el professor i portant un dispositiu mòbil que els anava guiant per arribar a 5 llocs amb problemes medio-ambientals. Aquests problemes havien sigut generats per l'activitat humana i l'objectiu de la sortida va ser recollir evidències en forma de fotos, vídeos o entrevistes als veïns per avaluar tres possibles escenaris futurs de desenvolupament de la zona. Els resultats de l'estudi mostren que tant els estudiants com els professors van estar d'acord en que el sistema de m-learning els va ajudar a entendre els problemes ambientals i els conceptes bàsics de la sostenibilitat.

El projecte UbiGreen és una iniciativa per estudiar els hàbits de transport de la gent a dues ciutats nord-americanes (Froehlich et al., 2009). El projecte comença preparant una sèrie de

qüestionaris, un online i l'altre a través de dispositius mòbils, que té com a objectiu principal explorar les rutines de transport de la gent que participa en l'estudi i que estan interessades en canviar els seus hàbits cap a un comportament més ecològic. També pretén saber quina és la motivació principal per desplaçar-se en cotxe i veure les reaccions de la gent davant representacions del seu comportament (ecològics, no ecològic) en relació a tipus o mode de transport. Els resultats de les enquestes s'utilitzen per dissenyar una aplicació mòbil anomenada *Ubigreen Transportation Display* que de forma semi automàtica obté informació sobre els hàbits de transports de la persona que porta el telèfon mòbil. Si en algun moment, el sistema no pot inferir el mitjà de transport utilitzat, se li fa alguna pregunta directa a l'usuari. Aquesta aplicació mòbil, s'ha creat emprant un disseny engrescador que pretén animar a la gent a utilitzar formes de transports més ecològiques.

4. Treballs orientats a proporcionar coneixements tècnics sobre les tecnologies mòbils i el desenvolupament de serveis i aplicacions per aquestes plataformes

Altres treballs estan orientats a proporcionar coneixements tècnics sobre les tecnologies mòbils i el desenvolupament de serveis i aplicacions per a aquestes plataformes. Diversos models de tecnologia mòbil per aconseguir un desenvolupament sostenible a països pobres s'analitzen a (Mekuria, 2008) i (Mekuria & Rai, 2008). A la universitat de Makerere (Uganda), s'ha desenvolupat un màster en *mobile computing* i desenvolupament de software per donar a conèixer les tecnologies mòbils. També adreça el tema de serveis mòbils. El màster té un programa per promoure el desenvolupament sostenible. En aquest aspecte destaquen els següents punts:

1. Els alumnes del màster tornen a casa seva amb un servei mòbil, que cal testejar al seu poble. Això dona accés a la tecnologia, encara que sigui de forma temporal als habitants del poble.
2. Es dota als alumnes dels coneixements necessaris per poder dissenyar serveis mòbils. D'aquesta manera, en finalitzar el màster, els alumnes tenen els coneixements necessaris per convertir-se en emprenedors i innovadors en tecnologies mòbils.

Les conclusions d'aquest estudi, són que aquest programa de màster té el potencial de crear un entorn basant en la creació de serveis i continguts mòbils en països pobres. També té el potencial de difondre la tecnologia i serveis mòbils dins de les comunitats locals i que pot representar beneficis per a aquestes comunitats en forma de treballs per contribuir al desenvolupament socio-econòmic de la zona.

5. Estudis per lluitar contra l'analfabetisme emprant dispositius mòbils

Finalment, existeixen projectes que es centren en intentar millorar els nivells d'alfabetització emprant aplicacions mòbils (GSMA, 2010), Kim (Kim, Miranda, & Olaciregui, 2008). Per exemple el projecte mobilink utilitza missatges de SMS per millorar les habilitats de lectura i escriptura d'un grup de dones al Pakistan, el projecte Momaths dona suport per millorar habilitats en matèries concretes com les matemàtiques a estudiants de 10 anys, a 30 escoles de Sud-Àfrica i el projecte Janala utilitza missatges de SMS perquè grups de dones de Bangladesh millorin el seu nivell d'anglès (GSMA, 2010).

Kim (Kim, Miranda, & Olaciregui, 2008) realitza un estudi per avaluar les possibilitats d'usar m-learning en grups de nens extremadament pobres que tenen vides itinerants en zones rurals de Sud-Amèrica. Aquest estudi investiga el fenomen social i els possibles efectes del m-learning introduït en aquest context. Aquests nens que viuen en aquests entorns rurals no tenen accés ni a educació ni al sistema sanitari més bàsic. No tenen accés a material de lectura i els seus pares són també analfabets i per tant són incapaços de contar contes als nenes. Els telèfons mòbils es carreguen amb activitats educatives per a nens d'entre 3 i 13 anys. Hi ha activitats per aprendre l'abecedari i altres activitats per llegir contes. Algunes de les conclusions de l'estudi són que els nens aprenen a utilitzar el telèfon mòbil en qüestió de minuts. El nen que saber llegir una mica son capaços de llegir les històries presentades en les pantalles dels telèfons mòbils a la mateixa velocitat que si ho llegissin en llibres de text. Aquestes activitats són viscudes pels nens com a activitats divertides i proporcionen un primer accés a la lectura a nens de grups molt marginats.

6.3 Resum del treball previ

A continuació es presenta una taula resum que recull les aportacions i reptes més importants dels projectes de m-learning a països pobres analitzades al treball previ.

Aportació	Repte
El m-learning proporciona una manera alternativa d'accedir als continguts d'aprenentatge.	Oposició inicial al canvi per part d'algunes institucions educatives.
El m-learning pot ajudar a aprendre matèries concretes.	Manca de motivació, per part de diversos actors, per fer el canvi de tecnologia, que moltes vegades arriba amb nous requeriments i canvis en la

	manera de fer les coses.
El m-learning fomenta la col·laboració i la cooperació.	Necessitat de dedicar molt de temps a la preparació i customització de materials, donat que hi ha molts tipus de dispositius i plataformes mòbils diferents.
El m-learning pot ajudar a explicar i difondre els valors de la sostenibilitat.	El cost d'introducció de l'm-learning encara és relativament car. Això inclou el cost del hardware i de les connexions a la xarxa.
Emprar tecnologia i serveis mòbils per aconseguir desenvolupament sostenible.	Els operadors de telefonia mòbil i els fabricants de telèfons mòbils mostren poc interès en compartir coneixement o aplicacions donat que això no els hi aporta cap ingrés directe.
El m-learning és un mètode vàlid de suport a l'educació per zones remotes on no hi ha altres infraestructures de comunicacions.	Molts dels projectes de m-learning són proves de concepte, pilots o projectes a petita escala, que sovint només tenien finançament per un període de temps curt.
	La sostenibilitat a llarg termini és un dels factors clau a tenir en compte en els projectes de m-learning.

Taula 1: Resum del treball previ en l'àmbit m-learning pel desenvolupament.

Font: Elaboració pròpia

6.4 Qualitat en l'educació i inclusió social amb suport de m-learning

Amb el suport de l'ITIE, la UNESCO aposta pel mobile learning com a línia estratègica per ajudar a aconseguir l'educació per a tots, uns dels objectius del mil·lenni. En el seu informe titulat "*Mobile Learning for Quality Education and Social Inclusion*" (UNESCO, 2010), la UNESCO comenta els canvis principals que incorpora el m-learning en les pràctiques pedagògiques habituals. Entre aquests canvis es poden destacar els canvis en la dinàmica

de les classes, deguts al fet que els dispositius mòbils proporcionen nous mitjans de comunicació i col·laboració entre els estudiants. La classe deixa de ser l'únic lloc on es pot aprendre. També canvia el rol habitual de l'estudiant, que tradicionalment havia sigut un consumidor passiu d'informació i coneixement. Ara passa a convertir-se en productor d'informació i coneixement que sovint crea mentre comenta, discuteix o comparteix recursos digitals, amb els seus companys. La funció tradicional del professor canvia cap a un rol més de mentor. El m-learning també permet a l'estudiant experimentar in situ i participar en la captura de informació, enregistrant, fent fotos, prenent notes, en general, recollint evidències que es poden combinar amb l'aprenentatge més formal. Finalment, el m-learning dona suport a l'aprenentatge durant tota la vida, donat que els estudiants són més capaços d'adquirir responsabilitat i hàbits d'aprenentatge constants.

En l'educació primària, el m-learning pot donar suport a l'alfabetització. Pot millorar les interaccions a la classe permetent que els estudiants comuniquin les seves idees a través dels seus telèfons mòbils. També pot ajudar a reduir les diferències en l'accés a l'educació bàsica entre gèneres, especialment dones i nens que viuen zones rurals. Per exemple, les dones poden participar en programes que els ajudin a practicar la lectura i escriptura rebent i enviant missatges de text a través dels seus telèfons mòbils. Els jocs poden ser útils perquè els nens aprenguin diferents matèries com l'anglès o les matemàtiques. En general, l'alfabetització d'aquests grups de gent marginada permet reduir la seva dependència respecte a altres persones.

Finalment, la UNESCO proposa una sèrie de recomanacions sobre l'ús de m-learning per contribuir a aconseguir l'educació primària per tothom (UNESCO, 2010). Algunes de les accions proposades es recullen a continuació:

- Permetre que els estudiants geogràficament dispersos o desavantatjats per algun motiu es converteixin en un recurs útil per a la seva comunitat, compartint el seu coneixement i experiències amb telèfons mòbils.
- Invertir en pràctiques pedagògiques de m-learning que són diferents de les de l'e-learning.
- Finançar més recerca en mobile learning, concretament a llarg termini i gran escala.
- Treballar amb les institucions educatives per desenvolupar polítiques sobre l'aplicació del m-learning.
- Formar professors perquè adquireixen competències noves i puguin adaptar les seves matèries i incorporar noves pràctiques educatives.

- Recompensar els professors que aprenen durant tota la vida utilitzant els dispositius mòbils, i que reflecteixen aquesta pràctica en la seva activitat docent.
- Promoure i desenvolupar iniciatives per donar diners per introduir programes de m-learning entre els grups de persones més desafavorits i vulnerables.
- Treballar amb els operadors de telefonia mòbil perquè donin accés a Internet a un cost baix.
- Treballar amb els creadors de continguts perquè puguin crear models de negoci que siguin més flexibles i donin accés lliure o a baix cost als materials a través de dispositius mòbils.

7. Learning Management Systems

7.1 Introducció

Els Learning Management Systems (LMS) són actualment la principal plataforma de e-learning de la majoria d'institucions educatives dels països rics. S'han convertit en eines que s'integren amb els sistema d'informació de les institucions educatives i que automatitzen molts processos (per exemple la inscripció d'estudiants a grups). En aquest apartat es parlarà d'alguns dels factors d'èxit que han situat als LMS dels països rics en el lloc que ocupen actualment.

Malgrat els factors d'èxit, diversos autors (Jones 2011), (Kats, 2010), (Sclater, 2008) els consideren sistemes poc flexibles, centrats en donar suport a processos administratius en lloc de servir als interessos dels estudiants. També es consideren sistemes poc flexibles pel relatiu poc suport que donen a la interacció amb aplicacions externes com ara blogs, wikis o aplicacions mòbils. En aquest context, aquest capítol analitza alguns dels reptes i tendències de futur dels LMS.

7.2 Definicions i eines

Un LMS es pot definir com un sistema que organitza i proporciona accés online a serveis de e-learning (per exemple, proporciona continguts educatius, eines de comunicació com fòrums o xats, eines per l'administració d'usuaris i grups etc.) per a estudiants, professors i administradors (Paulsen, 2002). Agafen els continguts educatius i els organitzen d'una manera estàndard, normalment en cursos dividits en mòduls o lliçons, complementats amb tests, fòrums amb discussions i altres eines (Downes, 2006).

Una altra definició considera els LMS com entorns holístics per distribuir i gestionar experiències educatives. Disposen d'eines per donar suport online a la creació i manteniment de cursos, matrícula d'estudiants, etc. (Dagger et al., 2007).

Robson (Robson, 1999) proposa una classificació de cinc tipus d'eines que ofereixen la majoria de LMS. Aquests grups d'eines són els següents:

- Eines de comunicació. Permeten als estudiants i professors comunicar-se pública o privadament. En aquest grup s'inclouen fòrums de discussió, correu electrònic, xat, blogs etc.

- Eines de navegació. S'usen per organitzar els cursos en lliçons o mòduls. Aquesta estructura dels cursos indica als estudiants què han de fer en cada moment.
- Eines per la gestió de cursos. S'empren per fer el seguiment de l'activitat realitzada pels estudiants. També inclou la gestió de la seguretat per donar suport a diferents tipus d'usuaris com estudiants, professors o convidats.
- Avaluació online. Els tests són el mecanisme habitual per avaluar als estudiants i proporcionar-los-hi feedback en forma de comentaris.
- Eines de generació de continguts. La majoria de sistemes no ofereixen un suport total per a la generació de continguts, però molts sistemes permeten als professors pujar i organitzar materials, crear fòrums de discussió, crear i editar qüestionaris, tasques etc.

La pàgina principal de Edutools⁸ gestionada per la *Western Cooperative for Educational Telecommunications* proporciona una altra llista més extensa dels grups d'eines principals que ofereixen els LMS.

- Eines de comunicació.
- Eines de productivitat que inclouen la gestió de bookmarks o enllaços preferits, calendaris d'esdeveniments propers o cerques al curs.
- Eines per a la implicació dels estudiants, que inclouen eines per treballar en grups o els portafolis electrònics (eina per fer el seguiment dels estudiants amb accés als treballs que han realitzat).
- Eines de gestió de cursos que inclouen els tests, el llibre de qualificacions, la gestió dels cursos etc.
- Eines per desenvolupar continguts.
- Eines administratives. Són eines per a la creació d'usuaris i cursos així com la inscripció d'estudiants en els cursos. Permeten gestionar l'autenticació (login) i autorització (gestió de privilegis) dels usuaris.

7.3 Factors d'èxit dels LMS

Els LMS estan consolidats en moltes institucions educatives dels països desenvolupats com a plataformes de e-learning per excel·lència. Part del seu èxit és degut a que els LMS han

⁸ <http://www.edutools.info/> (consultada: maig 2012)

mimetitzat l'estructura i les practiques de les institucions educatives (per exemple, emulant l'estructura de l'aula tradicional en la plataforma de e-learning, on es creen cursos dividits en temes o lliçons). Molts LMS estan integrats amb el sistema d'informació de la universitat o institució educativa. S'han convertit en eines crítiques, de l'estructura d'aquestes institucions (Obexer & Bakharia, 2005).

Un altre dels factors d'èxit dels LMS ha sigut el poder optimitzar els processos i regles de funcionament d'aquestes institucions educatives. Per exemple, els LMS permeten als professors publicar tasques que els estudiants hauran de fer i lliurar dins d'un termini. El professor les pot corregir i donar feedback als estudiants, tot de forma electrònica.

Finalment, els LMS són eines que durant bastant temps han introduït elements innovadors en el procés d'aprenentatge. Per exemple, aplicacions per a dispositius mòbils que reben avisos (per exemple d'activitats que s'han de lliurar aviat, esdeveniments propers) procedents dels LMS, o aplicacions externes als LMS que utilitzen els estudiants per realitzar alguna tasca, i que s'incrusten com una activitat més dins d'algun curs d'un LMS (Downes, 2006), (Alier et al., 2010).

Actualment, l'èxit dels LMS és tan gran que gaire bé el 100% de les universitats espanyoles (Prendes, 2009) usen un LMS, 96% de les institucions educatives als Estats Units n'usen un (Lonn & Teasley, 2009) i el 79,5% de companyies grans usen aquests sistemes durant els processos d'aprenentatge (Wexler et al., 2008).

7.4 Evolució dels LMS

Al començament de la World Wide Web, abans del 1996, els entorns d'aprenentatge basats en web, es construïen amb eines molt bàsiques. Els professors o instructors, no només havien de crear la pedagogia que s'aplicaria al curs i els continguts sinó també la tecnologia per poder veure aquests continguts a la web. Els primers intents acostumaven a concentrar-se en transferir aspectes familiars de l'aula tradicional a l'entorn web (Robson, 1999).

Els primers LMS (principis dels anys 1990) tenen com a objectiu principal distribuir continguts preparats pel professor a través d'un entorn virtual d'aprenentatge. Aquests primers LMS acostumaven a tenir un format propi per gestionar els cursos i estaven centrats en la gestió i creació de continguts en línia. Eren eines que proporcionaven pocs mecanismes per a la comunicació i estaven dissenyats com a sistemes monolítics (Dagger et al., 2007). Aquests primers sistemes tenen diversos noms com: instructional-management systems, course-management systems, integrated distributed-learning environments, course tools, WWW-

based training systems, o course-support systems (Robson, 1999). Exemples d'aquests primers LMS són les primeres versions de *WebCT* i *Blackboard*.

A finals dels 1990 comença a expandir-se la segona generació de LMS. Es tracta de sistemes que tenen com a objectiu principal, no només proporcionar continguts online, sinó la gestió d'objectes i seqüències d'objectes d'aprenentatge així com oferir al professor informació sobre l'evolució del procés educatiu de l'estudiant. El disseny d'aquesta generació de LMS, és més modular, el que permet integrar noves funcionalitats més fàcilment. Es comença a separar la gestió dels continguts o *Content Management System* (CMS) de les funcionalitats. Finalment, es comencen a aplicar alguns principis de les arquitectures basades en serveis, el que permet a alguns LMS oferir part de les seves funcionalitats a l'exterior (Dagger et al., 2007).

No obstant, es tracta de sistemes que estan centrats en l'administració en lloc dels estudiants. Alguns LMS d'aquesta generació són les següents versions de *Blackboard* o *WebCT*, *Moodle* i *Sakai*.

Finalment, els *Learning Content Management Systems* (LCMS) són versions corporatives dels tradicionals CMS que es van dissenyar inicialment per a l'educació superior. Aquests sistemes estan dissenyats per permetre a experts en una matèria que tenen poca experiència amb la tecnologia, dissenyar, crear i publicar cursos online ràpidament. També poden mesurar els resultats de l'aprenentatge (Robins, 2002).

7.5 Classificació dels LMS

Les tasques administratives més importants que realitzen els LMS són la gestió dels usuaris i grups, la gestió de cursos i la inscripció d'estudiants a cursos. Aquestes tasques es poden realitzar de forma "stand alone" o integrada.

Un LMS "stand alone" no té una interfície directa amb altres sistemes administratius o acadèmics del campus o institució. En aquest tipus de LMS la creació d'usuaris, cursos i inscripcions d'usuaris a cursos es realitza manualment (normalment emprant fitxers batch que contenen les dades dels estudiants i els cursos on s'han d'inscriure). Aquests fitxers s'acostumen a obtenir del sistema de gestió acadèmica de la institució.

L'alternativa és tenir un LMS integrat amb el sistema d'informació o ERP (Enterprise Resource Planning) de la organització. En aquests entorns el sistema d'informació alimenta directament l'LMS amb les dades d'usuaris, cursos i inscripcions. Aquests sistemes eviten haver de gestionar la càrrega manual de dades d'usuaris i cursos així com eviten haver de canviar o donar de baixa inscripcions usuaris de cursos de forma manual.

Un altre criteri per classificar els LMS és si són propietaris o open source. Blackboard, Angel, Desire2Learn o WebCT són exemples de LMS propietaris. A mesura que els LMS comercials o propietaris creixen en complexitat i preu, moltes universitats i institucions es plantegen el canvi cap a un LMS open source. Un LMS open source dona a la institució el codi font per poder-lo customitzar, modificar i millorar. Les llicències de software tenen un cost molt baix o zero. Moodle i Sakai són exemples d'LMS open source.

Finalment podríem trobar sistemes comercials o propietaris però que no tenen una finalitat acadèmica. En aquest grup s'inclouen sistemes destinats a la indústria o clients de l'àmbit no acadèmic. Es tracta de sistemes que permeten publicar contingut propietari com Skillsoft o ElementK o ERPs per gestionar finances, recursos humans i formació en una organització (Kats, 2010).

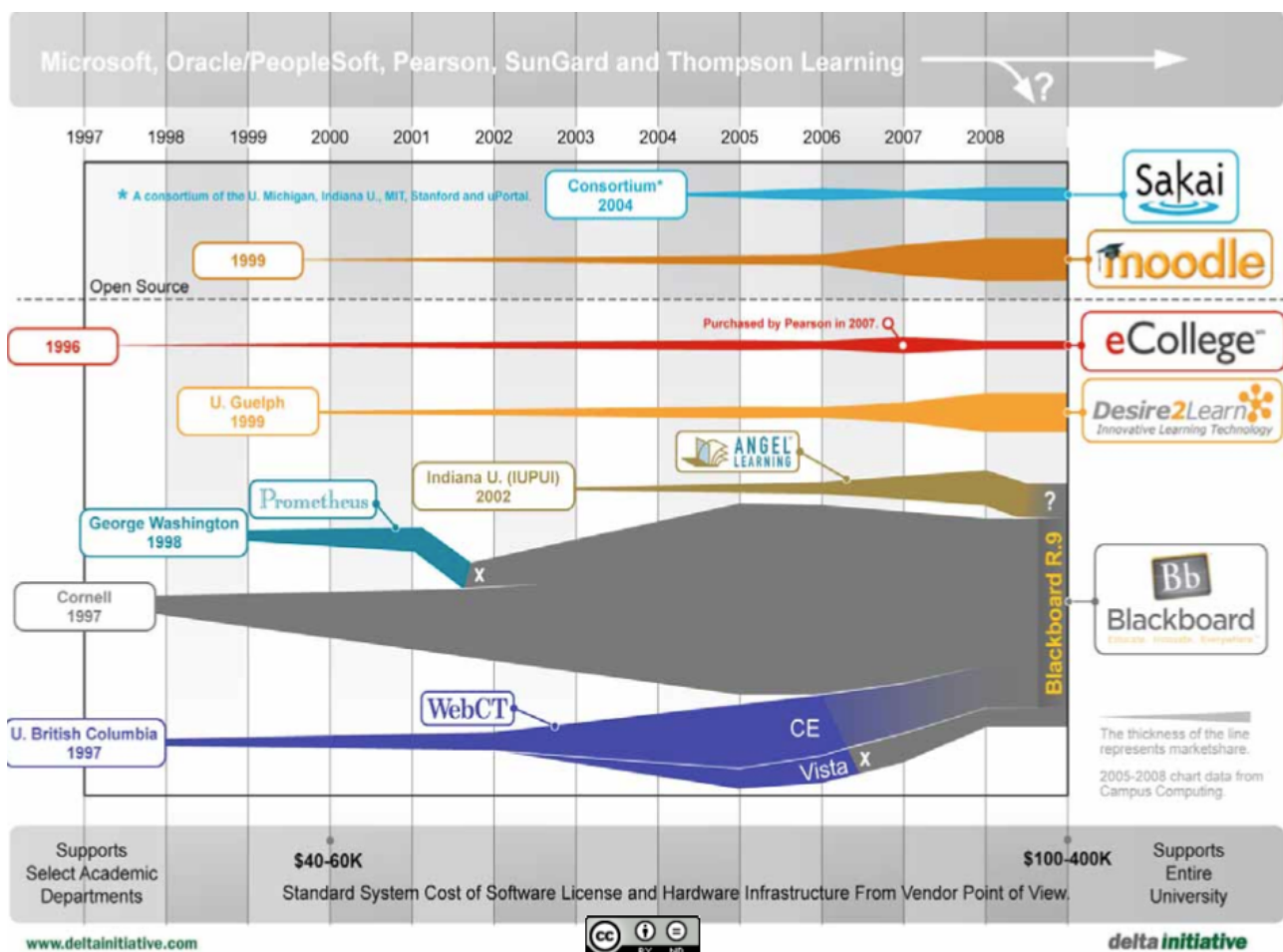


Figura 23: Principals LMS, any d'aparició, quota de mercat i classifica en comercials o open source.

Font: <http://mfeldstein.com/the-state-of-the-lms-an-institutional-perspective/> (consultada: maig 2012)

7.6 Reptes

Mentre moltes institucions educatives integren LMS amb els seus sistemes d'informació o de gestió acadèmica, Internet es troba immersa en la era de la web 2.0. Aquesta evolució ha canviat la naturalesa dels propis usuaris d'Internet i ha afectat el procés d'aprenentatge. Els estudiants en general, no tenen problemes per utilitzar les noves eines que ofereix la Web 2.0 en el seu aprenentatge, ja que molts d'ells formen part dels nadius digitals (Bennett & Maton, 2008), (Prensky, 2001) a diferència de la majoria dels mestres que són immigrants digitals.

Aquest canvi en el comportament dels usuaris d'Internet ha desdibuixat la línia entre productors i consumidors de continguts i ha desplaçat el focus de "accedir a informació" cap a "accedir a altres persones". Els nous tipus de recursos en línia com les xarxes socials, blocs, wikis i comunitats virtuals han permès que persones amb interessos comuns puguin reunir-se, col·laborar i innovar (J. S. Brown & Adler, 2008), (Wesch, 2009), (O'reilly, 2007). En l'aprenentatge, les tendències anteriors es manifesten en el que sovint es coneix com a aprenentatge "centrat en l'alumne" o "centrat en l'estudiant" (S. Thomas, 2005). Aquest enfocament és basa en posar el control del procés d'aprenentatge en les mans de l'alumne (Downes, 2006).

Per als nadius digitals, els LMS acostumen a ser sistemes relativament poc flexibles, amb el curs com a unitat estàndard de l'organització. A més, tendeixen a restringir als estudiants als continguts dissenyats per a un curs en particular i només poden interactuar amb els altres participants d'aquest curs. Degut a tots els aspectes esmentats anteriorment, els estudiants acostumen a estar poc motivats a emprar els LMS en comparació amb les eines Web 2.0. Aquests últims entorns ofereixen oportunitats per a la personalització i generen un sentit de pertinença impossible en els LMS (Sclater, 2008), (McLoughlin & Lee, 2007).

Com a resultat de la poca motivació dels estudiants amb els LMS, es crea una fractura o separació entre el món dels LMS utilitzat pels educadors i les institucions i les eines Web 2.0 utilitzades pels estudiants. Els LMS s'enfronten al repte següent: evitar l'extinció i adaptar-se a la nova situació.

La integració dels LMS amb les tecnologies de la Web 2.0 és un repte pels models tradicionals de LMS. Els LMS haurien de ser aplicacions més centrades en l'estudiant que donin a aquest més control sobre el seu procés d'aprenentatge (Agee & Yang, 2009). També existeix pressió per utilitzar i integrar LMS amb moltes eines web 2.0 externes que els estudiants ja utilitzen lliurement per aprendre.

Autors com Beer suggereix que les filosofies de la Web 1.0 que estan embegudes als LMS creen una sèrie d'obstacles per assolir el *lifelong learning* i per establir una xarxa on és més important la comunicació i la col·laboració (Web 2.0) que la publicació de continguts (web 1.0) (Beer & Jones, 2008). Això inclou:

- Canviar el focus: els LMS acostumen a tenir més impacte en l'administració de tasques que en el procés d'aprenentatge i ensenyament.
- Cultura de les TIC: la tecnologia dels LMS és relativament vella i aquesta tecnologia ha quedat obsoleta davant d'altres tecnologies que ofereixen funcionalitats per aprendre, més usables i personalitzables.
- Informal learning: els paràmetres i límits dels LMS limiten l'aprenentatge informal, on té lloc un aprenentatge important.
- Course based models: Els LMS tradicionals estan dissenyats per proporcionar eines que permetin al professor per publicar un curs, en lloc de permetre formar comunitats de pràctiques més flexibles.

En aquesta línia de reflexió de que els LMS haurien d'adaptar-se més a les necessitats dels estudiants, Wenmoth ha identificat una sèrie de factors que han de considerar les institucions educatives per poder motivar als estudiants amb els LMS (Wenmoth, 2011).

Managing complexity of learning <i>View of Knowledge</i>	Emergent "Knowledge as a verb" Network-centric Folksonomies	Established "Knowledge as a noun" Subject divisions/Hierarchical Taxonomies
<i>Main ideas of knowledge and learning</i>	Adaptive, dynamic, connected	Structured, controlled, managed
<i>Learning intentions</i>	Contextualised, nebulous	Clear objectives, outcomes
<i>Expressed as...</i>	Learning 'ecologies' (Social, connected, distributed)	Course model
<i>Dominant technology used</i>	Personal Learning Environment (PLE)	Learning management system (LMS)
Dominant theories of learning	Connectivism Social constructivism Constructionism	Constructivism Behaviourism Cognitivism
Pedagogical focus	Learner-centric Learner choice/management Activity-based, experiential Focus on participation/collaboration	Institutional focus Teacher managed Organization of classes, courses Focus on coverage, content delivery
Communications model	Many to many Networked	One to many Transmissive
	← Facilitated →	
Technologies (for example)	ELGG <i>Peer to peer options, eg:</i> Del-icio-us Colloquia MySpace Groove Bebo etc.	<i>Hosted options, eg:</i> Moodle, Interact LAMS Blackboard WebCT
Hosting	Range of hosting options – incl. server-based, hosted, (remote or local) and local PC or personal appliance based for peer to peer networks. Needs to include consideration of mobile technologies.	

Figura 24: Factors que han de tenir en compte les institucions educatives per emprar els LMS per motivar més als estudiants perquè treballin online.

Font: (Wenmoth, 2011)

Finalment, Sclater (Sclater, 2008) comenta que algunes institucions estan considerant si els LMS segueixen sent el mitjà apropiat per facilitar l'e-learning, plantejant-se les preguntes següents:

- Es poden introduir a la institució alguna de les eines socials que els estudiants troben tant interessants?
- Es podrien emprar eines disponibles a internet?
- S'hauria de permetre que els estudiants escollissin les eines més apropiades per aprendre?

7.7 Tendències de futur

En aquest apartat es resumeixen algunes de les tendències que expliquen com i cap a on poden evolucionar les plataformes de e-learning. Una primera proposta consisteix en apostar per LMS flexibles i personalitzables (Dagger et al., 2007). Es tracta de LMS que puguin oferir les seves funcionalitats a l'exterior com a serveis. Per poder arribar a tenir aquest LMS flexibles, els autors anteriors proposen aplicar frameworks o arquitectures de serveis per separar els LCMS de les funcionalitats dels LMS, i aconseguir sistemes més interpolables que puguin intercanviar eines, funcionalitat, semàntica etc. amb altres sistemes externs.

Wilson aposta per la idea dels *Personal Learning Environments* (PLEs) (Wilson et al., 2009) . Un PLE és un entorn personalitzat d'aprenentatge que cada estudiant crea a partir de serveis disponibles a Internet. Wilson proposa la creació de PLEs a partir de serveis Web 2.0 i utilitzar-los com a eina educativa.

Una tercera proposta consisteix en barrejar la idea dels PLEs amb els LMSs per oferir un entorn d'aprenentatge on l'LMS es converteix en un contenidor que organitza i ajunta un ampli conjunt d'eines educatives (entre elles eines educatives Web 2.0) (Severance, Hardin, & Whyte, 2008).

Finalment, hi ha autors que proposen combinar els beneficis dels LMS orientats a serveis amb els PLEs, definint un entorn de e-learning personalitzat orientat a serveis (Organero, Kloos, & Merino, 2010). Els autors argumenten que per una banda les institucions educatives segurament preferiran un LMS orientat a serveis per poder centralitzar els serveis en l'entorn conegut dels LMS. Per una altra banda, els estudiants segurament preferiran l'entorn més flexible i adaptable a les seves necessitats dels PLEs. Es proposa una arquitectura on l'element central és un PLE que actua com a agregador de serveis. Aquests serveis poden

ser serveis personals de l'usuari o oferts per tercers i es poden orquestrar a través d'un coordinador central.

7.8 LMS a països pobres

En els últims anys s'està posant molt èmfasi en el rol de les TIC per millorar l'educació en països pobres (Keats & Schmidt, 2007), (Leach, Ahmed, Makalima, & Power, 2006). Malgrat que existeix una gran varietat de programes de recerca sobre TIC per donar suport a l'educació, hi ha poques dades sobre l'estat de l'art de l'e-learning als països pobres. Un dels estudis que intenta esbrinar quines pràctiques d'e-learning s'empren en països pobres, posa de manifest que en aquests països existeix una varietat de pràctiques de e-learning, tot i que l'e-learning es troba en la seva infantesa (Unwin, 2008).

Centrant-nos en l'ús dels LMS als països pobres, els sistemes més emprats són Moodle, WebCT, KEWL.NextGen, Blackboard i Sakai/Vula. Hi ha diferències geogràfiques en l'ús d'un o altre sistema, per exemple Sakai s'usa majoritàriament a Sud Àfrica, mentre que KEWL/NextGen s'usa principalment a Tanzània (Unwin, 2008) (Isaacs & Hollow, 2012).

Copola descriu dos característiques que fan que els LMS propietaris no siguin apropiats per implementar l'e-learning a molts països pobres (Copola, 2005). En primer lloc el cost creixent del software propietari deixa molt poc pressupost de la institució per a l'exploració creativa i en segon lloc ofereix poca flexibilitat per adaptar el software a la cultura local.

Unwin resumeix alguns dels avantatges d'usar LMS per donar suport a l'educació en països pobres (Unwin, 2008).

- Facilitat per accedir a la informació.
- Habilitat per supervisar estudiants a distància.
- Un entorn digital segur perquè els estudiants puguin entregar treballs o tasques.
- Potencial perquè professors i estudiants puguin interactuar i comunicar-se.
- Combinació d'aprenentatge síncron i asíncron.
- Fer possible l'educació de qualitat encara que augmenta el nombre d'estudiants per grup.
- Potencial per reutilitzar continguts.
- Facilitat per gestionar les fitxes dels estudiants.

- Ajuda a motivar als estudiants.

Com a contrapartida, els LMS presenten una sèrie d'inconvenients en països pobres:

- Moodle té una corba d'aprenentatge bastant forta i cal bastant temps per engegar, la qual cosa no es fàcil de muntar quan es treballa de forma voluntària.
- Molts estudiants i professors no estan familiaritzats amb aquestes plataformes.
- Cal molta disposició per part dels professors que ja van sobre carregats de classes.

Hi ha diverses experiències per desenvolupar cursos online per donar suport a l'aprenentatge mixt en països pobres (Lee, Thurab-Nkhosi, Giannini-Gachago, & others, 2005), (Sife, Lwoga, Sanga, & others, 2007), (Zurita & Ryberg, 2005). Per exemple, (Andersson, 2010) presenta una llista de factors que afavoreixen o desafavoreixen la pràctica de l'e-learning en països pobres amb l'objectiu d'identificar quins són els reptes principals de l'e-learning en aquests països. Alguns dels resultats de l'estudi posen de manifest que l'e-learning és una pràctica nova i que l'alfabetització digital és baixa. Això fa que al començar a introduir experiències d'e-learning els estudiants necessiten guia i seguiment. Cal oferir mètodes alternatius perquè els estudiants puguin estudiar pel seu compte. Finalment, l'estudi posa de manifest que l'educació està molt centrada en el professor. Per tant, quan s'introdueix l'e-learning cal proporcionar mecanismes perquè els estudiants puguin interactuar amb el professor.

7.9 Conclusions

Els LMS han sigut durant molt de temps una font important d'innovació en educació amb el suport de les TIC. Però amb els canvis socials de la web 2.0, l'expansió de la telefonia mòbil, vídeo consoles, informàtica ubiqua etc., aquestes plataformes de e-learning s'estan quedant obsoletes, fins al punt que algunes institucions educatives es plantegen si segueixen sent el mitjà més adequat per difondre l'e-learning.

Per adaptar-se als canvis els LMS haurien de ser capaços d'interactuar amb aplicacions externes com ara les xarxes socials, blocs, aplicacions mòbils, entorns virtuals, etc. (Sclater, 2008), anar més enllà del paradigma de la unitat/curs i posar més èmfasi en l'aprenentatge permetent l'aprenentatge en xarxa a través de la col·laboració i la comunicació. Aquesta interacció requerirà introduir en els LMS flexibilitat i tècniques d'interoperabilitat.

Resum i conclusions part II

El nivell de difusió i d'implantació de les TIC s'utilitza sovint com un indicador del nivell de desenvolupament un país o regió. Normalment quan més alt és el nivell de difusió de les TIC d'un país, sovint l'índex de desenvolupament humà sol ser també més alt.

La fractura digital expressa la diferència que hi entre països o persones en l'accés a les TIC. Segons l'informe sobre el desenvolupament humà del Programa de les Nacions Unides pel Desenvolupament del 2001, existeix una relació directa entre la fractura digital i les oportunitats de desenvolupament d'un país o regió (United Nations, 2001). Per tant, les TIC, la seva difusió i la capacitat de la societat per treure'n profit, són eines fonamentals per a que els països i les regions puguin desenvolupar-se i créixer sostingudament en la societat de la informació.

Per la seva banda, l'educació és un dels objectius del mil·lenni proposats per les Nacions Unides. Els coneixements que necessita un individu per desenvolupar-se en la societat han de permetre'l afrontar els reptes i problemes durant tota la vida. Cal aprendre noves habilitats i actituds, en lloc de coneixements que caduquen. Cal aprendre a aprendre i cal aprendre competències digitals, per poder desenvolupar-se a la societat de la informació.

Un dels reptes dels nous models educatius, és fonamentar una societat més sostenible donant a conèixer els principis del desenvolupament sostenible. Davant d'aquests reptes, l'Informe Delors i el Decenni per l'Educació de les Nacions Unides són dos iniciatives que plantegen el canvi de models educatius tenint en compte el desenvolupament sostenible. Per aconseguir aquest canvi es poden aprofitar els elements introductors de canvis, com les TIC.

Concretament, els telèfons mòbils són una tecnologia que s'usa àmpliament tant en països rics com pobres. En països pobres, aquesta tecnologia s'està estenent ràpidament a més zones i s'està adaptant a l'entorn socio-cultural; aquesta adaptació ha permès l'aparició d'usos i la creació de serveis mòbils innovadors. De fet la UNESCO a través de l'Institut per les Tecnologies de la Informació per l'Educació considera que la utilització de les tecnologies mòbils per donar suport a l'educació pot proporcionar qualitat en l'educació del nens, joves i adults, és a dir, ajudar a aconseguir l'educació per a tothom, un dels objectius del mil·lenni. Les contrapartides principals d'aquesta tecnologia són, en primer lloc, que alguns dels materials a partir dels quals es fabriquen els components electrònics dels telèfons mòbils són

escassos a la natura (per exemple el coltan). L'extracció i explotació d'aquests materials pot i està generant conflictes de diversos tipus pel control d'aquests materials als països on s'extreu (sovint països pobres). En segon lloc, cal tenir en compte l'obsolescència planificada de la tecnologia (en general i de la mòbil en particular), que fa que periòdicament molta gent que pot, es canvia el telèfon mòbil. Tot i que existeix un mercat de segona i tercera mà als països pobres, al final, no deixa de ser ferralla electrònica que es genera i que cal processar. Finalment, tot i que molts fabricants de telèfons mòbils han incorporat o estant fent-ho, regulacions laborals per garantir els drets dels treballadors i mesures ambientals que afecten als productes que fabriquen, sovint aquestes mesures no s'apliquen a les empreses subcontractades (aquest és el cas de l'empresa amb seu a Taiwan Foxconn, principal fabricant mundial de components electrònics, que ha aparegut en diverses ocasions als mitjans de comunicació degut a la controvèrsia generada per la forma en que l'empresa tracta als treballadors).

La web 2.0 és una revolució social que està canviant la forma en que les persones interactuen a Internet. La web 2.0 es caracteritza per generar una dinàmica col·laborativa i participativa. Amb aquesta revolució, molts usuaris de la xarxa passen de ser consumidors passius d'informació i serveis, a convertir-se també en productors. Aquesta tendència no només es produeix als països rics sinó també a molts països pobres. L'essència de la web 2.0 i de l'educació "2.0" pot ser una eina per ajudar a la re-localització de informació, coneixement i serveis envers la colonització cultural procedent d'occident que han patit molts països pobres durant molt de temps.

El procés de desenvolupament de FOSS també es caracteritza per la dinàmica col·laborativa i participativa. Tot i que tradicionalment s'ha considerat que el FOSS podia ser una alternativa molt útil envers el software privatiu als països pobres, el cas és que a molta gent d'aquests països no els importa si el software que usen és lliure o no. La pràctica habitual sol ser l'ús de software privatiu, amb dubtosa procedència. Hi ha una manca d'informació general sobre el que pot fer el FOSS i també manquen punts per adquirir-lo físicament. Malgrat això, en els darrers anys s'ha produït un creixement considerable en el nombre d'eines o aplicacions FOSS per a dispositius mòbils o que inclouen característiques 2.0. També s'han desenvolupat serveis FOSS innovadors, específicament pensats per a la realitat de països pobres. L'ús del FOSS, aplicat al context dels països pobres té moltes aplicacions i pot ajudar entre d'altres coses a relacionar persones, eliminar costos en processos suportats per les TIC o a eliminar intermediaris en processos diversos.

Finalment, els projectes educatius que utilitzen tecnologies mòbils (m-learning) aplicats al desenvolupament, es caracteritzen per ser projectes a petita escala i dels quals sovint no es

te clara la seva viabilitat a llarg termini, ni la possibilitat d'escalabilitat per passar de proves pilots a projectes de major envergadura. Pel que fa als serveis de m-learning, la necessitat de continguts adaptats localment i actuals és un dels reptes principals. Un altre dels dubtes que plantegen aquests projectes és qui paga els costos de tot el procés de manteniment del servei o projecte de m-learning, un cop s'acaba la inversió inicial. En aquest context, caldria aplicar esforços locals aplicant metodologies participatives i col·laboratives per continuar escalant els projectes i fer-los sostenibles en el temps. La implicació local per continuar aquests projectes és un factor clau. La integració dels projectes de m-learning amb altres projectes TIC (per exemple, les plataformes de e-learning) també pot ser un factor que pot contribuir a donar més impacte a aquests projectes. Segons (GSMA, 2010) les aplicacions de m-learning són més potents quan es poden enllaçar amb els LMS de les institucions educatives que són compatibles amb dispositius mòbils.

Proposta de guia pels projectes d'm-learning

Les conclusions anteriors encoratgen la recerca per dur a terme projectes de m-learning més sostenibles. Alguns dels aspectes a tenir en compte per definir projectes de m-learning més sostenibles són els següents (Casany, Alier, & Barceló, 2012):

- Aconseguir la motivació i participació local. És important que la comunitat mostri el seu interès i motivació pel projecte, i que aquest serà realment emprat. També és important que els caps de la comunitat estiguin integrats en el projecte. Definir comitès locals responsables de diferents tasques relacionades amb el projecte és una altra tasca a realitzar. Aquests comitès hauran d'acabar gestionant els diferents aspectes del projecte, com ara els recursos humans, financers, avaluació i monitorització etc.
- Promoure l'educació sobre les TIC. Els membres de la comunitats necessitaran amb certa probabilitat formació sobre les TIC emprades per poder continuar amb el projecte i al final fer-se'n càrrec totalment. Necessitaran formació sobre dispositius mòbils, el software emprat en aquest dispositius i per gestionar els serveis i informació rebuda a través del terminal. De vegades, el paper de l'info-mediador pot ser útil per resoldre problemes puntuals.
- Col·laboració amb participants externs. Probablement al principi del projecte caldrà finançament extern. També és possible que calgui ajuda d'experts externs.

- Crear un pla per garantir la viabilitat financera del projecte. Cal un pla de viabilitat per garantir la continuïtat econòmica del projecte una vegada s'acaba el finançament inicial.
- Utilitzar la tecnologia mòbil com a plataforma TIC bàsica. El component tecnològic principal han de ser els telèfons mòbils, donat que és la única tecnologia que fins ara està àmpliament estesa a gairebé tot el món.
- Utilitzar FOSS. Normalment, en els països pobres no es para atenció al tipus de software que s'empra (privatiu o lliure). (Van Reijswoud, 2008) analitzen l'ús del FOSS en països pobres. Els resultats dels seus estudis mostren que molta gent no dona importància al tipus de software emprat. Segons el (BSA, 2009) la majoria de països amb un índex de pirateria informàtica superior al 85% són països pobres. La norma en la utilització de software sol ser utilitzar software propietari obtingut il·legalment. Els governs locals tampoc acostumen a promoure el FOSS com a alternativa al software propietari. Per poder promoure l'ús del FOSS caldria explicar els seus avantatges i crear punts físics per poder-lo obtenir, com a alternativa a descarregar-lo d'Internet (cal tenir en compte que moltes vegades la poca fiabilitat i velocitat de les connexions a Internet fan impossible descarregar paquets de software relativament grans). Finalment, el desenvolupament de projectes de m-learning hauria d'utilitzar una metodologia participativa i col·laborativa com es fa sovint en el desenvolupament de projectes de software FOSS.
- El software ha de ser customitzable. El software emprat o creat ha de poder-se adaptar a l'idioma local de la comunitat. D'altra banda, es corre el risc de que no s'acabi emprant.
- El software ha de ser escalable localment. Un cop acabada l'etapa inicial del projecte, s'ha de definir un pla estratègic per garantir la sostenibilitat del projecte.
- El software ha de ser actualitzable localment. S'han de formar persones de la comunitat que s'encarregaran d'actualitzar i mantenir el software.
- El software que es dissenya ha de ser usable i accessible.
- La propietat de tot (dispositius i software) ha de ser local. Algunes aproximacions per implementar projectes de m-learning utilitza promotors de les companyies de telefonia mòbil, que ofereixen dispositius als estudiants. Encara que aquests programes siguin útils, aixequen dubtes sobre la propietat i sostenibilitat del projecte. Una altra

aproximació és ajudar als estudiants a aconseguir dispositius mòbils barats (UNESCO, 2010).



Part III: M-learning i Learning Management Systems: proposta d'integració

1. Integració de m-learning amb LMS

1.1 Introducció

L'expansió de dispositius mòbils amb noves interfícies tàctils i nous navegadors web cada vegada més sofisticats ofereix noves formes d'aprendre emprant aquests dispositius mòbils. L'aprenentatge a través de dispositius mòbils es caracteritza per ser un aprenentatge més centrat en les necessitats de l'estudiant que l'aprenentatge que es duu a terme en les plataformes de e-learning tradicionals (Downes, 2006). L'ús de telèfons mòbils en l'educació també augmenta les possibilitats de comunicació i col·laboració. Entre les limitacions dels telèfons mòbils emprats en educació, cal destacar els problemes d'interoperabilitat de les aplicacions d'm-learning amb els LMS i el poc impacte d'algunes experiències que es limiten a proves pilots (Martin et al., 2009). Una possible manera de augmentar l'impacte de les aplicacions de m-learning és integrant-les amb les plataformes de e-learning, els LMS. En aquest capítol s'analitzen les oportunitats i reptes del m-learning així com el treball previ realitzat en la integració d'aplicacions de m-learning amb LMS.

1.2 M-Learning: oportunitats i reptes

La portabilitat dels dispositius mòbils i la seva capacitat per connectar-se a Internet (per un cost relativament baix) en qualsevol moment, converteix a aquests dispositius en eines molt útils per emmagatzemar experiències educatives o materials de referència. En definitiva, les característiques úniques dels dispositius mòbils els converteixen en una bona eina per augmentar o millorar el procés d'aprenentatge. L'*Informe Horizon* (Johnson, Smith, Levine, & Haywood, 2010) identifica els dispositius mòbils com una tecnologia prioritària, que tindrà molt impacte en un futur immediat. També considera que aquests dispositius són una eina que pot ser emprada per realitzar experiències de m-learning.

M-learning es pot definir com el procés d'arribar a aprendre, mitjançant el qual els estudiants amb la col·laboració dels seus companys i professors, construeixen interpretacions estables del seu món (Sharples et al., 2005). En aquesta definició els autors afirmen que els dispositius mòbils permeten augmentar les possibilitats de comunicació i conversació de les persones. A més, el procés d'aprenentatge en m-learning és constructivista, i estén la noció d'aprendre a un procés constructivista que va més enllà de la persona, perquè descriu com les organitzacions, comunitats i cultures aprenen i es desenvolupen.

El m-learning introdueix una sèrie d'oportunitats en el procés d'aprenentatge. Algunes de les contribucions més importants del m-learning al procés d'aprenentatge es poden resumir en

les següents (Naismith, Lonsdale, Vavoula, & Sharples, 2004), (Sharples et al., 2005), (Downes, 2006):

- Permet un aprenentatge més centrat en l'estudiant, aprenentatge on el control del procés d'aprenentatge està en mans de l'estudiant.
- És una alternativa per proporcionar informació o materials d'aprenentatge (per exemple per donar accés a materials educatius a usuaris que viuen en zones remotes o a gent gran).
- Pot augmentar l'aprenentatge cooperatiu.

Resumint, el m-learning permet augmentar la flexibilitat del procés d'aprenentatge personalitzant tot el procés, fent-lo més centrat en l'estudiant (Vavoula & Sharples, 2002), (Bull & Reid, 2004).

D'altra banda, el m-learning s'enfronta a una sèrie de reptes, principalment degut al fet que es tracta d'una disciplina relativament nova i que no existeixen experiències que portin molts anys en marxa. Els principals reptes del m-learning són els següents (Cobcroft, Towers, Smith, & Bruns, 2006), (Zawacki-Richter, Brown, & Delpont, 2007), (Martin et al., 2009), (Alier et al., 2010):

- Manca de seguretat, dificultats tècniques amb els dispositius mòbils o falta de formació per part del professorat.
- Manca de suport institucional per dur a terme iniciatives de m-learning.
- Problemes d'interoperabilitat amb els LMS, moltes vegades dissenyats com a sistemes monolítics o bé per capes, que no permeten integrar fàcilment aplicacions mòbils o aplicacions externes.
- Impacte limitat d'aquestes iniciatives de m-learning donat que moltes estan aïllades de la resta del procés d'aprenentatge.

Vistos els reptes que afronten el m-learning i els LMS, la integració d'experiències de m-learning amb els LMS sembla una oportunitat que presenta diversos avantatges. Des de un punt de vista més institucional, els LMS podrien continuar sent eines d'innovació pedagògica, i les experiències d'm-learning podrien tenir més impacte, donat que quedarien integrades en les dinàmiques de les institucions educatives. Des del punt de vista de l'estudiant, aquests podrien personalitzar els seus entorns d'aprenentatge i col·laborar amb els companys, gràcies a les oportunitats que ofereixen els dispositius mòbils. Des del punt de vista dels professors, podrien seguir usant els LMS con a plataforma de treball bàsica.

1.3 Integrant m-learning amb els LMS: treball previ

En aquest apartat s'analitzen alguns dels projectes relacionats que han ampliat els LMS cap a l'escenari dels dispositius mòbils, així com les iniciatives de m-learning per incloure les aplicacions web 2.0 dins dels LMS.

La integració de les aplicacions de m-learning i els LMS no és una tasca fàcil, perquè els LMS tradicionals no solen incloure estàndards d'interoperabilitat per comunicar-se amb aplicacions externes; en general han sigut dissenyats com a sistemes monolítics o per capes (Sclater, 2008). La integració de les aplicacions de m-learning amb els LMS té dos escenaris:

- Estendre els LMS cap al món mòbil mitjançant serveis web i iniciatives d'interoperabilitat.
- Integrar aplicacions externes de m-learning en el LMS.

1.3.1 Extensions dels LMS al món del m-learning

Aquest escenari inclou la creació d'aplicacions de m-learning que ampliiïn l'abast dels LMS. Les aplicacions mòbils d'aquest grup poden seguir dos enfocaments diferents. El primer enfocament es centra en la interacció amb els dispositius mòbils i aplicacions específiques per a aquests dispositius. Els beneficis d'aquest enfocament inclouen l'accés a un disseny de l'aplicació mòbil atractiu, accés gratuït de les característiques específiques del hardware del telèfon mòbil i aplicacions ràpides i lleugeres. No obstant, la principal limitació és que les aplicacions són específiques pel dispositiu, la qual cosa produeix alts costos de desenvolupament si s'han de desenvolupar versions de l'aplicació per altres plataformes mòbils. El segon enfocament es centra en la interacció amb un navegador de manera que la tecnologia està disponible sempre (donat que la majoria de dispositius mòbils actuals incorporen navegador web o se'n pot descarregar algun), i independència del dispositiu. No obstant, una aplicació web per telèfons mòbils pot ser més lenta i pot ser més difícil d'accedir-hi per a alguns tipus de telèfons intel·ligents. Per exemple, l'LMS Blackboard s'ha centrat fins ara en la creació d'aplicacions nadiues per a dispositius mòbils, mentre que Moodle es centra en la tecnologia del navegador, tot i que darrerament ha desenvolupat una aplicació mòbil per iPhone (Delta Initiative, 2010).

Temes com la usabilitat (per exemple l'adaptació de continguts per a les pantalles dels dispositius mòbils) o el treball en línia (online en anglès)/ fora de línia (offline en anglès) són qüestions importants quan s'estén l'LMS cap al món mòbil. Algunes aplicacions de m-learning, permeten treballar sense connexió quan la cobertura de la xarxa no està disponible o és cara (mode offline). Aquestes aplicacions han de tenir algun tipus de sistema

d'emmagatzematge persistent per donar suport al treball offline. El treball offline també implica que les aplicacions mòbils, en algun moment, hauran de sincronitzar les dades emmagatzemades localment en el dispositiu amb les dades emmagatzemades en el LMS (Trifonova & Ronchetti, 2004).

En resum, l'extensió de l'LMS cap a l'escenari mòbil transforma l'LMS en una plataforma web que proporciona serveis als dispositius mòbils, sovint utilitzant la tecnologia de serveis web. A continuació s'analitzen alguns dels projectes anteriors que han ampliat l'LMS cap a l'escenari mòbil.

Un dels primers estudis que analitzen l'accés des de dispositius mòbils a un campus virtual es el presentat a (Lehner & Nosekabel, 2002). En aquest estudi, l'm-learning s'utilitza per complementar l'aprenentatge tradicional. El sistema *Welcome* es crea a partir de l'estudi anterior, i ofereix accés a determinats continguts i serveis (com ara calendaris o esdeveniments) del campus virtual de la *Universitat de Ratisbona* a través de dispositius mòbils. La comunicació entre el campus virtual i el dispositiu mòbil es realitza principalment per mitjà de missatges SMS.

Trifonova (Trifonova & Ronchetti, 2004) i Colazzo (Colazzo, Molinari, Ronchetti, & Trifonova, 2003) ofereixen una classificació dels serveis / funcionalitats dels LMS. Aquesta classificació divideix les funcionalitats dels LMS en quatre grups:

- Recursos (que inclou suport a objectes d'aprenentatge, tests i repositoris de metadades).
- Serveis específics de e-learning.
- Serveis comuns (com ara la gestió d'autenticació, autorització o esdeveniments).
- Presentació dels continguts.

Els autors també expliquen els principals elements d'una arquitectura general per LMS que volen oferir els serveis anteriors als dispositius mòbils. Aquesta arquitectura es compon de tres parts principals: 1) el descobriment del context (el sistema ha de comprovar de forma automàtica les característiques del dispositiu mòbil i decidir quins serveis poden ser oferts amb aquest dispositiu), 2) l'adaptació de continguts i 3) la sincronització entre el dispositiu mòbil i l'LMS. Presenten un LMS a mida per a la Universitat de Trento, que segueix l'arquitectura anterior amb suport a la mobilitat.

Un dels primers mòduls de Moodle 1.6 per fer tests de Moodle des de els dispositius mòbils va ser presentat per (Hinkelman, 2005). Per aquest projecte, es va desenvolupar al Japó una

versió simplificada de Moodle per a dispositius mòbils. Aquesta versió ofereix principalment serveis de tests i feedback als estudiants. Degut a problemes tecnològics, aquest projecte ha estat desenvolupat per treballar amb els telèfons mòbils japonesos (ja que l'eina es basa en CHTML i el 98% dels telèfons mòbils japonesos suportaven aquest llenguatge). Posteriorment, es va presentar un estudi per adaptar Moodle als dispositius mòbils (Cheung, Stewart, & McGreal, 2006). L'estudi es va centrar en l'adaptació de continguts per a dispositius mòbils. dels LMS.

La *Open University* treballa des de fa uns anys estenent Moodle als dispositius mòbils. Va començar els estudis de viabilitat d'estendre el seu LMS (Moodle) a l'escenari mòbil quan molts estudiants que utilitzaven els dispositius mòbils amb regularitat van començar a demanar usar-los per accedir al LMS. Al 2009 es va presentar un VLE mòbil per a Moodle, una aplicació de m-learning per accedir des de dispositius mòbils. L'aplicació m-learning selecciona un subconjunt de les funcionalitats de Moodle per accedir-hi des de dispositius mòbils. Aquesta selecció va ser realitzada en base a dos tipus d'estudis: 1) una sèrie d'enquestes als estudiants i 2) una anàlisi de registres del servidor de Moodle. De les enquestes als estudiants, les següents funcions van ser les més votades per adaptar-les als telèfons mòbils: els resultats de l'avaluació, els missatges (llegir els missatges pendents del curs i del fòrum), tasques (per veure el progrés de l'activitat de l'estudiant), planificació (la setmana actual i les seves tasques i també les següents setmanes i finalment les tasques de tot el curs) i els recursos (llegir els recursos des de dispositius mòbils i descàrrega de recursos si és compatible amb el telèfon mòbil) (R. C. Thomas, 2010).

Momo⁹ (*Moodle Mobile*) i MLE¹⁰ (*Mobile Learning Engine*) són dos projectes de m-learning per accedir a les funcions de Moodle 1.9. El projecte MLE va absorbir el projecte Momo a causa de la falta de suport econòmic d'aquest darrer. Momo es basa en una aplicació J2ME (Java 2 Micro Edition, una versió de Java per a dispositius mòbils), mentre que l'aplicació MLE disposa d'una aplicació client J2ME a més d'una versió web per accedir a cursos Moodle dels navegadors mòbils. Alguns dels mòduls de Moodle o activitats suportades per MLE són els següents: lliçó, quiz, tasca, recurs, fòrum, wiki (només lectura), base de dades (cerca i consulta) i missatge.

MPage és un projecte per desenvolupar una aplicació client mòbil per Moodle 1.9 per l'iPhone. Alguns dels mòduls de Moodle o activitats suportades per MPage són els següents:

⁹ <http://www.mobilemoodle.org/momo18/> (consultada: maig 2012)

¹⁰ <http://mle.sourceforge.net/> (consultada: maig 2012)

veure les categories de cursos, accés a MyMoodle, editar esdeveniments, accés als recursos en diferents formats, xat, fòrum o quiz.

Movilttest és una aplicació J2ME per descarregar tests per Moodle 1.9 i executar-los en el telèfon mòbil. Després d'acabar la prova, els resultats poden ser enviats de tornada al servidor Moodle (Cosme, Pedrero, & Alonso, 2008).

Per la seva banda, *Moodle.org*¹¹ està fent un esbós de les funcionalitats d'un client mòbil per accedir a Moodle des de telèfons iPhone. Els serveis que es volen oferir són els següents:

- Poder pujar arxius de vídeo, àudio etc. a la zona de fitxers privada de l'usuari. Està pensat poder treballar *online* i guardar en memòria cau aquests arxius quan no hi hagi connexió amb el servidor de Moodle.
- Participants – permet veure els cursos als que està inscrit l'usuari i obtenir informació dels usuaris que estan inscrits als mateixos cursos que l'usuari.
- Curs – permet veure el contingut d'un curs (la seva llista de recursos i activitats). També permet descarregar els recursos al client.
- Qualificacions - permet veure les qualificacions d'un estudiant. Des del punt de vista del professor, posar notes als treballs, descarregar treballs per posar notes i tornar a pujar aquestes notes.
- Missatges – rebre notificacions de Moodle en qualsevol moment. Poder crear i enviar nous missatges de correu intern.
- Accés als fòrums de discussió.
- Calendari – veure els esdeveniments i dates d'entrega de les tasques més propers.

Ara com ara el prototip suporta pujar fitxers a l'espai privat de l'usuari al servidor de Moodle, veure els participants del curs i veure la llista d'activitats i continguts del curs.

1.3.2 Integració d'aplicacions externes al LMS

El segon escenari es basa en la integració d'aplicació externes de m-learning amb el LMS. Un dels objectius d'aquest enfocament és permetre que les aplicacions de m-learning amplii el seu abast. Un cop integrades en l'LMS, les aplicacions de m-learning també s'integren en els processos d'aprenentatge de les institucions educatives.

En la bibliografia sobre el tema, s'han trobat poques experiències d'integració d'eines d'm-

¹¹ <http://moodle.org/mod/data/view.php?d=13&rid=3806> (consultada: maig 2012)

learning en l'LMS. Una de les propostes va presentar un projecte d'integració de m-learning i e-portafolis amb Moodle (Chan & Ford, 2007). En aquest projecte es van utilitzar telèfons mòbils per fer fotos, vídeos o enregistraments d'àudio per recuperar evidències d'un treball de camp per crear un e-portafolis. Un e-portafolis és una eina per emmagatzemar digitalment les evidències dels coneixements adquirits per l'estudiant durant el procés d'aprenentatge, i poden ser utilitzats per avaluar el procés d'aprenentatge de l'estudiant. Aquest projecte utilitza Moodle com un repositori per emmagatzemar les evidències recuperades pels estudiants, així com el lloc on els professors poden crear assignacions. Moodle ofereix als professors una eina administrativa per avaluar els estudiants i lliurar les tasques i activar-ne d'altres. Algunes eines Web 2.0 com Flickr o YouTube dipòsits s'han adaptat a Moodle.

Una segona proposta va consistir en dissenyar una arquitectura orientada a serveis per integrar les tests d'avaluació dels estudiants fets des de mòbils en l'LMS (Riad & El-Ghareeb, 2008). Per poder fer l'avaluació des del dispositiu mòbil, es crea una activitat especial dins de l'LMS. Els estudiants que han de fer la prova d'avaluació, reben al telèfon mòbil la llista de preguntes que han de respondre. Un cop contestades, les respostes s'envien al LMS mitjançant missatges SMS.

Finalment, l'entorn o marc M2Learn, és un entorn per construir aplicacions mòbils avançades, principalment per facilitar l'accés als sensors i les interfícies multimodals en els laboratoris a distància o virtuals (Martin et al., 2009), (Martin et al., 2010). Aquestes aplicacions de m-learning han d'enviar el resultat del procés d'aprenentatge a la plataforma Moodle. M2Learning també inclou una eina de m-learning basada en el context per accedir a Twitter. Aquesta aplicació es comunica amb el servei de blog de Moodle.

1.3.3 Resum del treball previ

La taula següent resumeix la contribució principal de les propostes anteriors. La primera part de la taula resumeix les propostes d'extensió dels LMS cap al m-learning, mentre que la segona part de la taula resumeix les propostes d'integració d'aplicacions de m-learning amb LMS.

En el primer escenari, el treball de Trifonova (Trifonova & Ronchetti, 2004) i Colazzo (Colazzo et al., 2003) defineix els aspectes principals que ha de tenir en compte una arquitectura per LMS per incorporar la mobilitat. Encara que tots els aspectes que comenten els autors són vàlids, no consideren altres problemes importants a tenir en compte com l'autenticació a l'LMS des de dispositius mòbils o enregistrar informació generada per les activitats mòbils en els fitxers de log de l'LMS. Segurament aquests temes no van ser tinguts en compte perquè es va dissenyar un LMS des de zero. Per estendre un LMS tradicional cap al món dels

dispositius mòbils, segurament caldrà algun tipus de plug-in en la part de l'LMS (un software que fa de connector perquè l'LMS suporti la connexió de clients mòbils). Aquest plug-in haurà de poder-se modificar de forma simple.

Els projectes MLE i Mpage tenen diverses limitacions. Per una banda, alguns d'ells intenten crear versions mòbils que clonen totes les funcionalitats de l'LMS clonat en dispositius mòbils, sense tenir en compte les limitacions d'aquests dispositius com ara dificultats per entrar dades manualment o el tamany relativament petit de les pantalles. D'altra banda, no es tracta de plataformes extensibles on es poden afegir serveis addicionals fàcilment. No es poden modificar o actualitzar fàcilment quan apareix una nova versió de Moodle, donat que es tracta de hacks¹² i no estan ben integrats amb alguns subsistemes de Moodle (per exemple el subsistema de seguretat o autenticació).

El projecte presentat a (Cosme et al., 2008) crea un procés massiu d'extracció de dades dels tests de la base de dades de Moodle per exportar-los als dispositius mòbils. No es tracta d'una proposta d'integració sinó d'extracció de dades. Thomas (R. C. Thomas, 2010), no presenta ni detalls d'arquitectura ni l'especificació dels serveis web que fa servir.

La proposta de Moodle.org és molt limitada, donat que només suporta pujar fitxers a l'espai privat de l'usuari al servidor de Moodle.

En el segon escenari les dues darreres propostes dissenyen activitats mòbils especials que es comuniquen amb activitats específiques dissenyades a Moodle.

¹² Hack vol dir literalment "cop de destal". És una modificació del codi font d'un software feta sense respectar o tenir en compte l'arquitectura o disseny del software; es modifica el software amb el sol propòsit d'afegir una funcionalitat o canviar-ne el comportament i no es verifica necessàriament que el software segueixi essent estable o no es garanteix el manteniment i compatibilitat amb properes versions.

Proposal	Main characteristic of the proposal
LMS to Mobile	
Lehner & Nosekable (2002)	Communcation between LMS and mobiles via SMS
Triffonova & Ronchetti (2004)	Define an architecture to extend the LMS to info mobility
Hinkelman (2005)	Used only in Japan
Thomas (2010)	Select the Moodle features to be used from mobile devices from LMS log analysis and pools to students
Momo/MLE	Moodle Hack works on version 1.9. Part open source
Mpage	Moodle hack. Works from version 1.6 to 1.9. Mobile client not open source
Cosme et al. n.d.	Used only to do tests. Not an integration proposal
Moodle.org	Very limited functionality
Mobile to LMS	
Chan & Ford 2007	Mobile phones used to take pictures or capture video to create a e-portfolio in the LMS
Ryad & Ei-Ghareeb 2008	Create a special activity in the LMS course to be used from mobile devices
Martin et al. 2009, 2010	Used to access sensors in remote or virtual labs

Taula 2: Resum de les propostes analitzades al treball previ.

Font: Elaboració pròpia

2. El projecte Moodbile

2.1 Introducció

A partir de l'any 2000 aproximadament, comença l'expansió de la telefonia mòbil al mercat de consum. Concretament, els telèfons mòbils intel·ligents són la tecnologia que s'està adoptant més ràpidament en la història de la humanitat, fins i tot per davant de la televisió (Sebastian, 2012). Cal veure què passarà amb la ràpida expansió dels tablets.

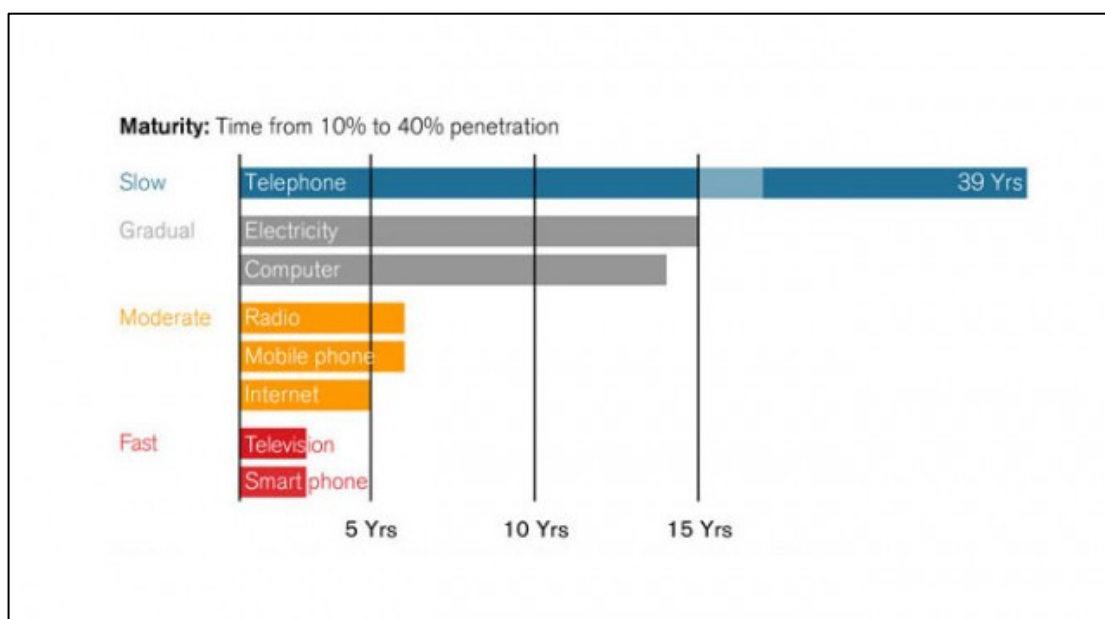


Figura 25: Temps necessari per arribar al 40% de penetració en el mercat de la tecnologia dels telèfons mòbils intel·ligents comparada amb altres tecnologies.

Font: (Sebastian, 2012)

Tot i que aquestes dades sobre l'expansió dels telèfons mòbils intel·ligents són del període 2007-2010 al mercat nord-americà, són una mostra representativa del que està passant a molts països rics. Segons Sebastian (Sebastian, 2012), la telefonia fixa o la televisió van necessitar més de 100 anys per saturar el mercat. En canvi, les tecnologies sense fils com la ràdio, la televisió o els dispositius mòbils poden aconseguir una penetració de fins al 75% del mercat en només 20 anys aproximadament.

A partir del 2005 aproximadament, moltes institucions educatives ja fan servir LMS estandarditzats com a plataforma bàsica d'e-learning, ja sigui perquè han adoptat un LMS recentment o perquè han migrat a un nou LMS des d'una plataforma més antiga (com en el cas de la UPC). Amb l'expansió de la telefonia mòbil i en concret dels telèfons mòbils intel·ligents, augmenta el nombre d'usuaris que intenten accedir a les plataformes d'e-

learning des d'aquests dispositius. Aquest augment, planteja una sèrie de qüestions sobre els requeriments “especials” o addicionals que imposen aquests dispositius al LMS. Estan preparats els LMS tradicionals, i Moodle en particular, per a què els usuaris hi accedeixin des de telèfons mòbils? La resposta a aquesta pregunta és que no. Aquesta i altres preguntes sorgeixen no només des d'una perspectiva de desenvolupament de software, sinó també del disseny de les activitats d'aprenentatge.

En aquest context, es presenta el projecte Moodbile com a aportació principal d'aquest treball de recerca. El projecte Moodbile pretén:

- (1) Estendre els LMS al món dels dispositius mòbils, amb l'objectiu que els usuaris puguin accedir-hi des de plataformes mòbils.
- (2) Dissenyar activitats que aprofitin les característiques úniques d'aquests dispositius i que puguin tenir una contrapartida a Moodle (per exemple, en forma d'activitats especials a Moodle que es comuniquin amb l'aplicació mòbil).

En concret, el treball que es presenta a continuació se centra en el primer punt descrit anteriorment.

El projecte Moodbile s'ha iniciat al grup de recerca SUSHITOS de la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech (<http://sushitos.essi.upc.edu>) en col·laboració amb el grup de recerca GRIAL de la Universitat de Salamanca (<http://grial.usal.es/>), i ha sigut definit com a projecte open source.

2.2 Objectius inicials del projecte

El projecte Moodbile (paraula que sorgeix de la fusió de Moodle i Mobile) és un projecte que emmarca les activitats de recerca i desenvolupament per abordar les qüestions introduïdes a la part I, apartat 1.2.2 d'aquest document:

1. Quines funcionalitats ofertes pels LMS tenen sentit en un escenari de mobilitat?
2. De les funcionalitats anteriors, com se'n prioritza la portabilitat a l'escenari mòbil?
3. Com s'han d'estendre els serveis web de Moodle 2.0 per donar suport a la mobilitat?

De les quals se'n desprenen els objectius següents, organitzats en dues categories:

A) Part conceptual:

- 1) Fer una revisió de la literatura sobre la qüestió de com estendre els LMS a l'escenari mòbil.
- 2) Analitzar les solucions que proposa aquesta literatura.
- 3) Realitzar una anàlisi empírica de l'ús actual que es fa de les funcionalitats dels LMS des de dispositius mòbils, analitzant els fitxers de log de la plataforma Atenea de la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech que està basada en Moodle.
- 4) Seleccionar un subconjunt de les funcionalitats de Moodle per portar-les als dispositius mòbils. L'objectiu principal és poder crear aplicacions que ofereixin les funcionalitats anteriors a través de plataformes mòbils que es connecten al LMS.

B) Part tecnològica:

- 1) Identificar els requeriments no funcionals que afecten l'extensió dels serveis web de Moodle a l'escenari mòbil. Els requeriments funcionals han estat identificats amb l'objectiu plantejat anteriorment.
- 2) Proposar una extensió de l'arquitectura de serveis web de Moodle, per poder oferir el subconjunt de funcionalitats de Moodle en forma de serveis a dispositius mòbils.
- 3) Construir prototipus d'aplicacions mòbils que utilitzin l'arquitectura anterior.

A més, a partir de la guia per dur a terme projectes de m-learning més sostenibles definida a les conclusions de la part II, es decideix que el projecte Moodbile, a banda de ser un projecte de recerca (en el marc de la tesi doctoral que es presenta en aquest document), generi resultats teòrics i tecnològics que es puguin transferir a la comunitat educativa i tinguin una aplicació real.

Moodbile es planteja com a projecte de recerca i desenvolupament, en el qual es treballa amb problemes i s'obtenen solucions en forma de dissenys, tecnologies, codi i software, i experimentació (eventualment) sobre l'ús del software. Segons la concepció del projecte, el resultat de la recerca ha de ser transferible a la comunitat de docents i desenvolupadors.

2.3 Per què Moodle?

Cada vegada més usuaris volen accedir a les plataformes d'e-learning des de dispositius mòbils. Però molts LMS actuals no estan dissenyats per ser emprats adequadament des d'aquests dispositius.

Una primera aproximació per apropar el món dels dispositius mòbils al dels LMS consisteix a crear LMS específics per a aquest propòsit. Per analitzar aquesta alternativa cal tenir en compte que:

Un LMS cobreix els següents conjunts de funcionalitats bàsiques:

- Publicació d'activitats i recursos de suport a l'aprenentatge (dins el curs o classe virtual).
- Gestió acadèmica, que inclou gestió d'usuaris i rols, inscripcions a cursos, gestió de notes (i, darrerament, competències i altres indicadors) i gestió de currículum acadèmic en més o menys grau.
- Avaluació i suport a la millora de l'aprenentatge (el que en anglès es coneix com a *learning analytics*).

La part de gestió acadèmica és complexa i segurament no té sentit desenvolupar una versió específica per a dispositius mòbils (tot i que és fàcil imaginar una aplicació per a tablets que permeti gestionar completament la part de gestió acadèmica d'un LMS), ja que els usuaris habitualment disposen d'un ordinador de taula i fan la seva tasca des d'un despatx.

La part que ens ocupa i interessa és la publicació de les activitats i recursos de suport a l'aprenentatge per poder-hi accedir des del mòbil (i en un pas posterior portar les activitats d'aprenentatge mòbils cap al LMS perquè puguin ser incloses en la part de gestió acadèmica i *learning analytics*).

El desenvolupament d'un LMS des de zero adaptat o optimitzat per a mobilitat faria que el projecte tingués poques possibilitats d'èxit, ja que el cost d'adopció seria molt alt.

En canvi, la creació d'una extensió d'un LMS que pogués ser integrada en la pràctica actual dels centres educatius eliminaria les barreres d'entrada a nous usuaris que volguessin provar el projecte, a més de treballar en un entorn ja conegut per molts professors i institucions.

Pel projecte Moodbile es va decidir optar per un LMS open source (OS). Aquests LMS acostumen a ser una bona alternativa per a universitats i altres institucions educatives ja que, com diu Itmazi (Itmazi, Megías, Paderewski, & Vela, 2005):

1. Les institucions educatives tenen control sobre el software.
2. El cost d'emprar la llicència és molt baix.
3. Les llicències de software open source permeten fer canvis i millores en el codi del LMS.

D'altra banda, un dels principals inconvenients dels LMS OS és que si la institució modifica radicalment el codi font de l'LMS, aleshores és probable que no sigui possible actualitzar-los en futures versions del software (Machado & Tao, 2007).

Per decidir quin LMS OS s'utilitzaria en el projecte Moodbile s'han tingut en compte els estudis següents com (Wexler et al., 2008), que va analitzar la quota de mercat dels principals LMS als Estats Units. Segons aquest estudi, Blackboard i Moodle eren els LMS amb més quota de mercat, i concretament Moodle tenia un índex de satisfacció més alt entre els seus usuaris que Blackboard. Tenint en compte que Blackboard és un LMS de propietat, l'hem descartat per al projecte Moodbile.

Graf (Graf & List, 2004) va avaluar els LMS OS segons els criteris següents: disposició de mecanismes per a la comunicació activa, existència d'un software estable, bona qualitat de la documentació i existència de principis didàctics al darrere. Segons l'estudi, Moodle va ocupar el primer lloc de la classificació, seguit de Dokeos, .LRN Ilias i Sakai.

El *Centre d'Educació i Noves Technologies* (CENT), de la Universitat Jaume I de Castelló (CENT, 2004) va assessorar l'esmentada universitat per seleccionar una plataforma d'e-learning, avaluant diversos LMS OS. Alguns dels LMS considerats a l'estudi van ser ATutor, Moodle i .LRM. L'informe final proposa utilitzar Moodle com a plataforma d'e-learning perquè ofereix millors característiques didàctiques, el seu disseny modular fa que la interfície d'usuari sigui usable i que el nivell de dinamisme sigui més alt.

Finalment, basant-se en els criteris definits per Aberdour (Aberdour, 2007), Black (Black, Beck, Dawson, Jinks, & DiPietro, 2007) va realitzar un estudi en escoles primàries i secundàries sobre quins LMS OS eren més adients. El resultat de l'estudi dona el primer lloc de la classificació a Sakai seguit de Moodle, ATutor i Ilias. Encara que Moodle té més visibilitat que Sakai, l'estudi considera que no és el software més adient per a l'educació primària i secundària. Concretament, Sakai té més bons resultats en accessibilitat i integració amb els sistemes externs d'administració que Moodle.

Tenint en compte els estudis anteriors, hem seleccionat Moodle com a plataforma d'e-learning per al projecte Moodbile. Com a LMS OS, Moodle té el suport d'una nombrosa comunitat internacional, ha sigut traduït a més de 75 idiomes i moltes institucions educatives espanyoles l'utilitzen (Alier et al., 2010) (Aberdour, 2007).

2.4 Treball previ

2.4.1 J2MEMicroDB

Abans de la sortida al mercat del primer iPhone d'Apple el 2007 i de la primera versió del sistema operatiu Android el 2008, en el mercat dels telèfons mòbils i les PDA hi havia dispositius diversos com els basats en els sistemes operatius Palm OS, Backberry OS, Windows CE o Pocket PC, Symbian, etc. Cada un d'aquests dispositius tenia un sistema operatiu propi i un kit de desenvolupament. El procés de desenvolupament per a dispositius mòbils era costós perquè calia desenvolupar l'aplicació per a cada plataforma, emprant el seu kit de desenvolupament i un llenguatge de programació específic.

A finals del 2001, surt al mercat **Java 2 Micro Edition**, o **Java 2ME**, una versió del llenguatge de programació Java per a dispositius mòbils, controls industrials o caixes set-top (un aparell que conté un sintonitzador que es connecta a una televisió i que sintonitza el senyal per convertir-lo al format que es veu per l'aparell de televisió). Després, aquesta versió de Java es va anomenar simplement Java ME. La característica principal d'aquesta tecnologia és que les aplicacions desenvolupades es poden executar en qualsevol plataforma que disposi d'una màquina virtual Java.

El 2006 es comença a definir la idea del projecte Moodbile. El gran nombre de plataformes i sistemes operatius mòbils disponibles aleshores, suposava un obstacle inicial per intentar desenvolupar una aplicació mòbil nadiua per accedir a un LMS i que funcionés per a la majoria de plataformes mòbils existents. En lloc d'intentar desenvolupar aplicacions clients mòbils específiques per a cada plataforma mòbil en el llenguatge de programació de cada plataforma, les primeres idees per desenvolupar l'aplicació client mòbil del projecte Moodbile van passar per emprar la tecnologia Java 2ME (Alier & Casany, 2008).

La tecnologia Java 2ME oferia d'entrada un conjunt de llibreries de programació molt limitat per desenvolupar una aplicació mòbil avançada. Entre les mancances principals trobem la limitació per emmagatzemar objectes persistentment. Les llibreries de Java 2ME només permetien emmagatzemar persistentment dades a baix nivell.

Per millorar les llibreries d'emmagatzematge persistent de Java 2ME es va crear el projecte J2MEMicroDB. El projecte aporta tres llibreries avançades per gestionar dades persistents. La primera llibreria, J2MEDATALIB, permet al programador treballar amb implementacions de fitxers coneguts (fitxer relatiu, fitxer seqüencial, fitxer per valor i fitxer seqüencial per valor) per guardar i recuperar els objectes de les seves aplicacions mòbils.

La llibreria proporciona:

- La implementació dels quatre tipus de fitxers:
 - o Fitxer relatiu.
 - o Fitxer seqüencial.
 - o Fitxer per valor.
 - o Fitxer seqüencial per valor.
- Per a cada tipus de fitxer, els mètodes per:
 - o Crear un fitxer.
 - o Tancar un fitxer.
 - o Esborrar un fitxer.
 - o Llegir un objecte d'un fitxer.
 - o Escriure un objecte en un fitxer.
 - o Actualitzar un objecte d'un fitxer.
 - o Esborrar un objecte d'un fitxer.
- Per a cada tipus de fitxer un índex per optimitzar l'accés a les dades.

La segona llibreria, J2MESDLIB, permet treballar amb taules relacionals en dispositius mòbils. Aquesta llibreria proporciona els mètodes necessaris per crear, modificar, esborrar i, en definitiva, gestionar taules.

Finalment, la llibreria BDAccessRemot permet oferir connectivitat amb una base de dades remota des de dispositius mòbils. La limitació inicial de Java 2ME (en la configuració CLDC i perfil MIDP)¹³ era que no incorporava les llibreries de JDBC (*Java Data Base Connectivity*) de Java per accedir a bases de dades, perquè es tracta de llibreries molt pesants per a dispositius mòbils.

La solució proposada és una arquitectura en tres capes que consta dels tres components següents:

¹³ *Connected Limited Device Configuration* (CLDC) defineix el conjunt de llibreries de programació i una màquina virtual per a dispositius limitats com els dispositius mòbils, busca persones i PDA. La configuració CLDC combinada amb el perfil *Mobile Information Device Profile* (MIDP), proporciona una plataforma per desenvolupar aplicacions Java per a dispositius amb limitacions de memòria, processador i gràfics.

- 1) L'aplicació client mòbil en J2ME que ha d'accedir a un SGBD remot utilitzant la llibreria BDAccessRemot.
- 2) Un servidor intermedi, anomenat proxy, desenvolupat en J2SE (Java 2 Standard Edition), i més concretament emprant la tecnologia de servlets, que accepti peticions del client J2ME i les reenvii cap al servidor de bases de dades (SGBD) utilitzant la llibreria de JDBC.
- 3) Un SGBD remot que accepti peticions via JDBC del servidor proxy.

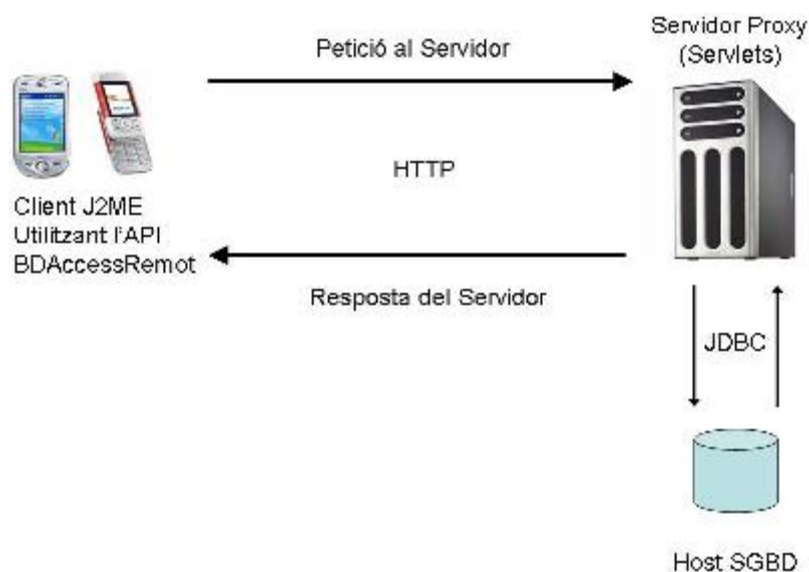


Figura 26: Arquitectura de J2MEMicroDB, llibreria BDAccessRemot.

Font: Elaboració pròpia

El projecte J2MEMicroDB va ser definit com a projecte open source amb llicència GPL (*General Public License*) i el codi està disponible a <http://code.google.com/p/j2memicrodb/>.

Aquest intent d'ampliar el conjunt de llibreries d'emmagatzematge persistent de Java 2ME es presenta a Alier (Alier, Casany, & Casado, 2009).

L'intent d'ampliar i millorar les llibreries d'emmagatzematge persistent de Java 2ME tenia com a objectiu principal permetre desenvolupar aplicacions mòbils avançades, en aquest cas l'aplicació client mòbil que accedís al LMS. A la part del servidor de Moodle, calia alguna cosa per poder connectar les aplicacions clients mòbils amb el servidor. Una primera idea va ser emprar l'extensió de Moodle anomenada block. Un block és una capsula que apareix normalment als dos costats de la pantalla principal de Moodle. Es va desenvolupar un nou block per permetre als estudiants subscriure's a aquesta nova activitat "mòbil". Aquest procés de subscripció permetia a l'usuari accedir a Moodle des de dispositius mòbils (Alier, Casany, & Casado, 2007).

Però amb la sortida al mercat de l'iPhone d'Apple i d'Android, el panorama dels telèfons mòbils intel·ligents canvia radicalment. A finals del 2008, Moodle presenta la primera versió de la seva nova arquitectura basada en serveis web per a Moodle 1.9.3, una arquitectura que es mantindrà en les següents versions de Moodle. Aquests dos fets fan que, a finals del 2008, es replantegi l'enfocament inicial de Moodle.

2.4.2 El projecte Campus

El projecte Campus (<http://www.campusproject.org>), promogut per la Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació (STSI) de la Generalitat de Catalunya, va ser una iniciativa de diverses universitats catalanes iniciada el 2007, per crear la infraestructura bàsica d'un campus virtual open source. El projecte Campus havia d'incorporar en el campus virtual fins a més de 23 aplicacions educatives ja existents que havien sigut desenvolupades per socis del projecte. El projecte Campus va utilitzar com a LMS de base per oferir les funcionalitats d'aquestes eines Moodle i Sakai (Santanach, Dalmau, Casado, & Alier, 2007) (Santanach, Gener, & Almirall, n.d.).

A grans trets, el projecte volia oferir la possibilitat d'executar aplicacions educatives externes des del LMS, proporcionant a aquestes aplicacions externes la informació bàsica sobre l'autenticació i autorització de l'usuari que l'executa. D'altra banda, l'aplicació externa havia d'oferir informació de log relativa a l'activitat de l'estudiant al LMS.

El projecte Campus va permetre definir una plataforma de serveis basada en SOA (Service Oriented Architecture) on integrar aplicacions d'e-learning. Una part d'aquesta arquitectura va donar lloc al desenvolupament d'una capa de serveis web per a Moodle, que va permetre a Moodle proporcionar a aplicacions externes informació relativa a l'autenticació i autorització de l'usuari a Moodle. Un servei web (en anglès, Web service) és una peça de software que utilitza un conjunt de protocols i estàndards, que serveixen per a que dues aplicacions puguin comunicar-se. Les aplicacions que es comuniquen a través de serveis web poden estar desenvolupades en llenguatges de programació diferents i es poden executar en plataformes diferents.

OKI (*Open Knowledge Initiative*), IMS AF (*IMS Abstract Framework*) (IMS AF, 2003) i TI (*IMS Tools Interoperability*) (IMS LTI, 2012) van ser els estàndards o marcs de referència emprats per integrar aquestes aplicacions amb els LMS.

2.4.3 L'arquitectura de serveis web de Moodle

Moodle està compost pel nucli (conegut també pel nom en anglès "core") i altres subsistemes al voltant del nucli. El nucli proporciona la funcionalitat bàsica del sistema i, des

de la versió 2.0, aquestes funcionalitats s'ofereixen a través d'una API o interfície (Application Programming Interface) més estructurada que en les versions anteriors. Els altres subsistemes implementen funcionalitats específiques com les activitats, repositoris, el blog o els missatges de correu intern. Els mòduls d'activitat implementen les activitats educatives com el fòrum, la wiki, la lliçó o la tasca. Moodle també suporta la creació de nous mòduls d'activitats desenvolupats per tercers.

Basant-se en l'experiència prèvia en el projecte Campus, l'any 2008, el grup de recerca SUSHITOS va dissenyar una solució per permetre a Moodle proporcionar part de les seves funcionalitats a través de serveis web. Aquesta solució és l'arquitectura de serveis web de Moodle que s'ha implementat a Moodle 2.0 (Alier, Casany, & Piguillem, 2009). Moodle 2.0 només incorpora alguns serveis web dels molts que hi ha disponibles, i es preveu que Moodle 2.2 n'incorporarà de nous. Moodle 2.0 proporciona eines per estendre els serveis web de la seva arquitectura d'una forma uniforme i estàndard per tal que serveis webs desenvolupats per tercers es puguin incorporar al sistema.

L'arquitectura de serveis web de Moodle afegeix dues capes lògiques a l'arquitectura bàsica de Moodle (veure figura 27). La primera capa s'anomena Moodle External API, i és un conjunt de fitxers php que contenen la lògica de cada servei. La segona és la capa anomenada Webservices Connectors o capa de connectors de serveis web. Aquesta capa ofereix un connector per cada protocol de comunicacions SOAP (Simple Object Access Protocol), REST (Representational State Transfer), XML-RPC (XML Remote Procedure Call), etc., suportat pel sistema. Això es deu a que l'arquitectura de serveis web de Moodle no està lligada a un sol protocol de comunicacions. Cada connector s'encarrega de traduir els mètodes implementats a la capa External a la sintaxi concreta de cada protocol. Addicionalment, cada connector proporciona serveis com l'autenticació, l'autorització i altres serveis d'infraestructura. Aquesta capa és extensible ja que permet la incorporació de protocols de comunicacions addicionals.

Resumint, podem dir que un dels factors claus de l'arquitectura de serveis web de Moodle és la seva extensibilitat emprant plug-ins. La capa External API i la capa de Webservices Connectors Protocols poden ser esteses de forma segura.

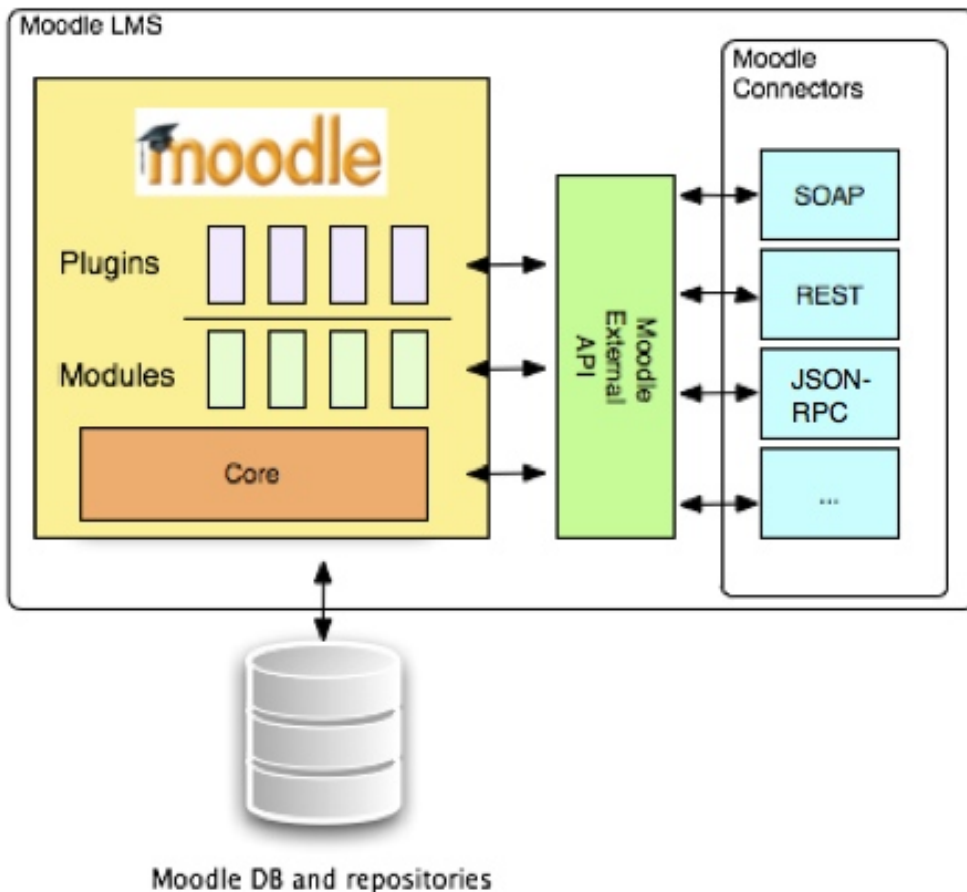


Figura 27: Arquitectura de serveis web de Moodle 2.0.

Font: Elaboració pròpia

2.4.4 L'arquitectura de serveis web de Moodle: mancances

L'arquitectura de serveis web de Moodle que es va publicar amb Moodle 2.0 el 2010 fa més fàcil la integració de Moodle amb altres sistemes. El problema és que els serveis web de l'arquitectura de Moodle 2.0 no van ser dissenyats per a la integració de Moodle amb aplicacions mòbils. L'arquitectura de serveis web va ser dissenyada per optimitzar processos batch massius d'inscripcions d'alumnes a cursos, és a dir, per optimitzar tasques administratives.

A més, l'arquitectura de serveis web per a Moodle 2.0 dóna suport molt limitat per accedir a informació de les activitats, continguts i altres components necessaris per fer l'extensió mòbil.

D'altra banda, la gestió de la seguretat és un tema important que cal tenir en compte a l'hora d'integrar aplicacions mòbils amb Moodle. L'arquitectura de serveis web de Moodle 2.0 està pensada perquè l'aplicació client que es vol connectar a Moodle tingui una adreça IP fixa i no accepta múltiples clients amb IP variables o connexions sense fil no segures. Una explicació

més detallada de les maneres d'autenticar usuaris des d'aplicacions externes a Moodle s'explica a l'annex A.

Tenint en compte les limitacions de l'arquitectura de serveis de Moodle per integrar aplicacions de m-learning, es va decidir iniciar el projecte Moodbile com una iniciativa per dissenyar una extensió a l'arquitectura de serveis de Moodle per solucionar el problema de la integració d'aplicacions mòbils amb aquest LMS.

2.5 Definició del projecte

2.5.1 Selecció tecnològica

Existeixen diverses aproximacions tecnològiques a l'hora de desenvolupar aplicacions mòbils que es comuniquin amb altres sistemes web, com és el cas del LMS. A continuació es descriuen aquestes aproximacions, i s'expliquen els avantatges i inconvenients principals de cadascuna. També s'exposa la solució escollida per Moodbile.

- 1) Aplicació mòbil independent del LMS.
- 2) Aplicació web adaptada per a dispositius mòbils.
- 3) Aplicació web mòbil en HTML5.
- 4) Aplicació mòbil nadiua per a una plataforma mòbil concreta.
- 5) Aplicació mòbil nadiua compilada per a diverses plataformes mòbils.

Aplicació mòbil independent del LMS.

En aquesta aproximació s'empren només aplicacions mòbils per donar suport al procés d'aprenentatge. No s'utilitza el LMS en absolut o s'utilitza només per posar notes de les activitats realitzades amb dispositius mòbils.

El principal avantatge d'aquesta aproximació és que existeix una gran quantitat d'aplicacions per a mòbils i tablets, i de serveis en el núvol que tenen un potencial didàctic i de suport a l'aprenentatge força gran. De fet, una de les tendències actuals en l'e-learning és el concepte de *entorns personalitzats d'aprenentatge* (*Personal Learning Environments*, també coneguts com a PLE), en què l'estudiant escull quines eines i continguts vol utilitzar per aprendre i no es limita a l'oferta de la plataforma LMS que li ofereix la institució.

L'inconvenient principal d'aquesta aproximació és que no totes les institucions, professors i estudiants estan preparats per a una aproximació tan avançada com la dels PLE. Els estudiants han de tenir prou coneixements com per saber usar i gestionar les eines al seu abast i la capacitat suficient d'organització com per poder-les usar efectivament.

En el cas que l'aproximació d'usar aplicacions mòbils independents es faci en un entorn d'aprenentatge centrat en un LMS, l'ús de l'aplicació mòbil esdevindrà desconnectada de la resta de processos: o sigui, com que les aplicacions mòbils independents no estan coordinades amb el LMS, tampoc es pot guardar informació de log sobre l'activitat realitzada pels estudiants amb els dispositius mòbils. Aquesta informació pot ser molt valuosa per millorar les activitats en el futur.

Aplicació web adaptada per a dispositius mòbils.

Es tracta d'aplicacions web que han sigut adaptades per poder-se visualitzar correctament des de les pantalles dels dispositius mòbils. Normalment, l'adaptació consisteix a dissenyar un CSS (*Cascading Style Sheets*) o full d'estil específic per a dispositius mòbils.

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- Es pot accedir a la informació del LMS de manera immediata, ja que es tracta d'aplicacions web.
- Es tracta d'una solució que funciona en la majoria de telèfons mòbils (només cal el navegador web).
- El desenvolupament d'aplicacions és simple, només s'ha adaptar un CSS per a dispositius mòbils, tasca que recau en un dissenyador gràfic.

Els inconvenients principals són:

- La interfície d'usuari dissenyada per a una pantalla d'un ordinador de taula no sol ser la més adequada per a les pantalles petites dels dispositius mòbils.
- Aquesta solució tampoc aprofita les característiques específiques dels telèfons mòbils (càmera, GPS, etc.).
- No permet el treball offline quan no hi ha accés a la xarxa o no es vol pagar per connectar-se.
- El temps d'accés a la informació pot ser alt, ja que s'envia la informació més la visualització al navegador web mòbil.

Aplicació web mòbil en HTML5.

Com la solució anterior, es tracta d'aplicacions web, però en aquest cas es desenvolupen fent servir el llenguatge de marques HTML5. HTML5 és un llenguatge per presentar i estructurar continguts de la World Wide Web, que introdueix noves característiques a l'HTML tradicional. Entre les quals, es millora el suport pels darrers tipus de formats multimèdia i s'introdueixen noves marques i API per desenvolupar aplicacions web complexes. El llenguatge HTML5 és útil per desenvolupar aplicacions multiplataforma amb un component mòbil, perquè moltes de les característiques del llenguatge han sigut pensades per executar-se en dispositius relativament poc potents com els telèfons mòbils intel·ligents i els tablets.

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- Funciona correctament en la majoria de plataformes mòbils intel·ligents.
- Pot emmagatzemar dades offline emprant mecanismes de memòria cau. Es tracta d'un mecanisme per emmagatzemar temporalment documents web i les imatges corresponents per tal de reduir l'ús de l'amplada de banda disponible. Normalment, la primera vegada que es demana un document del servidor s'emmagatzema a la memòria cau, per tal de fer les successives càrregues des del document de la memòria.

Els inconvenients principals són:

- No ofereix el mateix rendiment que una aplicació nadiua.

Aplicació mòbil nadiua per a una plataforma mòbil concreta.

Són aplicacions desenvolupades per a una plataforma mòbil concreta com ara les aplicacions nadiues per a dispositius Android o iOS.

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- Aprofiten les característiques de la plataforma mòbil.
- Són aplicacions ràpides i lleugeres i poden ser més segures que les aplicacions web.
- Tenen una interfície d'usuari específicament dissenyada per a les pantalles de la plataforma mòbil.

Els inconvenients principals són:

- Cal desenvolupar una nova versió de l'aplicació per a cada plataforma mòbil.

Aplicació mòbil nadiua compilada per a diverses plataformes mòbils.

Són aplicacions nadiues desenvolupades amb entorns que permeten generar codi per a diverses plataformes mòbils. Alguns d'aquests entorns de desenvolupament són Airplay SDK, Appcelerator Titanium o Corona SDK.

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- Tenen tots els avantatges de les aplicacions nadiues.
- Poden generar codi per a diverses plataformes mòbils.
- Disponibilitat de la informació. La connectivitat a la xarxa dels dispositius mòbils no és permanent; factors com la localització de l'usuari afecten la qualitat, la velocitat i el preu d'accés a les dades. Una aplicació nadiua pot emmagatzemar informació en el terminal, amb la qual cosa es permet treballar de forma offline i sincronitzar les seves dades amb les del servidor quan la connexió ho permeti. En canvi, la versió web requereix una connectivitat permanent per funcionar.
- Com a resultat del punt anterior es pot obtenir una interfície d'usuari més fluida i ràpida.
- Possibilitat de repensar el flux de treball. La interfície web del LMS ofereix uns fluxos de treball que s'han anat definint durant anys d'ús en ordinadors personals. Segurament aquests fluxos no són òptims en un escenari mòbil. Les aplicacions mòbils ofereixen la possibilitat de redissenyar la interfície i el flux de treball.
- Possibilitat d'accedir a les API d'elements interns del mòbil que no sempre són accessibles per al programador web: càmera (foto i vídeo), micròfon, llibreria de fotos, àudio i vídeo, geolocalització, acceleròmetres i giroscopis, sistemes de notifikacions, integracions amb xarxes socials pel que fa al sistema operatiu, repositoris en núvol, etc.

Els inconvenients principals són:

- Dependència de la companyia propietària de l'entorn de desenvolupament.
- Manca de característiques o funcionalitats.
- Depuració d'aplicacions complexa.

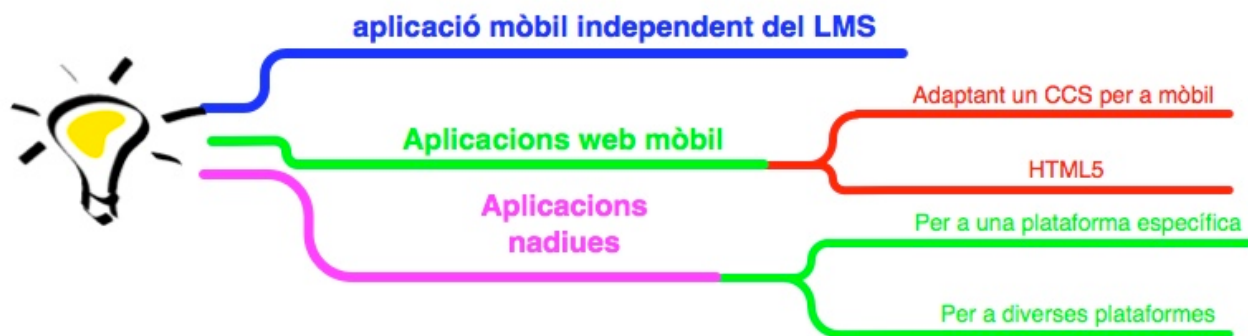


Figura 28: Tipus d'aplicacions clients mòbils que es poden desenvolupar.

Font: Elaboració pròpia

Analitzades les alternatives tecnològiques per desenvolupar aplicacions clients mòbils, se seleccionen per a aquest treball dues alternatives: l'aplicació web mòbil en HTML5 i l'aplicació mòbil nadiua per a dues plataformes mòbils concretes: Android i iOS. Aquestes dues plataformes són les que tenen una quota de mercat més gran actualment.

Top Six Smartphone Operating Systems, Shipments, and Market Share, 2012 Q1 (Units in Millions)

Mobile Operating System	1Q12 Unit Shipments	1Q12 Market Share	1Q11 Unit Shipments	1Q11 Market Share	Year-over-Year Change
Android	89.9	59.0%	36.7	36.1%	145.0%
iOS	35.1	23.0%	18.6	18.3%	88.7%
Symbian	10.4	6.8%	26.4	26.0%	-60.6%
BlackBerry OS	9.7	6.4%	13.8	13.6%	-29.7%
Linux	3.5	2.3%	3.2	3.1%	9.4%
Windows Phone 7/Windows Mobile	3.3	2.2%	2.6	2.6%	26.9%
Other	0.4	0.3%	0.3	0.3%	33.3%
Total	152.3	100.0%	101.6	100.0%	49.9%

Source: IDC Worldwide Mobile Phone Tracker, May 24, 2012

Figura 29: Principals sistemes operatius mòbils a començaments del 2012.

Font: (Fingas, 2012)

Pel que fa a la connexió i comunicació amb el servidor, l'LMS, podem tenir dues alternatives:

- 1) Comunicació ad-hoc.
- 2) Comunicació emprant els serveis web de Moodle.

Comunicació ad-hoc.

Analitzant el treball fins ara en el capítol 2, part III d'aquesta memòria, s'observa que aquesta comunicació s'acostuma a fer servir en serveis web propis o específics desenvolupats a mida, o en un accés directe a la base de dades de Moodle emprant llibreries com JDBC o ODBC (*Open Database Connectivity*).

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- És una solució específica pel problema.
- Desenvolupament relativament ràpid.

Els inconvenients principals són:

- La solució proposada és depenent de la versió de Moodle escollida. Serà difícil adaptar la solució a una versió de Moodle posterior.
- Solució no segura, ja que no utilitza els mecanismes de seguretat definits per Moodle.
- El manteniment i especialment l'evolució de la solució seran costoses perquè serà difícil adaptar la solució a una versió de Moodle posterior.
- Poc versàtil perquè no es podran estendre fàcilment els protocols de comunicació emprats.
- Dificultats d'adopció, ja que són solucions limitades a una versió (o subversió) de Moodle. Des de la versió 2.1, la comunitat Moodle fa iteracions semestrals alliberant, dues noves versions superiors cada any. Amb una periodicitat mensual aproximadament es fan alliberaments de versions menors per a cada versió superior de Moodle (1.9, 2.0, 2.1, 2.2 i des del juliol 2012 2.3). Aquestes versions menors incorporen solucions a errors i resolen problemes de seguretat, alguns dels quals crítics. Aquestes actualitzacions sovint comporten canvis en l'estructura de dades i altres elements que poden fer que les solucions ad-hoc deixin de funcionar. En alguns casos, les solucions ad-hoc proporcionen les seves pròpies versions de fitxers de Moodle, la qual cosa dificulta les actualitzacions de seguretat i fa gairebé impossible l'actualització a una versió superior.

Comunicació emprant els serveis web de Moodle.

Des de la versió 2.0 Moodle implementa un sistema de serveis web (Moodle Webservices) que s'integra amb les llibreries del nucli (on s'implementa la lògica del LMS Moodle i la

seguretat) i que transforma Moodle en quelcom més que una aplicació web monolítica: esdevé una plataforma de serveis web que desenvolupadors d'aplicacions externes (com clients per a mòbils) poden utilitzar de forma estàndard.

Els principals avantatges d'aquesta aproximació són:

- Solució més segura que l'anterior, ja que s'aprofiten els mecanismes de seguretat definits per Moodle i mantinguts per la comunitat Moodle en cada nova versió superior i menor.
- Solució que ofereix integració absoluta amb la plataforma Moodle. Fent accessibles tots els mecanismes d'autenticació addicionals i integracions que s'hagin fet al sistema.
- El manteniment i l'evolució de la solució seran relativament poc costosos perquè Moodle Webservices és un component estàndard mantingut per la comunitat Moodle.
- Facilitat d'adopció, ja que és un element que s'obté automàticament amb Moodle 2.0 o versions posteriors.
- Més versàtil perquè implementa diversos protocols de comunicació webservices.

Els inconvenients principals són:

- La versió actual (Moodle 2.3) de Moodle Webservices implementa un conjunt molt petit de les funcions necessàries per implementar un client mòbil. Això es deu al fet que Moodle HQ (Moodle Headquarters, com s'anomena l'equip de Moodle.com –empresa propietària dels drets de Moodle– que pren les decisions sobre què entra i què no en la versió oficial de Moodle) va prioritzar les funcions necessàries per fer integracions amb eines de gestió acadèmica. Prova d'això és que el client mòbil oficial de Moodle per a iPhone implementa molt poques funcionalitats i ha estat abandonat com a projecte el juliol del 2012.

Finalment, però no per això menys important, Moodle Webservices està dissenyat amb una arquitectura extensible, que permet a altres desenvolupadors crear extensions que proporcionin noves funcionalitats, implementin nous protocols i modes d'autenticació i verificació.

2.5.2 Arquitectura general

Tenint en compte el que s'ha exposat en el punt anterior, es proposa la següent arquitectura per al projecte Moodle com a sistema per al suport a l'aprenentatge mòbil:

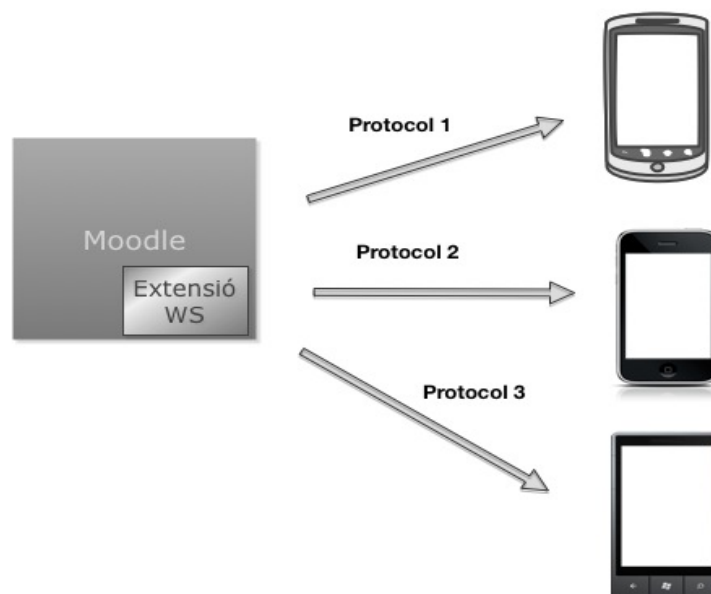


Figura 30: Disseny general de Moodbile.

Font: Elaboració pròpia

Els elements principals de la figura anterior es descriuen a continuació.

- 1) Moodle es considera la infraestructura que implementa la lògica elemental d'un LMS i que pot ser customitzat, estès i modificat. Això es deu tant al disseny modular i basat en plug-ins de Moodle (especialment Moodle 2.0 i versions posteriors amb Moodle Webservices com a component essencial per al projecte Moodbile) com a la naturalesa open source de Moodle i la garantia que ofereix la llicència GPL v3 a què està sotmès Moodle.
- 2) Una capa de serveis web que facilitarà els serveis necessaris perquè els clients mòbils puguin replicar les funcionalitats escollides del LMS. Això permetrà que les activitats d'aprenentatge del LMS que s'estenguin a l'espai mòbil, puguin ser enregistrades pel LMS a efectes de seguiment, avaluació i accés. Aquesta capa de serveis web ha de ser accessible a través dels protocols i mètodes d'autenticació més adequats i eficients per a cada plataforma mòbil escollida. La capa de serveis web ha de ser consistent a mesura que les versions de Moodle i els subsistemes de Moodbile vagin evolucionant, de manera que tot i que s'actualitzin les versions d'un sistema Moodle i les extensions Moodbile, les versions prèvies dels clients funcionin sense haver de ser actualitzades. Per això es definirà una especificació ben documentada de serveis que evolucionaran incrementalment, seguint les directives i bones practiques definides per Moodle (Moodle, 2012). Aquesta especificació es correspon al component que anomenarem Moodbile Spec.

- 3) Les aplicacions mòbils consumiran els serveis definits a la Moodbile Spec per implementar aplicacions de m-learning.

2.5.3 Concretant els objectius

L' objectiu principal del projecte Moodbile (<http://moodbile.org>) és dissenyar una extensió de l'arquitectura de serveis webs de Moodle per poder accedir des de telèfons mòbils a un subconjunt de les funcionalitats de Moodle. Per tant, no es pretén dissenyar una arquitectura per poder tenir una vista alternativa de Moodle des de dispositius mòbils, sinó escollir aquelles funcionalitats que són més adients per ser emprades des de telèfons mòbils. Per decidir quines funcionalitats de Moodle s'haurien d'estendre als dispositius mòbils, s'han emprat dues fonts de dades. En primer lloc els treballs previs, i en segon lloc una anàlisi dels logs de la plataforma basada en Moodle que utilitza la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech, per estudiar quines són les funcionalitats a les quals més s'accedeix des de dispositius mòbils.

Un segon objectiu del projecte Moodbile és poder dissenyar aplicacions mòbils que aprofitin les característiques úniques d'aquests dispositius, però que tinguin una contrapartida a Moodle, per exemple, en forma d'activitats "especials" que es comuniquin a través de l'arquitectura dissenyada per Moodbile amb l'aplicació mòbil. Aquest segon objectiu queda fora de l'abast d'aquest treball

Per assolir el primer dels objectius anteriors, el projecte Moodbile se subdivideix en els següents subprojectes coordinats o components:

- Moodbile Spec: Especificació de serveis proporcionats per una infraestructura de base, el LMS, i que són consumits o invocats per un conjunt de clients desenvolupats en diferents plataformes i tecnologies. La Moodbile Spec no pressuposa que el LMS subjacent sigui necessàriament Moodle, tot i que innegablement Moodle i els seus components han deixat una empremta clara en el disseny de la Moodbile Spec.
- Moodbile Server for Moodle: Implementa la Moodbile Spec usant Moodle com a infraestructura de base.
- Moodbile Clients: Consumeixen els serveis definits a la Moodbile Spec i implementen un client per donar suport a l'aprenentatge mòbil.

2.6 Obtenció de requeriments

2.6.1 Requeriments funcionals

La capa External de l'arquitectura de serveis web de Moodle proporciona només serveis molt bàsics destinats a tasques administratives, com la inscripció a un curs, la gestió d'usuaris o grups, etc. Aquesta capa no proporciona serveis per accedir a les funcionalitats ofertes pels mòduls d'activitats o als recursos.

Per estendre l'arquitectura existent i decidir quins serveis serien més adients per ser emprats des de dispositius mòbils, s'ha realitzat un estudi dels fitxers que emmagatzemen els logs de la plataforma basada en Moodle de la Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech (UPC), anomenada Atenea.

Atenea és el campus virtual de suport a la docència de la Universitat Politècnica de Catalunya basat en l'entorn de software obert Moodle. El gener de 2006, el Consell de Govern de la UPC va aprovar la implantació de Moodle com a base tecnològica del campus virtual Atenea per a l'inici del curs 2006-2007.

Abans del 2006 i des dels anys 90, la UPC utilitzava un campus virtual per completar la formació presencial. No obstant això, el nivell d'acceptació i utilització d'aquest campus virtual tant per part del professorat com de l'alumnat era baix. El 2004, la UPC va decidir migrar el seu campus virtual de propietat a Moodle. Aquesta implantació de Moodle es va anomenar Atenea.

Amb aquest canvi, la UPC es va convertir en la primera gran universitat de Catalunya en adoptar Moodle com a plataforma d'e-learning. Sembla que el canvi de campus virtual a Moodle ha sigut un èxit si es miren els accessos als cursos i el creixement en el nombre d'usuaris d'Atenea en els últims anys. A més, Atenea està integrada amb la plataforma de gestió acadèmica de la universitat.

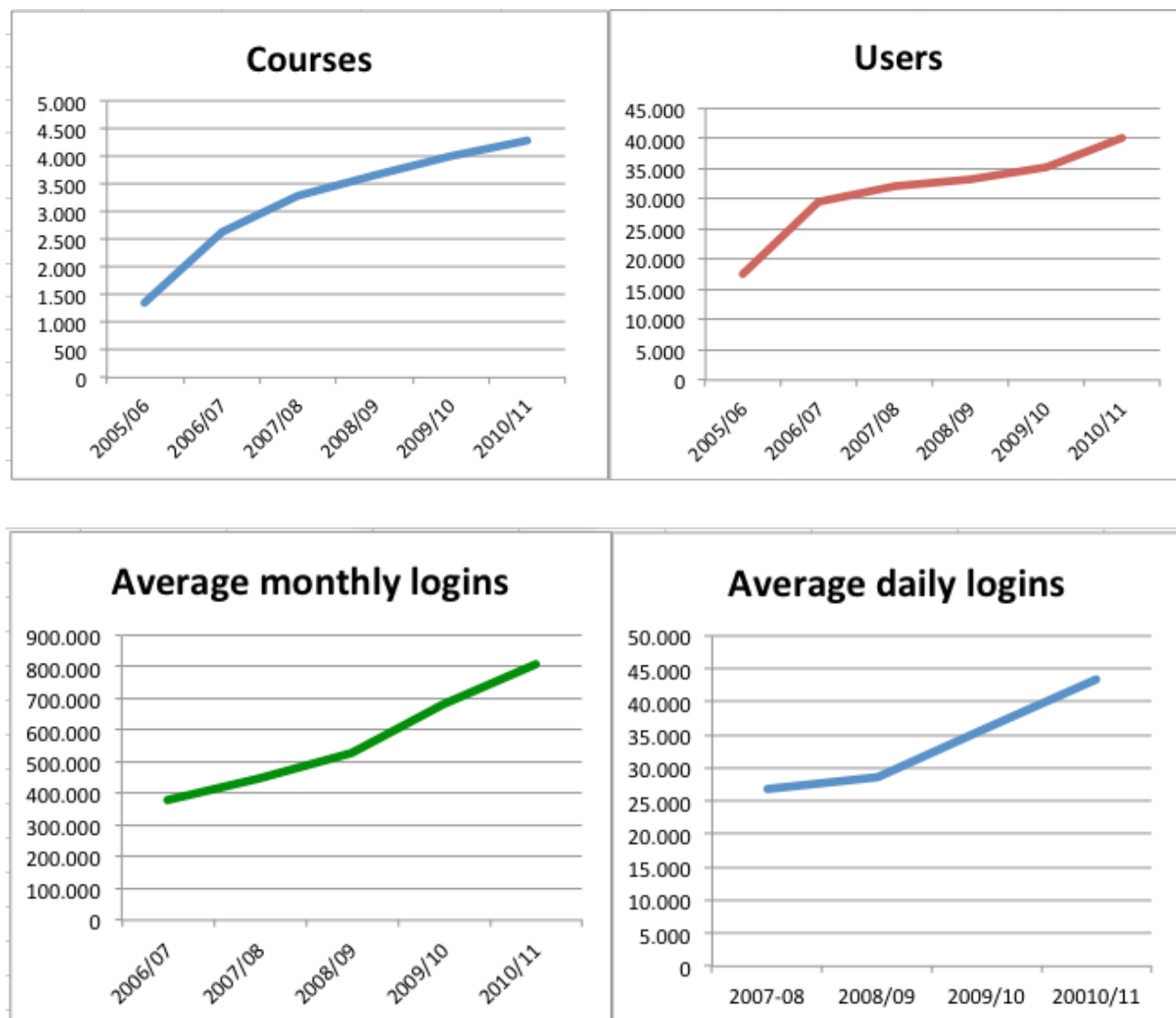


Figura 31: Evolució del nombre de cursos, nombre d'usuaris inscrits, mitjana d'accessos mensuals i mitjana d'accessos diaris a la plataforma Atenea.

Font: UPCNet

2.6.1.2 Preguntes de recerca

Amb l'anàlisi dels fitxers de log d'Atenea es pretén veure a quines funcionalitats de Moodle s'accedeix des de dispositius mòbils i a quines no. En aquest estudi es plantegen les preguntes de recerca següents:

1. Quines tasques duen a terme els usuaris des de dispositius mòbils?, i quines des d'ordinadors convencionals?
2. Existeixen diferències significatives entre les tasques fetes des de dispositius mòbils i les realitzades des d'ordinadors convencionals?

3. Són les tasques que requereixen un temps curt d'accés les més apropiades per a dispositius mòbils?
4. Quines tasques s'adapten millor a l'escenari mòbil ?

2.6.1.3 Treball relacionat

Existeixen diverses tècniques o aproximacions que permeten identificar les característiques principals dels usuaris mòbils que accedeixen al LMS i les activitats a les quals més accedeixen des d'aquests dispositius. L'aproximació més popular consisteix a passar enquestes a estudiants i professors (R. C. Thomas, 2010) (Mills, 2009).

No obstant això, recentment han aparegut noves tècniques menys intrusives i menys subjectives que es poden utilitzar per obtenir aquesta informació o requeriments (Sinickas, 2007) (Gofton, 1999). Aquestes tècniques es basen en l'anàlisi de diferents fonts de dades com les dades de log dels servidors web o del LMS. Els logs dels servidors web són grans col·leccions de dades sobre els accessos que han fet els usuaris a les pàgines web del servidor. La limitació principal d'aquesta font de dades és que les dades analitzades són dades de baix nivell (pàgines web accedides). Els logs del LMS són probablement la font de dades més interessant, perquè incorporen informació sobre l'aprenentatge dels estudiants. Com que els estudiants s'autentiquen en els LMS, els logs guarden informació sobre l'activitat feta per l'usuari durant les seves sessions. Aquests logs també guarden informació de més alt nivell relativa als estudiants, com ara les qualificacions obtingudes en les diferents tasques, els posts que han fet als diferents fòrums, etc. Aquesta informació està més centrada en l'activitat de l'estudiant que els logs dels servidors web. Black (Black, Dawson, & Priem, 2008) presenta un resum de diferents alternatives o aproximacions per analitzar de forma automàtica dades dels LMS i les diferents fonts de dades emprades a cada estudi.

Una limitació dels estudis anteriors és que només empen una font de dades per a l'anàlisi. Un repte interessant es interrogar diferents fonts de dades i analitzar-ne els resultats. Si les dades dels logs dels LMS es poguessin correlacionar amb les d'altres sistemes, probablement es podria obtenir una visió més precisa i completa del procés d'aprenentatge (Dawson, 2010). En l'estudi que es presenta a continuació les dades dels logs del LMS es correlacionen amb les dades del servidor web per obtenir, a més de les dades sobre l'activitat de l'estudiant, dades de la plataforma hardware amb què accedeix al LMS. Concretament ens interessa el sistema operatiu emprat. No s'han trobat estudis semblants que analitzen els logs dels LMS per veure'n l'activitat mòbil.

2.6.1.4 Procés d'anàlisi de dades

L'estudi en qüestió va ser realitzat utilitzant els logs de la plataforma Atenea i els logs del servidor web on s'hostatja Atenea corresponents al primer semestre acadèmic del 2011. Es van analitzar més de 15 milions de dades. El procés analític d'aquestes dades segueix les etapes que es mostren a la figura següent:

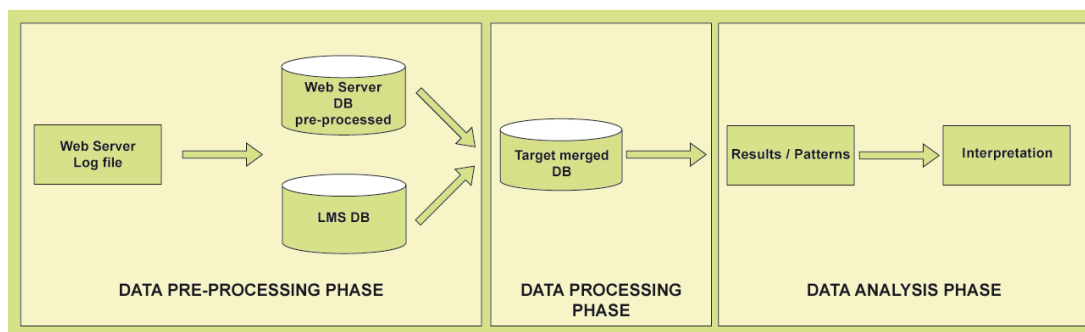


Figura 32: Etapes de l'anàlisi de dades.

Font: Elaboració pròpia

1. **Pre-processat de dades.** És el procés de selecció i captura de dades. En aquesta etapa les dades del servidor web es filtren eliminant registres buits o inútils. A més, es calcula informació derivada o agregada. Un resum d'aquesta informació es pot veure a la taula 2. Totes les dades extretes del servidor web s'emmagatzemen en una DB relacional i es fusionen amb les dades provinents dels logs d'Atenea. El criteri de fusió té en compte la data i hora en què es produeix l'esdeveniment, la direcció IP del client, el mòdul d'activitat d'Atenea al qual s'accedeix o el tipus d'acció realitzada en aquest mòdul (veure, afegir, modificar, etc.).

Variable name	Description	Type (Primary/Derived)
Course	Moodle course id	Primary
Module	Moodle module accessed	Primary
Action	Moodle action performed	Primary
Date	Access date	Primary
Agent	Client data	Primary

Operation System	Type of operating system	Derived
Year period	Exams or lectures	Derived
Day slot	Morning, midday, afternoon, evening, night	Derived
Internal/external access	The access originates from a internal computer or external	Derived

Taula 3: Example of primary and derived variables form web server and LMS log.

Font: Elaboració pròpia

2. **Processat de dades.** En aquesta etapa es processen les dades de la base de dades i s'agreguen per facilitar la generació d'informes per donar suport a l'anàlisi de dades i per contestar les preguntes de recerca, abans esmentades.

3. **Anàlisi de dades.** En aquesta etapa s'analitzen les dades.

2.6.1.5 Resultats

L'anàlisi de les dades obtingudes de les dues fonts de dades indica que la majoria dels accessos a Atenea (96,21%) fets durant el primer semestre acadèmic de 2011, provenen d'ordinadors convencionals (anomenat "Desktop" a les figures i taules següents) mentre que només el 3,48% es realitzen des de dispositius mòbils i el 0,28% des de tablets. Els accessos a Atenea es divideixen en els tres grups següents: consultes, actualitzacions i logins/logouts (connexions i desconnexions). La figura 33 mostra els percentatges relatius dels tres tipus d'accessos realitzats des d'ordinadors i dispositius mòbils.

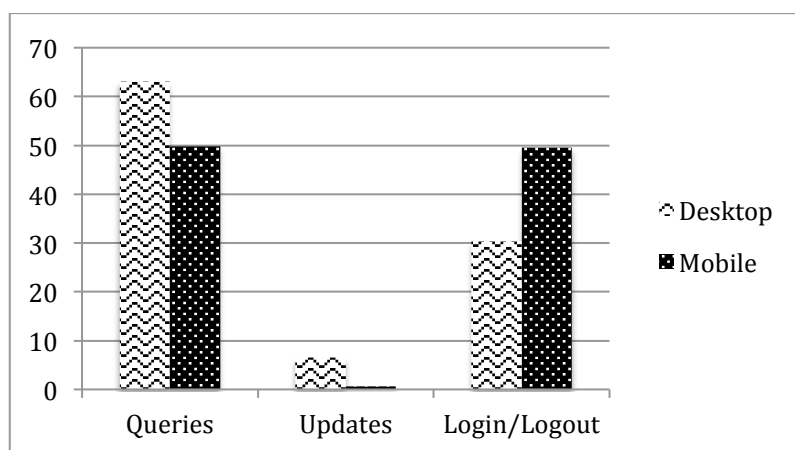


Figura 33: Percentatge relatiu dels tres tipus d'accessos a Atenea realitzats des de mòbils i desktop.

Font: Elaboració pròpia

Tot i que el percentatge d'accessos a Atenea realitzats des de dispositius mòbils és molt baix, l'elevat volum de dades analitzades fa que l'estudi realitzat sigui interessant. A continuació es desglossen els accessos realitzats des de dispositius mòbils segons el sistema operatiu del telèfon.

Segons les dades analitzades més de la meitat dels accessos mòbils (58,49%) corresponen a accessos fets des de dispositius amb sistema operatiu iOS, seguits d'Android (18,67%) i Blackberry OS (12%). La figura 34 mostra en detall els percentatges corresponents als principals sistemes operatius mòbils.

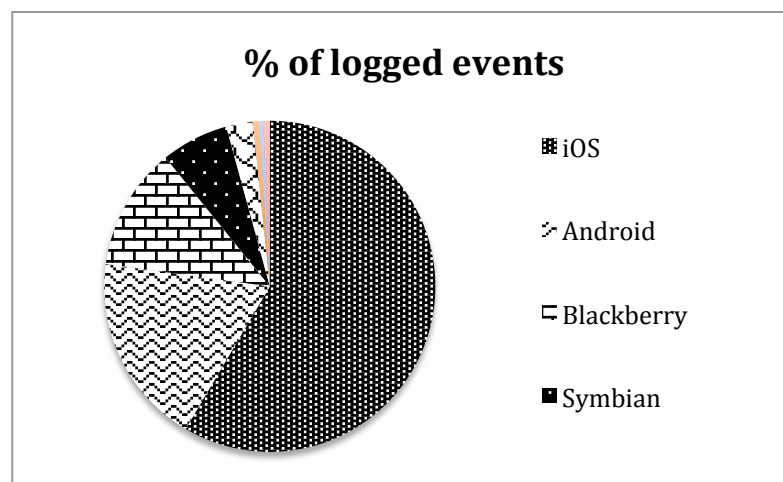


Figura 34: Principals sistemes operatius mòbils emprats per accedir a Atenea durant el període analitzat.

Font: Elaboració pròpia

Una dada que crida la atenció és l'elevat nombre d'intents de connexió realitzats des de dispositius mòbils comparat amb el nombre d'operacions realitzades per l'usuari a Atenea en una sessió. Per analitzar amb més detall aquest fet, s'ha separat el percentatge d'accions de connexió amb mòbils del percentatge d'accions de desconnexió. Amb això s'ha observat que les sessions mòbils són força curtes, gairebé atòmiques: el 45,15% de les accions que corresponen a dispositius mòbils són connexions, mentre que en ordinadors només el 23,74% de les accions corresponen a connexions. El fet que a les sessions realitzades des de dispositius mòbils només es realitzi una acció, és similar a tots els sistemes operatius mòbils (excepte Windows CE i Android, en què el percentatge d'accions per sessió és més elevat). La mitjana d'accions per sessió des de mòbils és d'1,12 i en ordinadors, de 3,21. Una possible hipòtesi és que els fluxos de treball dels usuaris mòbils són diferents dels dels usuaris d'ordinadors convencionals. Els usuaris mòbils accedeixen normalment a Atenea des d'un enllaç per fer una acció. A més, segons els logs d'Atenea, el punt habitual d'entrada a la

plataforma, la pantalla principal del curs, no ho és per als usuaris mòbils (només el 20% dels esdeveniments logats corresponen a l'acció *Veure* del curs).

A continuació, s'analitzen quines accions realitzen més freqüentment els usuaris mòbils, i es compara aquesta dada amb les accions que es realitzen més freqüentment des d'ordinadors. En general, els mòduls d'activitat als quals més s'accedeix són els qüestionaris, tasques, fòrum, curs, recurs i accés al perfil de l'usuari (veure figura 35 i 36).

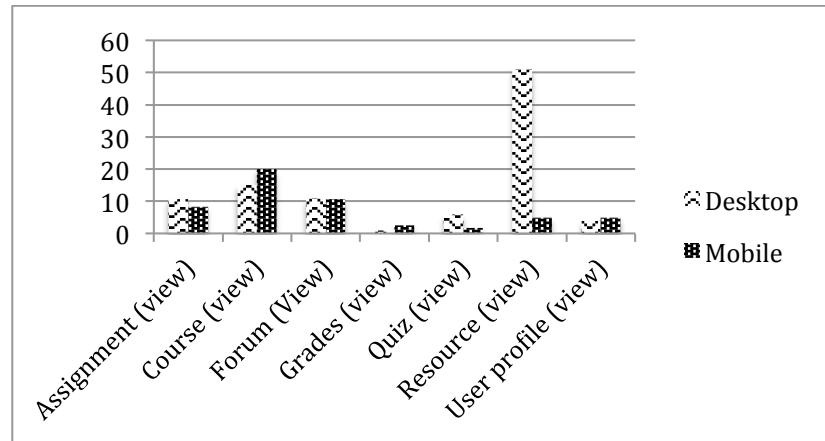


Figura 35: Percentatge d'accions de consulta realitzades més freqüentment des de mòbils i des d'ordinadors.

Font: Elaboració pròpia

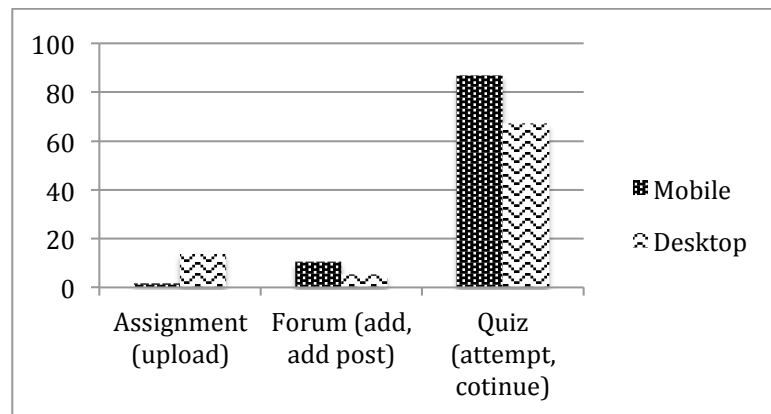


Figura 36: Percentatge d'accions d'actualització realitzades més freqüentment des de mòbils i des d'ordinadors.

Font: Elaboració pròpia

Per analitzar les accions que es realitzen més sovint des de dispositius mòbils, s'han organitzat en dos grups: consultes i actualitzacions. Les actualitzacions realitzades amb més freqüència des de dispositius mòbils (en comparació amb les que s'han fet des d'ordinadors) són els qüestionaris, amb un 86,85% d'accessos des de mòbils i un 67,12% d'accessos des d'ordinadors, seguits del fòrum per a creació de posts o temes de discussió amb un 10,51% d'accessos mòbils i d'un 5,27% d'accessos des d'ordinadors. Pel que fa a les consultes,

destaca la consulta o accés a la vista principal del curs amb un 20% d'accessos des de mòbils contra un 15% d'accessos des d'ordinadors, l'accés al perfil de l'usuari amb un 4,87%, contra un 3,96%, i la consulta de les qualificacions amb un 2,44% contra un 0,96%. Una altra observació interessant és que l'accés als recursos, la segona activitat a la qual més s'ha accedit a Atenea, té percentatges semblants d'accés des de mòbils i des d'ordinadors (50,5% en mòbils i 51% en desktop).

Adicionalment, s'han analitzat i comparat les dades corresponents al semestre de primavera del 2011 (febrer-maig) i les corresponents al període d'exàmens del semestre de tardor (gener 2011) i primavera (juny 2011) del curs 2010/11. El 61,86% del nombre total d'accessos es van realitzar durant el període lectiu de febrer a maig del 2011, mentre que el 38,14% restant es va realitzar durant els dos períodes d'exàmens. La taula 3 mostra els percentatges relatius dels accessos realitzats en els dos períodes analitzats. En aquest cas, s'han incorporat les dades corresponents als accessos realitzats des de tablets per completar l'estudi.

	Exams	Lectures
Desktop	95,34%	96,75%
Mobile	4,29%	2,98%
Tablet	0,32%	0,25%

Taula 4: Percentatge d'accessos realitzats des d'ordinadors, mòbils i tablets.

Font: Elaboració pròpia

De les dades mostrades a la taula anterior, s'observa que encara que l'activitat realitzada des d'ordinadors convencionals es manté estable durant el període lectiu i d'exàmens, hi ha un increment del 50% aproximadament en l'activitat mòbil durant el període d'exàmens.

Les figures 37 i 38 presenten les variacions en l'activitat mòbil en comparació amb l'activitat realitzada des d'ordinadors durant el període lectiu de primavera de 2011 i els dos períodes d'exàmens.

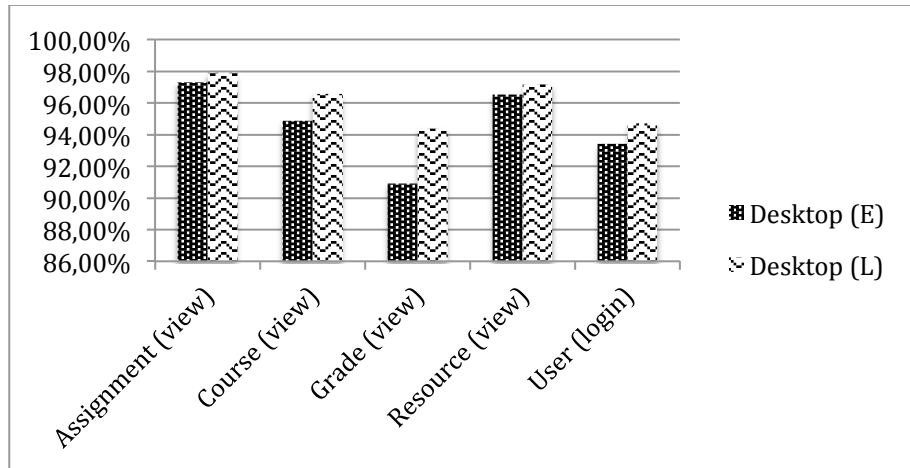


Figura 37: Percentatge d'activitat realitzada des d'ordinadors (E indica període d'exàmens i L període lectiu).

Font: Elaboració pròpia

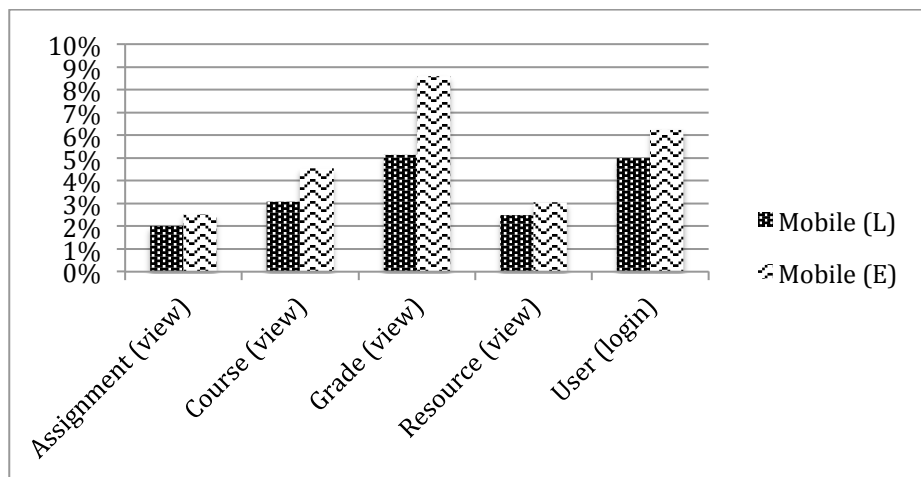


Figura 38: Percentatge d'activitat realitzada des de mòbils (E indica període d'exàmens i L període lectiu).

Font: Elaboració pròpia

De les figures anteriors, es pot veure que durant el període d'exàmens, els usuaris que accedeixen a Atenea des de mòbils realitzen majoritàriament les tasques següents: consulta de les qualificacions, accés a la pantalla principal del curs i accés als recursos.

Finalment, per completar l'estudi s'ha dividit el dia en els següents períodes per analitzar l'activitat realitzada des de mòbil.

- Matinada (0.00 - 7.00)
- Matí (7.00 - 13.00)
- Migdia (13.00 - 16.00)
- Tarda (16.00 - 20.00)

- Nit (20.00 - 24.00)

En general, s'observa que l'activitat és més alta a la tarda (34,47%), seguida del matí (28,58%), migdia (18,28%), nit (13,33%) i finalment matinada (5,33%). Les figures 39 i 40 mostren l'increment de l'activitat mòbil que es produeix durant la nit mentre que l'activitat realitzada des d'ordinadors convencionals baixa durant aquest mateix període.

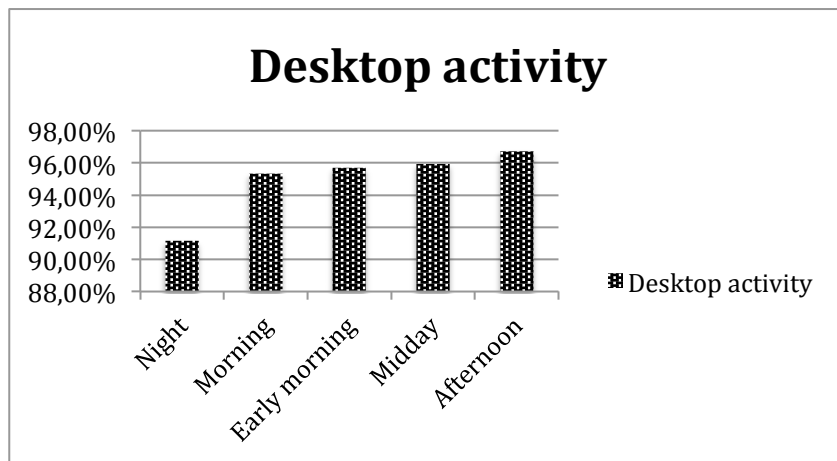


Figura 39: Percentatge d'activitat durant els períodes del dia definits des d'ordinadors.

Font: Elaboració pròpia

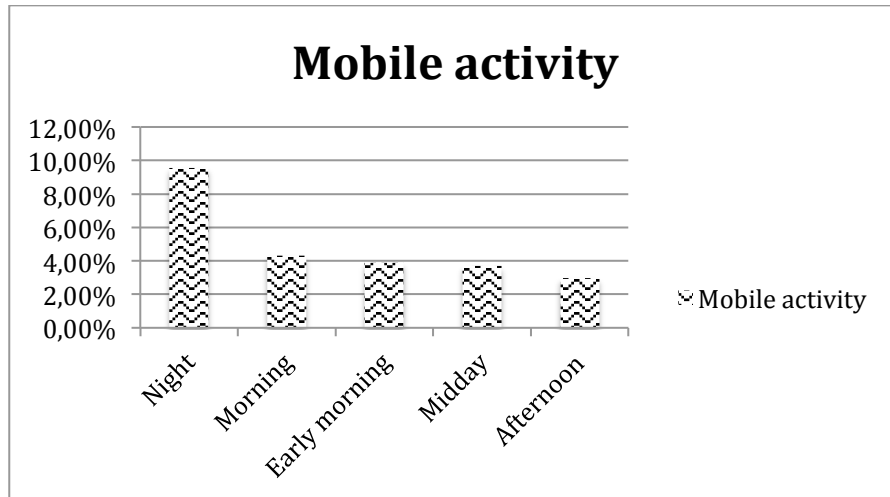


Figura 40: Percentatge d'activitat durant els períodes del dia definits des de mòbils.

Font: Elaboració pròpia

Analitzant l'activitat mòbil amb més detall, s'observa que les consultes i actualitzacions augmenten considerablement durant la nit (7,15% de les actualitzacions i 9,07% de consultes) seguides per l'activitat al matí (0,49% de les actualitzacions i 3,45% de les consultes).

Analitzant l'activitat mòbil durant la nit es pot veure que les accions més realitzades són la consulta de les qualificacions, accés a la pantalla principal del curs, consulta de la wiki, accés al perfil de l'usuari, accés al "choice", inscripció en el curs, afegir posts o temes de discussió al fòrum i veure les wikis.

Per acabar, s'ha estudiat el nombre d'accessos realitzats a Atenea des d'ordinadors situats a dins del campus (accés intern) i ordinadors situats fora del campus (accés extern). En general, s'observa que la majoria dels accessos es realitzen des d'ordinadors del campus (73,53%) comparat amb un 26,47% d'accessos realitzats des d'ordinadors de fora del campus.

L'activitat mòbil és una mica més elevada des de dispositius de fora del campus, mentre que l'activitat realitzada des d'ordinadors convencionals és més alta des d'ordinadors situats dins del campus (veure taula 4).

	Desktop	Mobile	Tablet
External	96,5%	3,64%	0,29%
Internal	96,66%	3,29%	0%

Taula 5: Percentatge d'accions realitzades des d'ordinadors, mòbils i tablets situats dins del campus o fora del campus.

Font: Elaboració pròpia

2.6.1.6 Discussió

La primera observació interessant és que sembla que la majoria dels mòduls d'activitat i recursos d'Atenea als quals s'ha accedit des d'ordinadors sembla que són també usables des de mòbils.

La segona observació interessant és l'elevat percentatge d'intents de logins o connexions realitzades des de mòbils. El volum d'accions que representa el login en dispositius mòbils és del 45%, aproximadament. La figura següent mostra el percentatge d'accions de login des dels principals sistemes operatius mòbils.

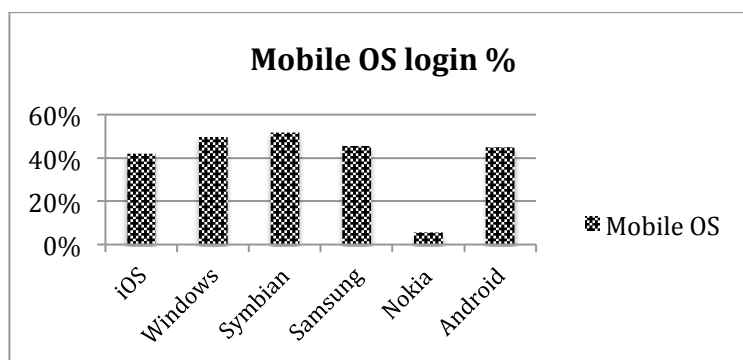


Figura 41: Percentatge d'accions mòbils de login.

Font: Elaboració pròpia

Si es desglossen les accions de login o connexió en logins amb èxit i logins fallits, es pot veure que el percentatge d'errors de login en mòbils és del 8,1% i del 5,35% en ordinadors. El baix percentatge d'errors de login en mòbil confirma que els usuaris que accedeixen a Atenea des de dispositius mòbils accedeixen per realitzar una o dues accions.

2.6.1.7 Conclusions

De l'estudi realitzat sobre els logs d'Atenea s'observa que les accions que més es realitzen des de dispositius mòbils són: accés als recursos d'un curs, veure les activitats d'un curs, realitzar qüestionaris o tests, participar en els fòrums i pujar solucions a les tasques proposades. Les tasques de consulta són les que predominen des de dispositius mòbils amb l'excepció de respondre els tests i afegir posts als fòrums (Casany, Alier, & Mayol, 2012), (Casany, Alier, & Mayol, 2012).

També sembla que les tasques que requereixen un temps curt d'accés són més usades des de mòbils. Finalment, no es disposa de resultats concloents sobre quines tasques s'adapten més a l'escenari mòbil, perquè sembla que la majoria dels mòduls d'Atenea són usables des de dispositius mòbils.

La taula següent mostra una comparació de les tasques que és realitzen més sovint des de dispositius mòbils segons l'estudi dels logs d'Atenea i segons els projectes i el treball previ descrit anteriorment.

	From Related Work	From UPC Moodle log Analysis
Internal Message	x	
Forum posts	x	x
Forum discussions	x	x
Task /assignment	x	x
Resource	x	x
Choice and quiz	x	x (quiz only)
Course activities (view)	x	x
Course participants (view)	x	
Grade (view)	x	

Taula 6: Funcionalitats de Moodle més accedides.

Font: Elaboració pròpia

Per tant, s'ha decidit incorporar les següents funcionalitats com a prioritàries en el projecte Moodbile: veure les activitats d'un curs, veure els participants d'un curs, veure les qualificacions, accés a recursos, veure i poder respondre tasques, accés als fòrums i discussions, llegir i contestar posts, realitzar qüestionaris, veure els esdeveniments propers i veure el perfil de l'usuari.

2.6.2 Requeriments no funcionals

Un dels primers requeriments a tenir en compte és la usabilitat. És evident que la visualització d'informació a les pantalles dels telèfons mòbils no és el mateix que la visualització en pantalles d'ordinadors convencionals. Per tant, es tracta de presentar la informació del LMS en pantalles petites amb una navegació adaptada a les característiques dels dispositius mòbils. A més, la interacció de l'usuari amb l'aplicació no es fa emprant el ratolí sinó a través de la pantalla tàctil del telèfon mòbil.

Un segon requeriment és el temps d'accés a la informació del LMS. Aquest temps d'accés pot ser variable en funció de la tecnologia de comunicació emprada (per exemple, GPRS és força més lent que 3G). Aconseguir un temps d'accés acceptable a la informació del LMS depèn de l'enfocament tecnològic dels clients mòbils. En l'escenari d'aplicacions nadiues per

a un determinat tipus de dispositiu mòbil, l'aproximació de Trifonova i Colazzo (Trifonova & Ronchetti, 2004) (Colazzo et al., 2003) se centra en habilitar mecanismes d'emmagatzematge persistent en el dispositiu mòbil, que puguin sincronitzar les dades emmagatzemades en el dispositiu mòbil amb les dades emmagatzemades en el LMS. En l'escenari d'aplicacions clients web mòbils, el temps de càrrega de les pàgines web adaptades per dispositius mòbils ha de ser acceptable. En aquest escenari és interessant habilitar mecanismes de memòria cau que garanteixin que la informació voluminosa que es recupera una vegada del servidor es pugui llegir posteriorment de forma eficient i ràpida.

La seguretat és un altre requeriment que cal tenir en compte. L'enviament d'informació confidencial a través de xarxes sense fil no segures s'ha d'evitar. En el cas de Moodle, l'arquitectura existent de serveis web de Moodle 2.0 està pensada perquè l'aplicació client que es vol connectar a Moodle tingui una adreça IP fixa i no accepta múltiples clients amb IP variables o connexions sense fil no segures, situació habitual en un escenari amb aplicacions clients mòbils. Per tant, els mètodes d'autenticació disponibles no són adients per a un escenari amb múltiples clients mòbils amb IP variables.

El següent requeriment no funcional consisteix en la creació de mecanismes per poder guardar informació de log generada en el dispositiu mòbil a la base de dades del LMS. Amb aquesta informació es podran fer anàlisis posteriors de l'activitat de l'estudiant, analitzant l'activitat que ha realitzat des del dispositiu mòbil i la que ha realitzat des de l'ordinador convencional.

La possibilitat d'aprofitar les característiques específiques dels dispositius mòbils en el procés d'aprenentatge és un altre requeriment. Aprofitar el geoposicionament, la càmera del telèfon i el micròfon per generar imatges o vídeos que després es puguin enviar al LMS són aspectes desitjables que cal tenir en compte.

2.7 Components de Moodbile

Aquest apartat descriu en detall els tres components principals en què s'ha dividit el projecte Moodbile: la Moodbile Spec, Moodbile Server for Moodle i els clients mòbils. Per a la Moodbile Spec es presenta la classificació dels serveis així com la descripció de la informació proporcionada per poder invocar el servei. Per al component Moodbile Server for Moodle es presenta l'arquitectura definida pel component, tenint en compte el treball previ i les mancances dels serveis web de Moodle 2.0. Finalment, per als clients mòbils, es descriu la llista de funcionalitats ofertes així com una breu descripció tecnològica.

2.7.1 Moodbile Spec

Els serveis definits per Moodbile que estenen els disponibles a Moodle 2.0 es defineixen a la Moodbile Spec. Aquests serveis s'han classificat en serveis bàsics, de continguts de curs, de continguts personals o de plataforma i la seva definició detallada està disponible a:

http://docs.moodbile.org/index.php/Moodbile_WS_Latest_Version_Documentation

- Serveis de curs. Els serveis bàsics inclouen els serveis de curs que permeten recuperar la informació dels cursos en els quals està inscrit l'usuari i els serveis d'usuari que permeten recuperar la llista dels cursos en què està inscrit l'usuari, així com els perfils d'aquests usuaris.
- Serveis de continguts de curs. Els serveis de continguts de curs permeten la interacció amb els continguts del curs i les seves activitats. En aquest grup s'inclouen:
 - Els serveis de tasques, que permeten obtenir informació de les tasques que té pendents l'estudiant i també permet respondre-les.
 - Els serveis de qüestionari, que permeten obtenir les dades d'un qüestionari i enviar les respostes d'un qüestionari al servidor.
 - Els serveis de fòrum, que permeten gestionar la informació dels fòrums, les discussions que tenen lloc i els missatges o posts que s'hi deixen.
- Serveis de continguts personals. Els serveis de continguts personals permeten accés a la informació personal de l'usuari. En aquest grup s'inclouen:
 - Els serveis de recursos, que permeten l'accés a recursos del curs.
 - Els serveis de blog, que permeten llegir, escriure i accedir als blogs de Moodle.
 - Els serveis de calendari, que permeten accedir al calendari d'esdeveniments de l'usuari.
 - Els serveis de qualificacions, que permeten consultar les qualificacions i els resultats de les tasques realitzades pels estudiants.
 - Els serveis de missatgeria, que permeten accedir als missatges de correu intern de l'usuari.
- Serveis de plataforma. En aquest grup s'inclouen dos serveis: els serveis de *lang*, que proporcionen serveis I18N per desenvolupar clients que utilitzen la mateixa

terminologia i idioma que el servidor de Moodle, i els serveis de fitxers, que proporcionen informació per pujar i baixar fitxers del servidor.

Per cada servei definit a la Moodbile Spec es proporciona la informació necessària per invocar-lo. Aquesta informació inclou el nom del servei, els paràmetres d'entrada necessaris i els paràmetres de sortida. A continuació, a tall d'exemple, s'explica breument la informació necessària per invocar un d'aquests serveis.

En primer lloc s'especifica el nom del servei (`mbl_forum_get_posts_by_discussionid`, en aquest cas). A continuació, es presenta una breu descripció del servei. En tercer lloc les "capabilities" de Moodle que cal tenir per invocar el servei.¹⁴ Després la llista de paràmetres d'entrada necessaris per invocar el servei (l'identificador del tema de discussió, la pàgina d'on s'ha de començar a recuperar missatges i el nombre de missatges per pàgina en aquest exemple; els dos últims paràmetres s'empren per paginar el resultat ja que sovint hi ha serveis que poden retornar conjunts de dades elevats). Finalment, es presenta la llista de camps que retorna el servei.

¹⁴ Moodle utilitza rols, "capabilities" i permisos per restringir les accions dels usuaris. Un rol és l'identificador de l'estatus d'un usuari en un context. Exemples de rols són "admins", "course creators", "teachers", "students", etc. Una "capability" és la descripció d'una acció que un rol pot fer a Moodle, per exemple "mod/forum:replypost" (poder contestar un missatge d'un fòrum) o "moodle/site:backup" (poder fer còpies de seguretat a Moodle). Un permís és un valor assignat a una "capability" per a un rol concret. Per exemple "allow" (permetre), "prevent" (evitar) o "inherit" (heretar). Per a cada rol, Moodle defineix la llista d'accions o "capabilities" que es poden realitzar indicant si estan permeses o no.

mbl_forum_get_posts_by_discussionid

Description

Returns all posts belonging to the discussion

Capabilities

Parameters

```
discid int Required
discussion ID
```

```
startpage int Default Default Value: 0
start page
```

```
n int Default Default Value: 10
page number
```

Returns

Overview

```
list of {
  id//int required
  parent//int default :0
  userid//int required
  modified//int optional
  subject//text required
  message//raw required
}
```

Details

```
list of {
  id int Required
  post id

  parent int Default Default Value: 0
  parent post id

  userid int Required
  user id

  modified int Optional
  time of last modification in seconds

  subject text Required
  post subject

  message raw Required
  post message
}
```

Figura 42: Servei web que retorna els missatges d'un tema de discussió d'un fòrum.

Font: http://docs.moodbile.org/index.php/Forum_functions_v0.3#mbl_forum_get_posts_by_discussionid (dades de: setembre 2012)

2.7.2 Moodbile Server for Moodle

Moodbile Server for Moodle és la implementació de la Moodbile Spec al LMS Moodle. Per poder implementar Moodbile Server for Moodle, s'ha analitzat el treball previ, amb el qual s'observa que moltes solucions opten per definir serveis web a mida per realitzar la comunicació entre el LMS i els clients mòbils. Aquesta solució presenta diversos inconvenients, entre els quals:

- La solució proposada és dependent de la versió de Moodle escollida. Serà difícil adaptar la solució a una versió de Moodle posterior.
- La solució no és segura, ja que no utilitza els mecanismes de seguretat definits per Moodle.
- El manteniment i especialment l'evolució de la solució seran costoses perquè serà difícil adaptar la solució a una versió de Moodle posterior.
- És poc versàtil perquè no es podran estendre fàcilment els protocols de comunicació emprats.
- Les dificultats d'adopció, ja que són solucions limitades a una versió (o subversió) de Moodle. Des de la versió 2.1 la comunitat Moodle fa iteracions semestrals alliberant dues noves versions superiors cada any. Amb una periodicitat mensual aproximadament es fan alliberaments de versions menors per a cada versió superior de Moodle (1.9, 2.0, 2.1, 2.2 i des de juliol 2012 2.3). Aquestes versions menors incorporen solucions a errors i resolen problemes de seguretat, alguns dels quals crítics. Aquestes actualitzacions sovint comporten canvis en l'estructura de dades i altres elements que poden fer que les solucions ad-hoc deixin de funcionar. En alguns casos les solucions ad-hoc proporcionen les seves pròpies versions de fitxers de Moodle, amb la qual cosa dificulten les actualitzacions de seguretat i fan gairebé impossible l'actualització a una versió superior.

Per tant, Moodbile Server for Moodle opta per emprar els serveis web de Moodle. Malgrat això, els serveis web de Moodle no van ser dissenyats per a la integració de Moodle amb aplicacions mòbils. A més, l'arquitectura de serveis web per a Moodle 2.0 dóna suport molt limitat per accedir a informació de les activitats, continguts i altres components necessaris per fer l'extensió mòbil.

Per tant, es proposa estendre l'arquitectura de serveis web de Moodle 2.0 per donar suport a les activitats. Aquest apartat descriu l'arquitectura proposada en aquesta extensió (Casany, Alier, Mayol, et al., 2012b).

Com a requeriments per realitzar l'extensió, s'ha de considerar que la nova extensió ha de ser compatible amb l'arquitectura existent de serveis web de Moodle i ha de poder evolucionar i ser mantinguda de forma independent de la primera amb el mínim esforç. L'extensió de l'arquitectura de serveis web de Moodle està formada per les dues mateixes capes que té l'arquitectura de serveis web de Moodle: la capa External i la capa de connectors de serveis web (Casany, Alier, Conde, & García-Peñalvo, 2009) (Conde, García-Peñalvo, Casany, & Alier, 2009).

La capa External és una extensió de la capa External de Moodle i invoca mètodes de la capa External de Moodle i també del Core o nucli. En aquesta capa és on es defineixen els serveis que seran emprats des d'aplicacions mòbils.

La capa de connectors de serveis web s'utilitza per proporcionar protocols de comunicacions addicionals als de Moodle així com mètodes d'autenticació addicionals, com per exemple OAuth (OAuth, 2010), no suportat fins al moment per Moodle. OAuth és un estàndard obert per a l'autorització dels usuaris. Permet als usuaris compartir els seus recursos personals (com ara vídeos o fotos) emmagatzemats en un lloc web amb un altre lloc web sense haver d'enviar les credencials dels usuaris (habitualment el seu nom d'usuari i una paraula de pas). En lloc d'enviar el nom d'usuari i la paraula d'accés s'utilitzen uns "tokens" o fitxes que donen accés a un lloc web específic per accedir a uns recursos específics (per exemple les fotos d'un àlbum concret) i per a un cert temps (per exemple dues hores). Aquest sistema permet a l'usuari atorgar a tercers accés a la seva informació sense haver d'atorgar permisos parcials o totals sobre les seves dades.

La capa de connectors tradueix els mètodes implementats a la capa External a la sintaxi concreta de cada protocol de comunicacions.

A més, per motius d'implantació, s'afegeix una extensió a la capa del nucli que re-implemента algunes funcions que el nucli de Moodle no proporciona a través de serveis web. Aquesta darrera extensió també adapta algunes característiques específiques de Mobile que no són proporcionades al nucli. La figura següent, presenta l'arquitectura proposada:

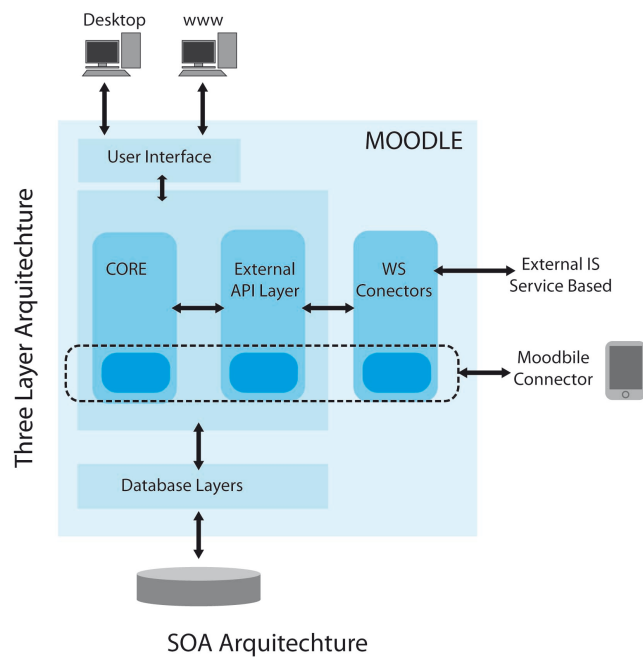


Figura 43: Arquitectura de Moodbile Server for Moodle.

Font: Elaboració pròpia

Adicionalment, l'arquitectura proposada té en compte aspectes importants en la integració d'aplicacions mòbils amb Moodle. Aquests aspectes inclouen la sincronització de dades emmagatzemades en el dispositiu mòbil amb el servidor de Moodle, o la possibilitat d'enregistrar informació generada en el dispositiu mòbil a la base de dades del servidor de Moodle. Aquests aspectes que s'han de tenir en compte, s'han representat gràficament a la figura 44 intentant mostrar la seva interacció amb les capes de l'arquitectura de Moodbile.

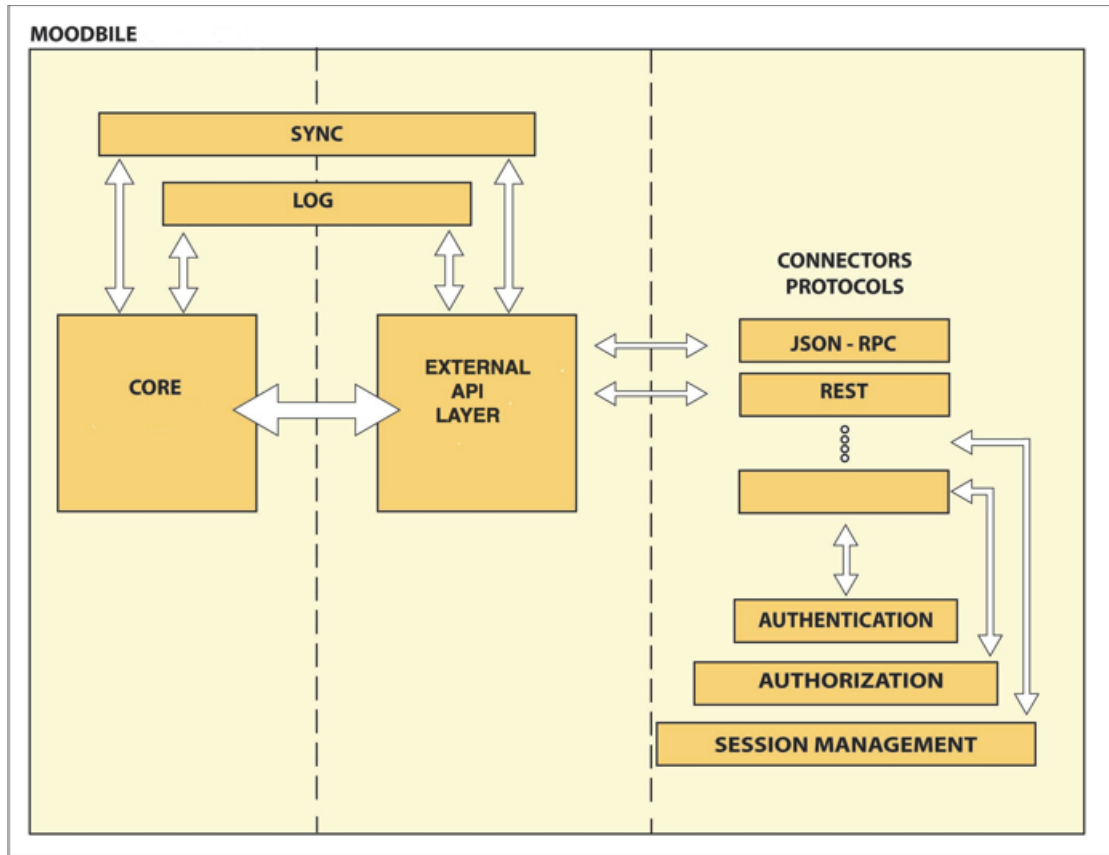


Figura 44: Components de Moodbile Server for Moodle.

Font: Elaboració pròpia

La finalitat de cada component que apareix a la figura anterior es resumeix a continuació:

- 1) Gestor de sincronització (sync): és el responsable de la sincronització de dades entre el servidor de Moodle i l'aplicació mòbil (en el cas que el client mòbil emmagatzemi dades persistentment).
- 2) Gestor de Log: és el responsable de mantenir les dades de log generades en l'aplicació mòbil (activitat d'aprenentatge) en els fitxers de log de Moodle per poder fer anàlisis posteriors (aplicant tècniques de *learning analytics*).
- 3) Gestor d'autenticació: cada connector de protocol és l'encarregat de gestionar l'autenticació dels usuaris i per tant pot escollir el mètode d'autenticació que desitgi. L'autenticació a Moodle es fa a través del nom d'usuari i la paraula clau o bé emprant uns "tokens" o fitxes d'accés. Des de la interfície web, per assegurar que una connexió al servidor de Moodle és segura, només cal restringir les adreces IP des del les quals es pot invocar un servei web. En un entorn amb múltiples aplicacions mòbils amb adreces IP variables, aquests mecanismes per aconseguir connexions segures no són apropiats, ja que els noms d'usuaris, paraules clau i "tokens" especials

s'envien en cada crida realitzada a un servei web des de l'aplicació mòbil per un canal de comunicació no segur. Una solució a aquest problema seria restringir l'accés al servidor per adreça IP, però els dispositius mòbils no disposen d'IP fixa. Per solucionar el problema de l'autenticació des d'aplicacions mòbils, Moodbile proposa un nou mètode d'autenticació no disponible a Moodle, autenticació per OAuth (Oauth, 2010).

- 4) Gestor d'autoritzacions: és responsable de gestionar les autoritzacions dels usuaris per accedir als diferents elements de Moodle. El sistema d'autoritzacions de Moodle està basat en un conjunt de privilegis que l'usuari ha de tenir per poder realitzar qualsevol funció. El procés d'autorització és tan complex que és una tasca transversal en totes les capes de Moodle i de Moodbile. En el cas del connector de Moodbile, ha de comprovar entre altres coses que l'usuari que demana invocar al servei web tingui els privilegis d'accés apropiats i comprovar que aquests privilegis estan disponibles pel protocol de comunicació emprat en la invocació del servei.
- 5) Gestor de memòria cau: quan un usuari s'autentica en el servidor de Moodle, el sistema fa moltes comprovacions per obtenir tota la informació dels cursos en què està inscrit. Aquest procés triga una bona estona i per optimitzar-lo Moodle utilitza la sessió HTML per mantenir aquesta informació en memòria després de recuperar-la per primer cop. Els accessos que més endavant fa l'usuari a aquest curs estan optimitzats perquè aquesta informació ja està en memòria. En el disseny del connector de Moodbile s'han de tenir en compte mecanismes d'optimització per recuperar la informació dels cursos.

2.7.3 Moodbile clients

L'arquitectura descrita anteriorment ha permès desenvolupar tres aplicacions mòbils per a diferents plataformes que accedeixen als serveis de Moodle a través dels serveis web desenvolupats. S'ha desenvolupat un client web programat en HTML 5.0 que permet accedir als cursos de Moodle des de molts telèfons mòbils a través del navegador web, i dos clients nadius (clients específics per a una plataforma concreta), un per a telèfons mòbils amb sistema operatiu Android i un altre per a sistema operatiu iOS. D'altra banda, Moodle ofereix diversos protocols de comunicacions, però cap és apropiat per ser emprat amb aplicacions mòbils. Per aquest motiu Moodbile utilitza protocols de comunicació específics (Casany, Alier, Mayol, Piguillem, & Galanis, 2012a) (Piguillem, Alier, Casany, Mayol, & Galanis, 2012).

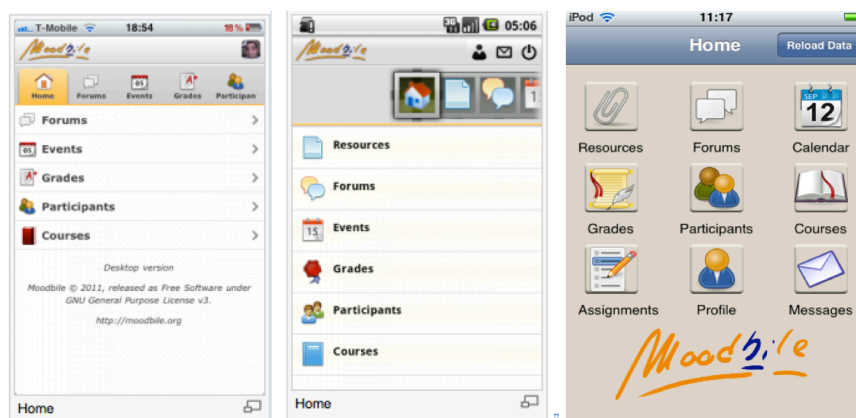


Figura 45: Pantalla principal dels tres clients de Moodbile (d'esquerra a dreta client HTML5, Android i iOS).

Font: Elaboració pròpia

Client HTML5

El client web està implementat en HTML 5.0 amb CSS3 (*Cascading Style Sheets*) per crear clients web lleugers. Per donar suport al client web, s'ha creat un connector AJAX (*Asynchronous JavaScript And XML*) compatible amb els missatges del protocol d'intercanvi de dades JSON (*JavaScript Object Notation*).

Les funcionalitats principals que ofereix aquest client són les següents:

- Assignments o tasques:
 - Mostrar les dades d'una tasca.
 - Enviar la resposta a una tasca de tipus "online".
- Calendari:
 - Mostrar els esdeveniments propers ordenats per data o mostrar tots els esdeveniments pendents.
 - Afegir, editar o esborrar esdeveniments de l'usuari o del curs.
- Cursos:
 - Mostrar la llista de cursos als quals està inscrit l'usuari.
 - Mostrar la llista d'activitats i recursos d'un curs.
- Fòrums:
 - Mostrar la llista de fòrums d'un curs.
 - Mostrar els temes de discussió d'un fòrum.
 - Crear un nou tema de discussió en un fòrum.
 - Mostrar els missatges d'un tema de discussió.
 - Esborrar una discussió.
 - Contestar, editar o esborrar un missatge.

- Notes o qualificacions:
 - Mostrar les notes de les diferents activitats d'un curs.
- Usuaris:
 - Mostrar el perfil de l'usuari actual o el de l'usuari seleccionat.
 - Mostrar la llista de participants del curs.



Figura 46: Llista de fòrums d'un curs i llista de temes de discussió d'un fòrum.

Font: Elaboració pròpia

CLIENT ANDROID

Android és un sistema operatiu, basat en Linux, per a dispositius mòbils com els telèfons mòbils intel·ligents i tablets, desenvolupat per Google en col·laboració amb la *Open Handset Alliance*. En un principi, Android va ser desenvolupat per Android Inc. (organització finançada per Google), i posteriorment, el 2005 va ser comprat per Google. Per donar suport al client Android, s'ha creat un connector JSON-RPC que suporta autenticació per a OAuth.

Les funcionalitats principals que ofereix aquest client són les següents:

- Connexió i desconnexió a diversos servidors de Moodle. L'autenticació de l'usuari al servidor pot ser per OAuth o per nom d'usuari i paraula clau.

- Recursos:
 - Visualitzar recursos sempre que el dispositiu tingui un visor instal·lat.
- Assignments o tasques:
 - Mostrar les dades d'una tasca.
 - Respondre una tasca de tipus “online” i “single upload” (es pot adjuntar un fitxer en la resposta).
- Calendari:
 - Mostrar els esdeveniments propers ordenats per data o mostrar tots els esdeveniments pendents.
- Cursos:
 - Mostrar la llista de cursos als quals està inscrit l'usuari.
 - Mostrar la llista d'activitats i recursos d'un curs.
- Fòrums:
 - Mostrar la llista de fòrums d'un curs.
 - Mostrar els temes de discussió d'un fòrum.
 - Crear un nou tema de discussió en un fòrum.
 - Mostrar els missatges d'un tema de discussió.
 - Esborrar una discussió.
 - Contestar, editar o esborrar un missatge.
- Notes o qualificacions:
 - Mostrar les notes de les diferents activitats d'un curs.
- Usuaris:
 - Mostrar el perfil de l'usuari actual o el de l'usuari seleccionat.
 - Mostrar la llista de participants del curs.

El procés de sincronització es pot configurar en funció de les necessitats de l'usuari i del tipus de connexió de què es disposi en aquell moment. Per exemple, l'ús de la connexió de tipus 3G és opcional i també ho és l'ús de la memòria cau (sistema d'emmagatzematge persistent al propi dispositiu mòbil) interna del dispositiu. Existeixen tres formes de treballar:

1. Treballar sempre en mode online, és a dir, totes les dades que es visualitzen a l'aplicació mòbil s'obtenen del servidor de Moodle, a través de la invocació dels serveis web de Moodbile.
2. Treballar sempre offline, és a dir, un cop s'ha autenticat l'usuari al servidor de Moodle, es descarreguen les dades dels seus cursos i a partir d'aquest moment l'usuari treballa sempre visualitzant les dades emmagatzemades a la memòria cau

del dispositiu. La sincronització amb el servidor és en aquest cas, explícita sota demanda de l'usuari.

3. Treballar amb temps de validesa de les dades emmagatzemades a la memòria cau. En aquest cas, l'usuari visualitza a la pantalla del dispositiu les dades emmagatzemades a la memòria cau del dispositiu fins que en un determinat moment, quan s'exhaureix un temps de validesa, es produeix la sincronització amb el servidor de Moodle de forma transparent a l'usuari.

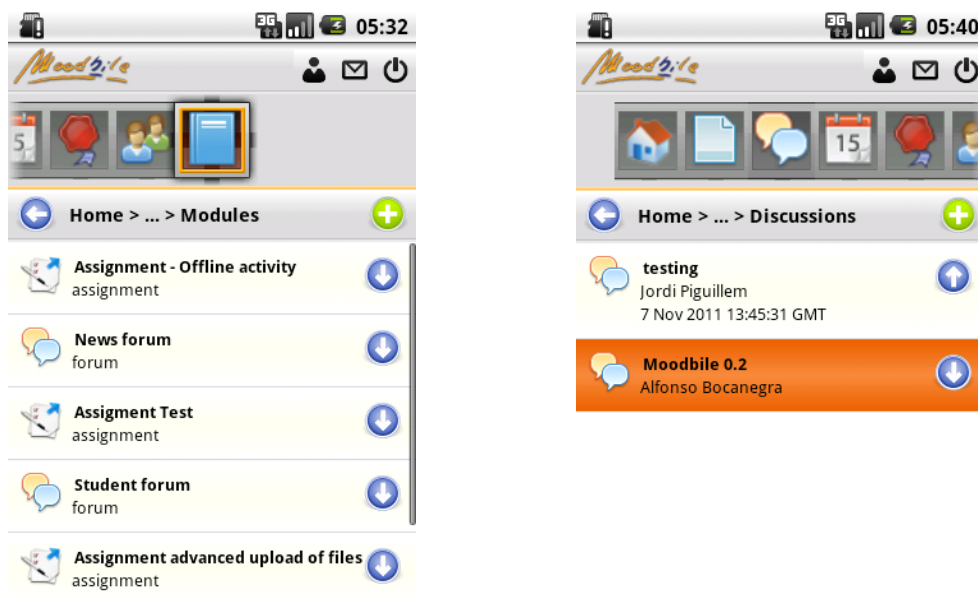


Figura 47: Llista de cursos i llista de mòduls d'activitat d'un curs.

Font: Elaboració pròpia

CLIENT iOS

El client està implementat per executar-se en el sistema operatiu iOS, desenvolupat per Apple, que neix de l'adaptació del sistema operatiu OS X de Mac per a dispositius mòbils com l'iPhone, l'iPad i altres dispositius com l'iPod Touch. Aquest client també utilitza el connector JSON-RPC.

Les funcionalitats principals que ofereix aquest client són les següents:

- Connexió i desconnexió a un servidor de Moodle predeterminat.
- Recursos:
 - Visualitzar recursos sempre que el dispositiu tingui un visor instal·lat.

- Assignments o tasques:
 - Mostrar les dades d'una tasca.
 - Enviar la resposta a una tasca de tipus "online".
- Calendari:
 - Mostrar els esdeveniments propers ordenats per data o mostrar tots els esdeveniments pendents.
- Cursos:
 - Mostrar la llista de cursos als quals està inscrit l'usuari
 - Mostrar la llista d'activitats i recursos d'un curs.
- Fòrums:
 - Mostrar la llista de fòrums d'un curs.
 - Mostrar els temes de discussió d'un fòrum.
 - Crear un nou tema de discussió en un fòrum.
 - Mostrar els missatges d'un tema de discussió.
 - Esborrar una discussió.
 - Contestar, editar o esborrar un missatge.
- Notes o qualificacions:
 - Mostrar les notes de les diferents activitats d'un curs.
- Usuaris:
 - Mostrar el perfil de l'usuari actual o el de l'usuari seleccionat.
 - Mostrar la llista de participants del curs.

La sincronització de dades d'aquest prototip és limitada i funciona de la forma següent. Cada vegada que l'usuari s'autentica al sistema es guarden les dades dels seus cursos en la memòria cau del dispositiu mòbil. A partir d'aquest moment totes les consultes es realitzen sobre aquesta memòria fins que l'usuari demana actualitzar les dades del seu dispositiu amb els canvis que hi hagi al servidor. Les actualitzacions realitzades per l'usuari (contestar una tasca, un missatge d'un fòrum, etc.) es fan si hi ha connectivitat amb el servidor. En cas contrari es mostra un missatge d'error a l'usuari.

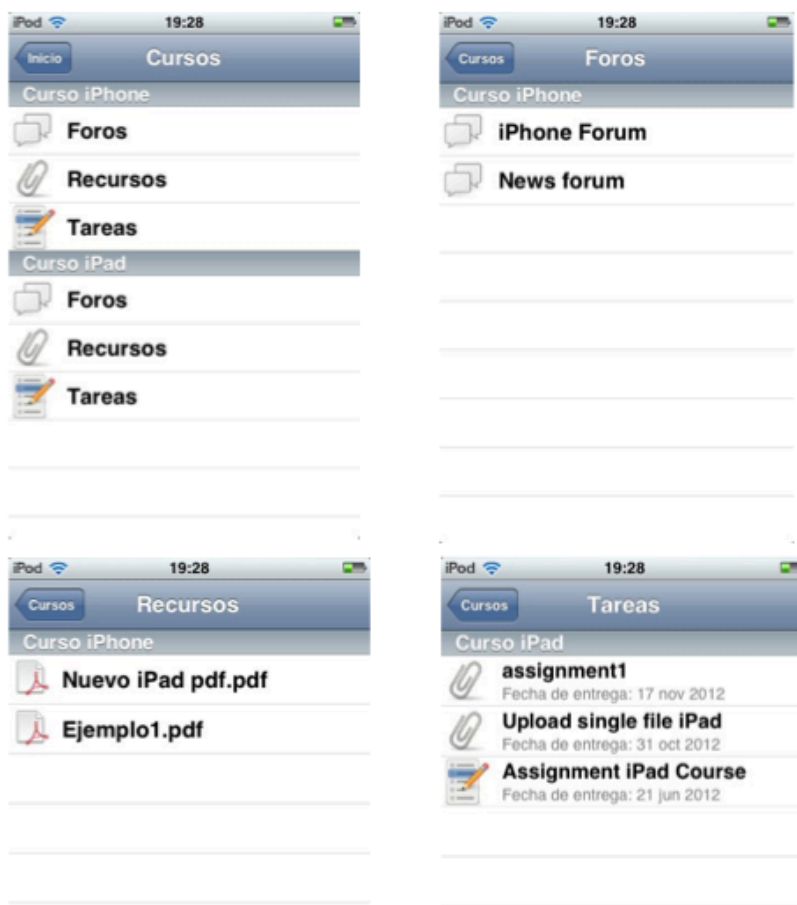


Figura 48: Llista de cursos, llista de fòrums d'un curs, llista de recursos d'un curs i llista de tasques d'un curs.

Font: Elaboració pròpia

2.8 Implementació

2.8.1 Equip de treball

L'equip del projecte Moodbile està format principalment per membres dels grups de recerca SUSHITOS de la UPC i GRIAL de la Universitat de Salamanca, estudiants de projecte de fi de carrera i becaris de totes dues universitats.

L'equip de Moodbile està format per:

- [Maria José Casañ](#): Project Strategy, Client Apps Project manager, Mobile Learning research advisor, Testing and QA.
- [Marc Alier](#): Project Manager, Moodbile evangelist.
- [Jordi Piguillem](#): Moodbile Server Project Manager, Architecture Designer, Lead Developer.
- [Nikolas Galanis](#): [Moodbile Server for Moodle](#) Developer, [Moodbile Spec](#).
- [Oscar Martinez Llobet](#): [Moodbile Server for Moodle](#) Developer, [Moodbile Spec](#).
- [Imanol Urra](#): [Moodbile HTML5 App](#) Developer.
- [Alfonso Bocanegra](#): [Moodbile Android App](#) Developer.

- [Thais Martinez](#): [Moodbile iOS App](#) Developer.
- [Enric Mayol](#): Software Engineering and Research Advisor.
- [Saul Cheung](#): Graphic Designer and accountancy.
- Jordi Lopez (Coke): Testing and QA, Communication.
- [Tomas Manzanares](#): Testing and QA, Communication.
- Miguel Angel Conde: Software Engineer and E-learning Research Advisor.

Amb un reconeixement especial per la feina en projectes relacionats de les persones següents:

- David Castro and Ferran Recio (UPCNET): Design of the prototype for the Moodle Webservices architecture Moodbile is built upon.
- Alberto del Pozo de Dios: Moodle Webservices development.
- Nazareth Álvarez Rosado: Mobile Content Adaption.
- David Jimenez Moodle: Moodle Webservices development.
- Ruben Berenger: Moodle Webservices development.

2.8.2 Metodologia

El projecte Moodbile és complex per diversos motius.

- És un projecte de software gran: volum important de línies de codi i funcionalitats.
- Engloba diversos components interrelacionats.
- Utilitza un conjunt molt heterogeni de tecnologies, algunes no gaire madures.
- Té dependències amb l'evolució del nucli de Moodle, del qual apareix una nova versió cada 6 mesos.
- Implica un equip de treball amb diferents coneixements, motivacions i dedicació.

El projecte Moodbile s'estructura en les següents grans tasques o subprojectes:

- Recerca.
- Comunicació.
- Infraestructures diverses.
- Moodbile Server for Moodle i Moodbile Spec.
- Moodbile Clients:
 - Moodbile HTML5 Client.

- Moodle Android Client.
- Moodle iOS Client.
- Proves i control de qualitat.

Amb l'objectiu de poder gestionar correctament les complexitats del projecte exposades anteriorment i poder coordinar els diversos subprojectes, aplica una metodologia de treball iterativa seguint l'esquema següent:

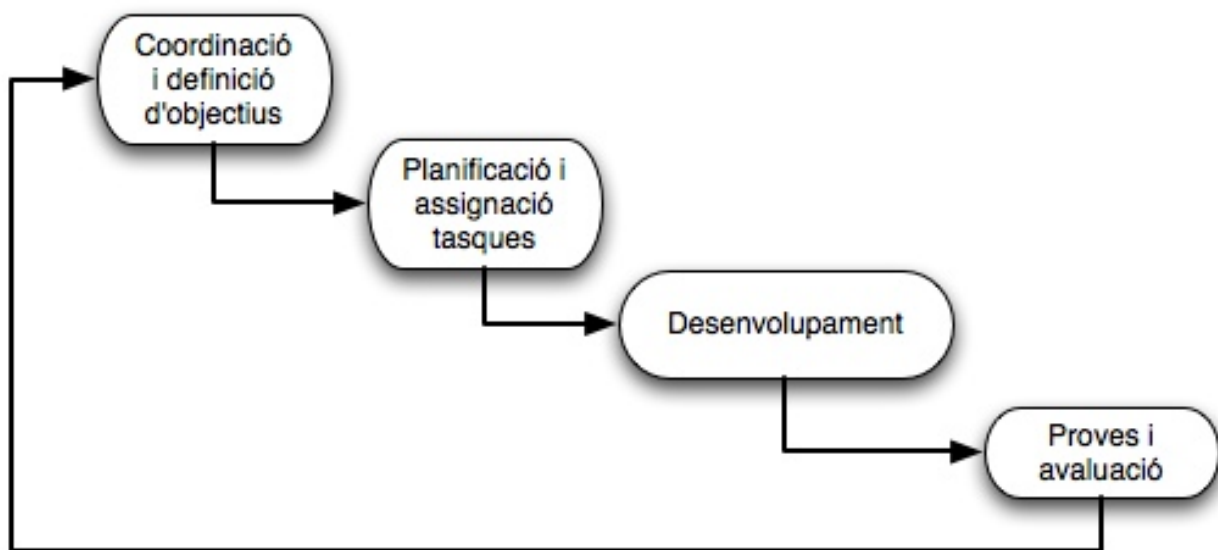


Figura 49: Metodologia de treball durant la implementació del projecte.

Font: Elaboració pròpia

Les activitats de “Coordinació i definició d’objectius” i “Avaluació” es realitzen conjuntament per a tots els subprojectes. La “Coordinació i definició d’objectius” té com a finalitat definir i prioritzar els objectius que s’han d’assolir en les properes iteracions per a cada subprojecte. Addicionalment, durant aquesta activitat és quan es defineixen les interfícies i protocols entre els diversos components del projecte i s’assegura una semàntica comuna.

Cada subprojecte aborda per separat les activitats de:

- Planificació i assignació de tasques: on s’estima l’esforç de les tasques assignades al subprojecte, es fa una planificació per a la iteració actual i s’assignen les tasques als membres del subprojecte.
- Desenvolupament.
- Proves.

- Avaluació.

La durada de les iteracions és variable en funció del calendari i solapament amb altres projectes dels grups de recerca. En general la duració mitjana de les iteracions és de 3 a 4 setmanes.

2.9 Eines i software de sistemes d'informació

Per al desenvolupament del projecte Moodbile s'empren les següents eines i software de sistemes d'informació:

- **Gestió de tasques:** Per a l'assignació, gestió i seguiment de tasques en el projecte s'utilitza el software open source TRAC (<http://trac.edgewall.org/>). Cada subprojecte té un espai trac propi on es defineixen les tasques que s'han de realitzar agrupades per fites i on s'informa dels errors i les incidències que cal resoldre. El sistema trac s'ha configurat amb dos plug-ins per poder navegar pel codi font i per vincular les tasques amb les actualitzacions fetes al repositori de codi.
- **Repositori de codi:** El codi dels diversos projectes Moodbile està gestionat en un repositori amb control de versions GIT (<http://git-scm.com>). S'ha decidit emprar GIT pels motius següents:
 - Disposar d'un únic repositori central amb el codi font i altres fitxers.
 - La separació per subprojectes en subrepositoris.
 - El sistema control de versions.
 - La integració amb el sistema de gestió de tasques trac.
 - La gestió de branques desenvolupament.
- **Documentació online:** El projecte Moodbile genera una gran quantitat de documentació tècnica tant per als desenvolupadors del projecte, com per als usuaris del producte. Per això s'ha posat en marxa un lloc web Mediawiki (<http://mediawiki.org>) a la direcció <http://docs.moobile.org>.

Un dels elements més importants i complexos de gestionar de la documentació de Moodbile és la Moodbile Spec (l'API de Serveis Web que comunica el Moodbile Server for Moodle i els clients). Aquesta API és molt extensa i és important que sigui acurada i estigui actualitzada. Per resoldre aquesta complexitat s'ha desenvolupat un plug-in de Moodbile que genera

automàticament la documentació de la Moodbile Spec a partir del codi font i la publica en el servidor mediawiki de forma automàtica.

The screenshot shows a MediaWiki page for 'Moodbile WS Documentation v0.3'. At the top left is the Moodbile logo. Below it is a navigation sidebar with sections: 'Navigation' (Moodbile Docs, Moodbile Services Specification, Roadmap, Tracker, Layers4Moodle Project), 'Resources' (Moodbile.org, Moodbile demo, Downloads, SUSHTOS Research), and 'Toolbox' (What links here, Related changes). The main content area has a 'Page' tab set to 'Discussion', a 'Read' tab set to 'View source', and a search box. The title is 'Moodbile WS Documentation v0.3' with a note '(Redirected from Moodbile WS Latest Version Documentation)'. Below the title is a 'Contents [hide]' table of contents listing 14 items: 1 assignment, 2 blog, 3 calendar, 4 course, 5 files, 6 forum, 7 grade, 8 group, 9 lang, 10 message, 11 quiz, 12 resource, 13 system, 14 user. The 'assignment' section is highlighted in blue, and the start of the content is visible: 'mbl assign get assignment by id'.

Figura 50: Moodbile Spec generada automàticament a partir del codi font.

Font: http://docs.moodbile.org/index.php/Moodbile_WS_Latest_Version_Documentation (dades de: setembre 2012)

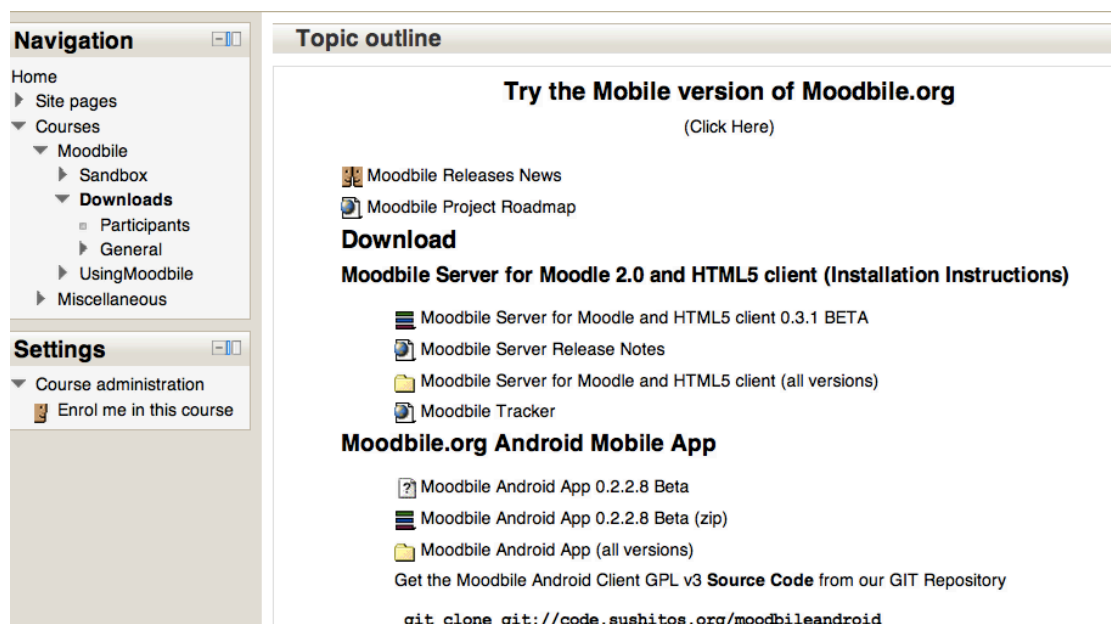
- La **Web Moodbile.org**: El 30 de novembre del 2011 l'equip del projecte Moodbile va fer pública la release 0.2 de Moodbile Server for Moodle, Moodbile HTML5 client i el Moodbile Android Client. Com a plataforma de comunicació i difusió es va desenvolupar i posar online el web Moodbile.org. A continuació es descriu l'estructura i serveis del web Moodbile.org.

<http://Moodbile.org> és una instal·lació de Moodle 2.1 en la qual s'ha afegit el Moodbile Server for Moodle i s'hi han configurat els clients HTML5 i Android. Així doncs, es pot accedir a la web de Moodbile a través del mateix Moodbile.

El lloc web Moodbile.org proporciona els següents continguts:

- Home page: Pàgina principal amb informació genèrica del projecte.
- Sandbox: Curs per fer proves.

- Using Moodbile: On s'ofereixen recursos i fòrums de suport als usuaris i desenvolupadors.
- Downloads: On s'organitzen totes les descàrregues i la informació sobre les diverses "releases".
- Documentation: Wiki, basat en mediawiki i hostatjat a la URL <http://docs.moodbile.org>, és a la vegada una eina de treball de l'equip del projecte Moodbile (com s'ha explicat amb anterioritat) i una eina de publicació de documentació.
- Blog: Blog basat en Wordpress (<http://wordpress.org>) per comunicar notícies relacionades amb el projecte.



The screenshot shows a web interface with a left sidebar and a main content area. The sidebar contains a 'Navigation' menu with links like Home, Site pages, Courses, Moodbile, Sandbox, Downloads, Participants, General, UsingMoodbile, and Miscellaneous. Below it is a 'Settings' section with 'Course administration' and 'Enrol me in this course'. The main content area has a 'Topic outline' header and a section titled 'Try the Mobile version of Moodbile.org' with a '(Click Here)' link. Below this, there are links for 'Moodbile Releases News' and 'Moodbile Project Roadmap'. A 'Download' section follows, with a sub-heading 'Moodbile Server for Moodle 2.0 and HTML5 client (Installation Instructions)'. This section lists several download options: 'Moodbile Server for Moodle and HTML5 client 0.3.1 BETA', 'Moodbile Server Release Notes', 'Moodbile Server for Moodle and HTML5 client (all versions)', and 'Moodbile Tracker'. Another section, 'Moodbile.org Android Mobile App', lists 'Moodbile Android App 0.2.2.8 Beta' (twice, once with a question mark icon and once as a zip file), and 'Moodbile Android App (all versions)'. It also includes the text 'Get the Moodbile Android Client GPL v3 Source Code from our GIT Repository' and a code block: `git clone git://code.sushitos.org/moodbileandroid`.

Figura 51: Pàgina de descàrregues de Moodbile.org.

Font: <http://www.moodbile.org/course/view.php?id=4> (dades de: setembre 2012)

A continuació es presenten algunes estadístiques i dades d'ús de lloc web de Moodbile.org.

Usuaris Registrats: 372

Visites des de 30-11-2011: 50.521

Descàrregues de Moodbile Server for Moodle: 396

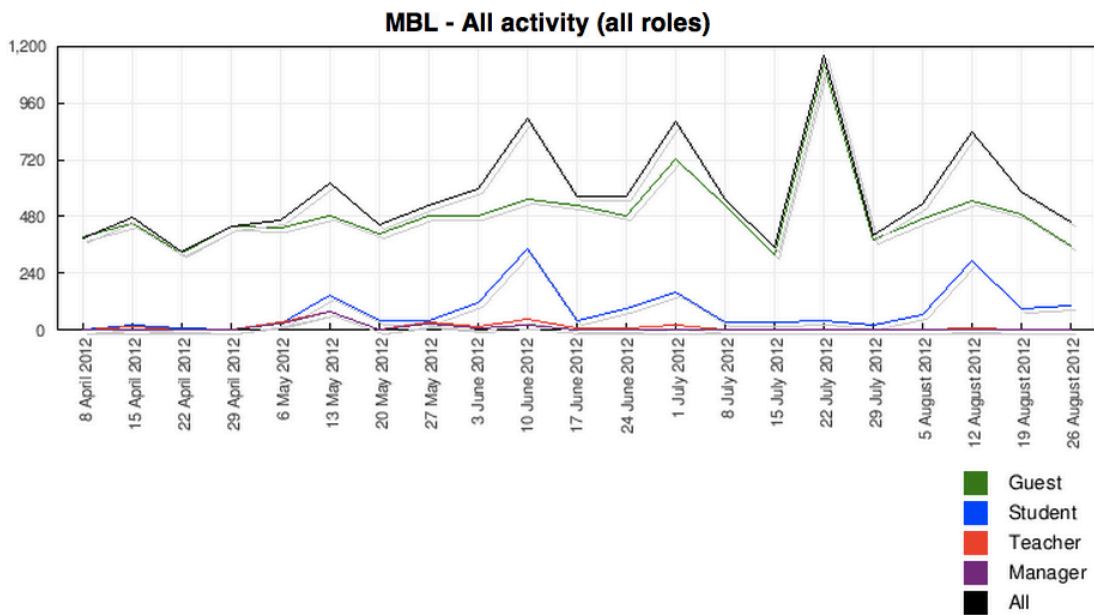


Figura 52: Activitat de la home page del projecte en el període abril 2012 - agost 2012.

Font: Elaboració pròpia

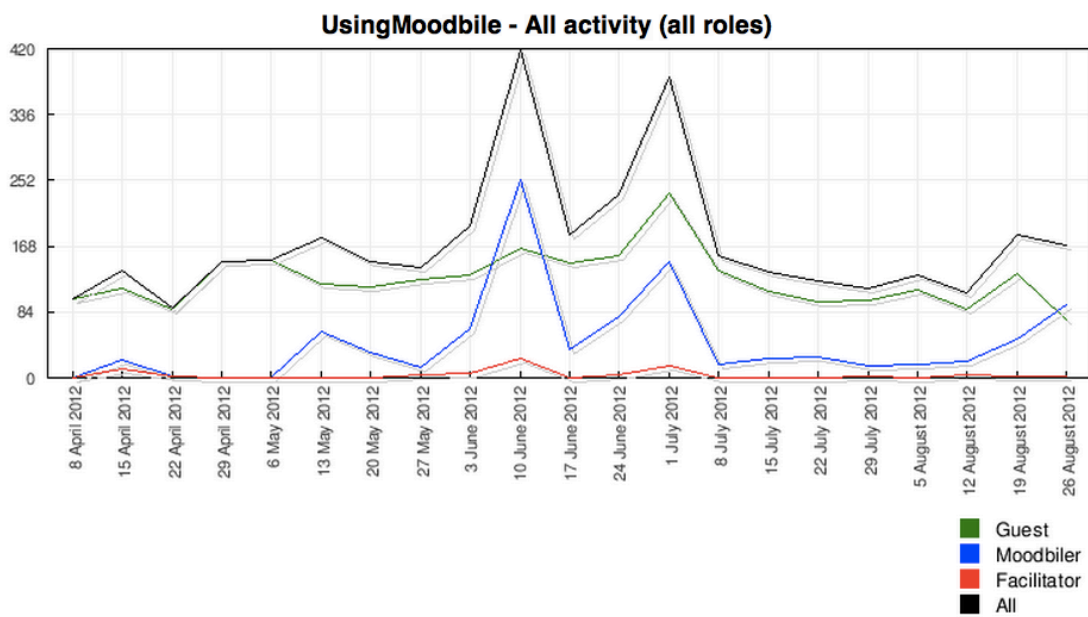


Figura 53: Activitat del curs de suport (Using Moodbile) en el període abril 2012 - agost 2012.

Font: Elaboració pròpia

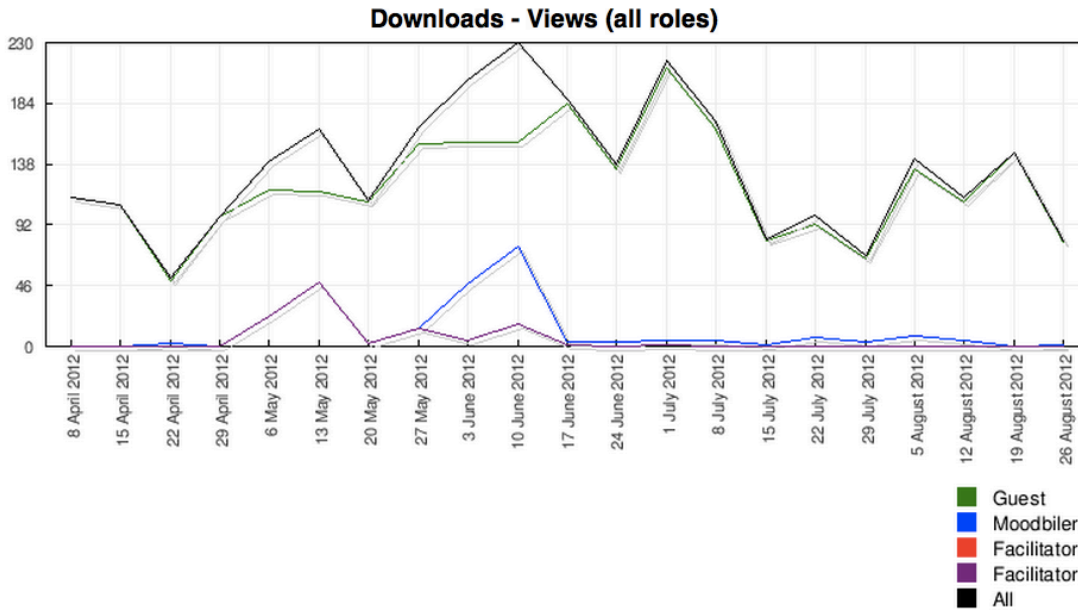


Figura 54: L'espai de descàrregues del projecte en el període abril 2012 - agost 2012.

Font: Elaboració pròpia

2.10 Llicències, copyright i propietat intel·lectual

La Moodbile Spec i tota la documentació relativa a Moodbile s'ha publicat sota la llicència *Creative Commons Attribution Non-Commercial Share Alike* (GPL) v3.0 (Creative Commons, 2012).

Tot el codi publicat fins l'agost del 2012 del projecte Moodbile s'ha publicat amb llicència GPL v3.0. La majoria dels fitxers del codi contenen la següent notificació de copyright:

```

1
2 // This file is part of Moodbile -- http://moodbile.org
3 //
4 // Moodbile is free software: you can redistribute it and/or modify
5 // it under the terms of the GNU General Public License as published by
6 // the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or
7 // (at your option) any later version.
8 //
9 // Moodbile is distributed in the hope that it will be useful,
10 // but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of
11 // MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the
12 // GNU General Public License for more details.
13 //
14 // You should have received a copy of the GNU General Public License
15 // along with Moodbile. If not, see <http://www.gnu.org/licenses/>.
16
17 /**
18  * Moodbile Server Library
19  *
20  * @package MoodbileServer
21  * @copyright 2010 Maria José Casany, Marc Alier, Jordi Piguillem, Nikolas Galanis
22  * @copyright 2010 Universitat Politècnica de Catalunya - Barcelona Tech http://www.upc.edu
23  *
24  * @author Jordi Piguillem
25  * @author Nikolas Galanis
26  * @author Oscar Martínez Llobet
27  *

```

```
28 * @license http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html GNU GPL v3 or later
29 *
30 */
```

Figura 55: Condicions llicència GPL v3.0.

Font: (Creative Commons, 2012)

El motiu per haver triat la GPL v3 rau en el fet que Moodle es distribueix sota la mateixa llicència de software lliure: GPL v3. Aquesta llicència és “vírica”, és a dir, si un software X usa codi llicenciat amb GPL v3 les condicions d’ús de la GPL v3 s’han de garantir també en aquest software X. Alguns fitxers de Moodle Server contenen fragments de codi font de Moodle copiat i adaptat. Així doncs, o bé Moodle ha de mantenir la mateixa llicència GPL v3 o caldria un estudi legal molt tediós per determinar la compatibilitat de la llicència escollida. Mantenint GPL v3 en tot el projecte garantim la compatibilitat legal.

El problema amb iOS

Pel que fa al client de Moodle per a iOS hi ha una complicació. Els termes d’ús de l’AppStore d’Apple (la botiga virtual a través de la que es poden distribuir legalment les “Apps” (és el nom amb què es coneixen les aplicacions per a iPhone, iPod Touch i iPad) no permeten a un desenvolupador publicar el codi de la seva aplicació. Hom pot utilitzar una llibreria de software lliure sempre que aquesta llibreria no obligui a la redistribució del codi, com és el cas de la GPL.

Així doncs hi ha una complicació legal per publicar el codi font del client d’iOS com a software lliure i vendre (encara que sigui de franc) el client de Moodle per a iOS a l’AppStore. En el futur caldrà decidir com s’ha de fer públic aquest client (que no es troba en prou estat de maduresa) i sota quina llicència. En cas de fer open source el codi s’haurà d’optar per una llicència “no vírica” com la llicència Apache v2.0 (Llicència Apache, 2012), que permetria fer modificacions al codi font sense haver-les de tornar a publicar amb la mateixa llicència. D’aquesta manera una escola podria crear (o simplement compilar) una aplicació a partir codi font i vendre’l a l’AppStore. En tot cas la decisió no s’ha pres en el moment de redactar aquest document.

2.11 Prova pilot

Fins a dia d’avui s’ha realitzat una prova pilot de Moodle per determinar si oferir l’accés a Moodle des de dispositius mòbils té un impacte positiu, negatiu o no influeix en absolut en el procés d’aprenentatge. Aquesta prova pilot s’ha fet en el context de l’assignatura de Gestió de Projectes, una assignatura d’últim any de la Llicenciatura de Ciències de la Computació

impartida a la Universitat de Salamanca. A la prova hi han participat 40 alumnes que ja havien utilitzat Moodle prèviament a l'assignatura. Durant l'experiència, el professor proposa als alumnes participar en un fòrum un debat sobre un mètode per estimar els costos d'un projecte de software basat en la complexitat de casos d'ús.

La metodologia emprada durant la prova és un disseny quasi-experimental (Campbell & Stantley, 1963) (Campbell & Stantley, 1970). Aquesta metodologia implica definir una hipòtesi que es comprova aplicant un pre-test al començament i un post-test al final a dos grups: el grup experimental i el grup de control. Els estudiants del grup experimental són els que proven el sistema (en aquest cas Moodbile per accedir al fòrum i discutir sobre el tema de debat) mentre que els estudiants del grup de control no. Després de l'experiment, s'analitzen els resultats utilitzant tècniques probabilístiques.

La hipòtesi d'aquesta prova ha sigut "Els estudiants valoren com un element positiu tenir una versió mòbil de Moodle en el procés d'aprenentatge". La variable que es vol mesurar és "l'impacte de la introducció de Moodbile a l'aula". Per fer la valoració l'estudiant haurà de dir si està:

- 1) Totalment en desacord.
- 2) En desacord.
- 3) Indiferent.
- 4) D'acord.
- 5) Molt d'acord.

S'han realitzat dos tests als estudiants, un al començament de l'experiment (pre-test) i un a l'acabament (post-test). En la prova realitzada al començament es pregunta el següent:

- I.1. De vegades utilitzo el meu smartphone per accedir a Moodle i els seus recursos.
- I.2. Puc emprar el meu telèfon mòbil per aprendre a través d'eines en línia i algunes aplicacions mòbils.

En acabar l'experiment es pregunta si:

- I.3. L'ús d'aplicacions mòbils, nadiues i funcionalitats de Moodle al mòbil m'ajuden a aprendre.

S'accepta com a vàlida la hipòtesi si els resultats del pre-test són similars en els dos grups (fet que indica que els dos grups tenen un coneixement semblant al començament de la prova) i els resultats del post-test són diferents als dos grups.

Per comprovar la hipòtesi s'aplica la prova estadística T de Student per a mostres independents. Els resultats de la prova es poden veure a la taula següent. En aquesta taula, les dues primeres columnes són la mitjana del grup experimental i la seva desviació estàndard, a continuació la mitjana i desviació estàndard del grup de control, el resultat de la prova de contrast i la significació bilateral.

Pre-test results for Student's T test						
$VD_{pretest}$	\bar{X}_E	S_{X_E}	\bar{X}_C	S_{X_C}	t	ρ
I.1	2,70	1,081	2,85	1,348	-0,388	0,700
I.2	3,15	0,933	2,75	1,209	1,172	0,249
Post-test results for Student's T test						
I.3	4,05	0,759	3,35	0,988	2,512	0,016

Taula 7: Resultats de les proves estadístiques T de Student.

Font: (Casany, Alier, Mayol, et al., 2012b)

En aquesta taula es pot veure que en el pre-test (I.1 i I.2), els resultats dels dos grups són semblants, i que en el post-test (I.3), els resultats dels dos grups són diferents. Cal destacar que al pre-test, els valors de la mitjana estan entre 2 i 3, fet que indica que molts estudiants no utilitzaven dispositius mòbils per accedir al LMS. També és interessant notar que al post-test, la mitjana del grup experimental és més alta (4,05), cosa que indica que els estudiants que han participat en l'experiment consideren útil el sistema.

Finalment, es va realitzar una breu enquesta sobre l'experiència als estudiants del grup de control. La pregunta plantejada va ser "Després d'usar el fòrum de Moodle des de dispositius mòbils considero que eines com aquesta m'ajuden a participar en el fòrum i l'aprenentatge és més atractiu". El 85% dels estudiants van estar d'acord o molt d'acord amb l'afirmació.

2.12 Conclusions

El projecte Moodbile pretén donar una solució al problema de la integració d'aplicacions de m-learning amb el LMS Moodle. La Moodbile Spec ofereix els serveis definits per Moodbile que estenen els disponibles a Moodle 2.0. Moodbile Server for Moodle és una extensió de l'arquitectura de serveis web de Moodle 2.0 que té els avantatges següents:

- Està basat en una arquitectura extensible, on es poden afegir nous serveis fàcilment.
- Suporta la incorporació de nous protocols de comunicació.
- Es pot modificar fàcilment quan aparegui una nova versió de Moodle.

Moodbile Server for Moodle s'ha dissenyat basant-nos en les necessitats de l'usuari en lloc d'intentar optimitzar tasques administratives com els serveis web de Moodle 2.0. Aquest és el motiu pel qual aquesta extensió no segueix moltes de les premisses que s'han aplicat per dissenyar els serveis web de Moodle.

Finalment, les dues aplicacions mòbils nadiues desenvolupades intenten aprofitar al màxim les característiques de la plataforma hardware. L'aplicació web és una alternativa per als dispositius que utilitzen altres sistemes operatius.

Resum i conclusions part III

L'educació és un dels Objectius del Mil·lenni pel desenvolupament. Les TIC mòbils aplicades a l'educació són una eina que pot contribuir a trencar la fractura digital i així ho corrobora la UNESCO, que aposta pel m-learning com a línia estratègica per aconseguir l'educació per a tots (UNESCO, 2010). En concret, el m-learning FOSS desenvolupat localment pot contribuir positivament al desenvolupament.

Però, el m-learning té algunes contrapartides, com per exemple, la manca de suport per part de moltes institucions educatives per introduir-lo o la manca de formació de part del professorat que l'ha d'utilitzar. Moltes institucions educatives són reticents a introduir solucions de m-learning i segueixen emprant els LMS com a plataformes bàsiques d'e-learning.

Existeix, doncs, una separació entre el món de les plataformes d'e-learning i del m-learning, que es podria solucionar integrant les aplicacions de m-learning en els processos o activitats de e-learning. En aquest context, el projecte Moodbile pretén ser una solució a aquest problema, proposant una solució d'integració de les aplicacions de m-learning amb un LMS OS, Moodle.

Aquest treball proposa estendre les funcionalitats de Moodle al món dels dispositius mòbils, per poder definir aplicacions mòbils que repliquin alguns dels serveis oferts per l'LMS des d'aquests dispositius.

Per fer-ho, s'estudien quines funcionalitats de Moodle tenen sentit en un escenari amb aplicacions clients mòbils fent una revisió de la literatura sobre el tema i analitzant els logs de la plataforma Atenea de la UPC. La prioritització de les diferents funcionalitats es fa tenint en compte dos factors: 1) a quines activitats s'hi accedeix més segons les dades d'Atenea analitzades, i 2) l'esforç d'implementar-les utilitzant l'arquitectura de serveis web de Moodle 2.0 disponible.

Per decidir com s'han d'estendre els serveis web de Moodle 2.0 per poder donar suport a la mobilitat, el projecte Moodbile proposa una solució arquitectònica en què s'estenen les funcionalitats del nucli de Moodle, les funcionalitats de la capa External i els connectors.

Adicionalment, el projecte Moodbile intenta seguir la guia proposada a les conclusions de la part 2 per definir projectes de m-learning més durables (Casany, Alier, & Barceló, 2012).

- En primer lloc Moodbile és un projecte obert a la participació de terceres persones a través de l'extensió dels serveis de Moodbile gràcies a la definició d'una capa d'interoperabilitat extensible, sobre la qual s'ofereix documentació sobre com invocar cada servei. També s'ofereixen diferents tipus de connexió al LMS i la possibilitat de definir-ne de nous. Finalment, Moodbile té extensions (lang) que en permeten la internacionalització i es poden crear clients ad hoc adaptats a les necessitats específiques locals – necessitats funcionals, d'accessibilitat o de qualitat de connexió (sistema de memòria cau i sincronització). El fet que Moodbile sigui un projecte de software lliure GPL v3.0 també contribueix a la utilització de pràctiques col·laboratives i participatives.
- Promoure l'educació sobre les TIC. Com que el projecte Moodbile és un projecte open source està disponible el codi font de tot el projecte. A més, existeix documentació sobre els serveis web desenvolupats per Moodbile. Finalment, les aplicacions clients mòbils són implementacions que il·lustren l'ús dels serveis des de diferents llenguatges de programació.
- Col·laborar amb participants externs. El projecte Moodbile s'ha desenvolupat amb la col·laboració del grup de recerca Grial de la Universitat de Salamanca.
- Existència d'un pla per garantir la viabilitat financera del projecte. Moodbile és un projecte molt ampli que cobreix necessitats d'interconnexió. SUSHITOS té un pla continuat d'utilitzar Moodbile com a base tecnològica per a diversos projectes de recerca i desenvolupament, de manera que projectes que no necessàriament tenen com a objectiu l'evolució i desenvolupament de Moodbile es beneficien de les tecnologies que desenvolupem i hi contribueixen en diners i esforços.
- Es fa ús de la tecnologia mòbil com a plataforma TIC bàsica.
- S'utilitza i es contribueix al FOSS.
- El software desenvolupat ha de poder-se traduir a l'idioma de la gent que emprarà el projecte. En aquest sentit Moodbile ofereix serveis de lang que permeten traduir l'aplicació a qualsevol dels idiomes a què està traduït Moodle.
- El software ha de poder ser escalable i actualitzable localment. Això es possible gràcies a l'arquitectura definida i al fet que el codi font de projecte estigui disponible.
- El software ha de ser usable. Moodbile és un projecte que sorgeix per resoldre els problemes d'usabilitat de Moodle en pantalles petites.

Com a possible treball futur estan previstes diverses línies, que es resumeixen a continuació.

- a. Realitzar tasques de comunicació i difusió del projecte Moodbile definint i impulsant projectes pilots.
- b. Introduir en Moodbile activitats d'aprenentatge centrades en l'estudiant i en la seva xarxa personal d'aprenentatge, que aprofitin les característiques dels dispositius mòbils. Aquestes activitats "especials" hauran de tenir la seva contrapartida a la banda del LMS. Concretament, es vol evolucionar la Moodbile Spec per permetre que aplicacions educatives externes (mòbils i de *cloud computing*) puguin comunicar-se amb el curs virtual fent explícites les activitats realitzades des dels dispositius mòbils, permetent que es comparteixin i enregistrant l'aprenentatge obtingut al LMS.
- c. Fer que Moodbile Server for Moodle sigui un projecte en si mateix, en lloc d'una extensió per Moodle, com ho és la versió actual. La idea principal és seleccionar aquelles característiques de Moodle que són interessants per Moodbile i eliminar-ne la resta. Aquesta idea pot ser interessant en entorns que necessiten un sistema de suport al m-learning "out of the box". Així doncs s'ha considerat la opció de distribuir una versió de Moodle mínima més Moodbile ja preconfigurada per donar suport al m-Learning. És el que es podria anomenar Moodbile Server. En el cas que Moodbile Server esdevingués un producte totalment independent de Moodle, dissenyat per ser instal·lat a part, sorgeix una pregunta: Com encaixaria Moodbile Server en l'estratègia TIC d'organitzacions que ja tenen Moodle com a plataforma d'LMS? Una possible resposta arriba de la mà de Moodle HUB. Es tracta d'una tecnologia integrada en Moodle que permet que diversos servidors comparteixin alumnes i cursos. És a dir, que els alumnes d'un servidor s'inscriguin en un curs en un altre servidor. Si Moodbile Server no elimina la funcionalitat de Moodle HUB, Moodbile Server podria ser un element més connectat a Moodle HUB.

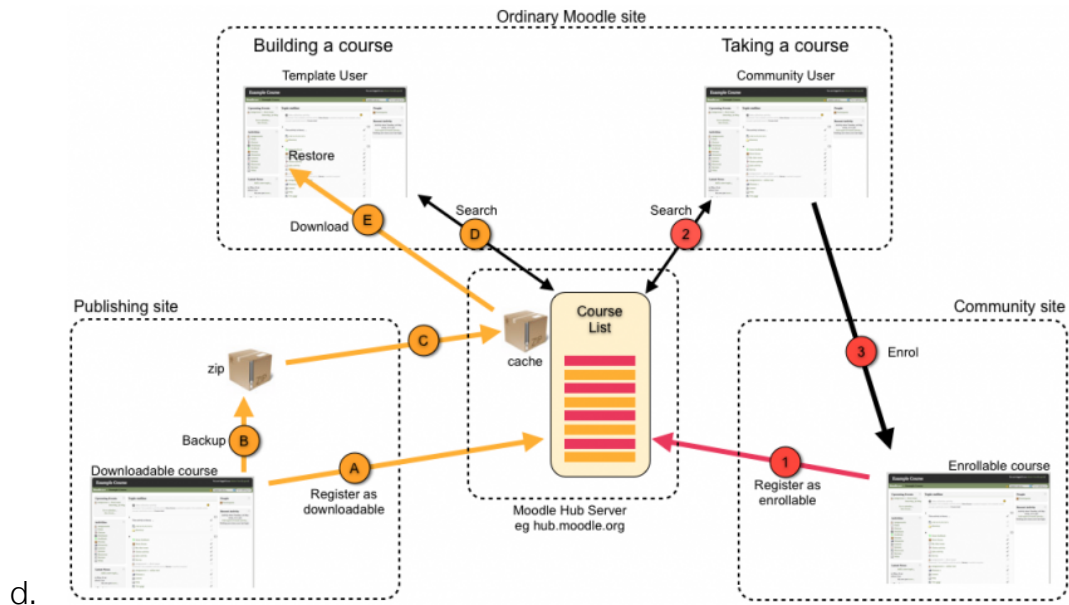


Figura 56: Esquema de Moodle HUB.

Font: <http://docs.moodle.org/23/en/File:Community-hubs-flowchart.png> (consultada: setembre 2012)

Finalment, s'adjunta una llista de publicacions que ha produït aquest treball.

Articles en revistes científiques indexades:

[1]. Casany, M. J., Alier, M., Mayol, E., Piguillem, J., Galanis, N., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2012). Moodbile: A Framework to integrate m-learning applications with the LMS. *In Journal of Research and Practice in Information Technology*, 44(2), 41-61

Index measuring impact: 0.105 Impact measuring agency: SCI

[2]. Alier, M., Casany, M. J., & Casado, P. (2009). J2MEMicroDB: a new Open Source lightweight database engine for J2ME mobile devices. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(3), 303-309.

Index measuring impact: 0.938 Impact measuring agency: ISI

[3]. Alier, M.; Casañ, M.; Conde, M.; García, F.J.; Severance, C. (2009), Interoperability for LMS: The Missing Piece to Become the Common Place for Elearning Innovation. *Lecture notes in computer science*. 5736, pp. 286 - 295.

Index measuring impact: 0.513 Impact measuring agency: ISI

Articles en congressos:

- [4]. Casany, M. J., Alier, M., & Mayol, E. (2012). Using LMS activity logs to measure mobile access. *In Proceedings of third International Conference of Technology Enhanced Learning*. Barcelona (Spain).
- [5]. Casany M.J, Alier M., Galanis, N., Mayol, E. & Piguillem, J. (2012). Analyzing Moodle/LMS Logs to Measure Mobile Access. *In Proceedings of Sixth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (UbiComm)*, 35-40. Barcelona (Spain).
- [6]. Casany, M. J., Alier, M., & Barceló, M. (2012). Integration of M-Learning and LMS: a Sustainability Approach. In Proceedings of the The Simposio Internacional Informatica Educativa (SIIE). (In Press).
- [7]. Casany, M. J., & Alier, M. (2011). An asset for sustainable development in developing countries? In Proceedings of the *Learning and Sustainability Conference: The new Ecosystem of Innovation and Knowledge*. Dublin (Ireland).
- [8]. Alier, M., & Casany, M. J. (2008). Moodbile: Extending Moodle to the Mobile on/offline Scenario. *In Proceedings of the IADIS Mobile Learning Conference*, 11-18. Algarve (Portugal).
- [9]. Alier, M., Casany, M., & Casado, P. (2007). A Mobile extension to a web based Moodle virtual classroom. *In Proceedings of the eChallenge Conference*, vol. 4, pp. 1169–1176. La Haya (Neederlands).

Capítol de llibre:

- [10]. Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2009). Towards Mobile Learning Applications Integration with Learning Management Systems. *Multiplatform e-learning systems and technologies: mobile devices for ubiquitous ICT-based education*, 182-194. New York: Hershey.

ANEXES

ANEX A: Using Moodle Webservices Authentication from an External Application

1. Introduction

Moodle 2.0 provides several authentication methods for external applications that want to use WS to access Moodle functionalities. These authentication methods are described next¹⁵.

- 1) Moodle simplified Web Services. In this method the external application must send a username and password each time it invokes a Moodle WS. This username is not the regular Moodle username. It is a special user account created specially for WS use. This option includes the possibility of using an external server with a fix IP address to increase security.
- 2) Moodle general Web Services. It enables regular Moodle users to use some restricted parts of the WS API using a security token to authenticate. The security token is user, context and purpose specific and is generated in the regular Moodle web interface. The security token can be created either by the Moodle administrator or by the user himself (if he has create token).

2. Using Moodle Webservices Authentication from Mobile Applications

Our goal is to create mobile client applications that can access Moodle 2.0 functionalities using the WS layer. To do this, the user of the mobile application must be authenticated somehow to access her Moodle courses, events etc.

The authentication methods described previously, present serious problems when used from mobile applications. These problems are described below.

- 1) Using Moodle simplified Web Services has security problems because a username and password are send from a mobile phone. Although it is a special username used only from WS it is send using the wifi from a mobile phone and therefore can be hacked. The second problem of this authentication method is its configuration complexity. The main steps to configure a Moodle server to allow external applications to use simplified web services are:

¹⁵ Description of the Authentication Methods usign WS: http://docs.moodle.org/dev/External_services_security (consultada: maig 2012)

- a. Logged as an administration in the regular web interface, create a new user account for WS use.
 - b. Enable WS authentication plugin.
 - c. In the new user profile, change authentication method for WS.
 - d. Enable WS layer plug in.
 - e. Add the new user to the list of users allowed to use specific WS.
 - f. Set up user permissions for WS. Assign user capabilities required to execute each function.
- 2) Using Moodle General Web Services, the user must copy and paste a fix token from the mobile application. A specific token is link to one service. This token is fix so it can be hacked.

ANEX B: Sigles i acrònims

AAO	Aprenentatge Assistit per Ordinador
AJAX	A synchronous J avaScript A nd X ML
CMMAD	Comissió Mundial pel Medi Ambient i el Desenvolupament
CBT	Computer Based Training
CSS3	Cascading Style Sheets
DEDS	Decenni de les Nacions Unides de la Educació pel Desenvolupament Sostenible
DMCA	Digital Millenium Copyright Act
DRM	Digital Rights Management
DS	Desenvolupament Sostenible
DSL	Digital Subscriber Line
EPA	Environmental Protection Agency
ERP	Enterprise Resource Planning
FOSS	Free Open Source Software
FOSS4D	FOSS for Development
FSF	Free Software Foundation
GSM	Global System for Mobile Communications
GPRS	General Packet Radio Services
GPS	Global Positioning System
IMS	
IMS AF	IMS Abstract Framework
IMS TI	IMS Tools Interoperability
IOD	Índex d'oportunitat digital
ITIE	Institut per les Tecnologies de la Informació a l'Educació

JSON	JavaScript Object Notation
LMS	Learning Management Systems
MDG	Millenium Develoopment Goals
MW4D	Mobile Web for Development
OKI	Open Knowledge Initiative
OLPC	One Laptop per Child
OSI	Open Source Initiative
PC	Personal Computer
PDA	Personal Data Assistant
PLE	Personal Learning Environment
REST	Representational State Transfer
RFID	R adio F requency ID entification
SI	Societat de la Informació
SOA	Service Oriented Architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
TIC	Tecnologies de la Informació i la Comunicació
UIT	Unió Internacional de Telecomunicacions
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Systems
VLE	Virtual Learning Environments
WSIS	World Submit on the Information Society
XML-RPC	XML Remote Procedure Call

ANEX C: Llista de serveis web creats per Moodbile v0.3

1) Assignment webservices

[mbi_assign_get_assignment_by_id](#)

[mbi_assign_get_assignments_by_courseid](#)

[mbi_assign_get_submission_by_assignid](#)

[mbi_assign_get_submission_files](#)

[mbi_assign_submit_online](#)

[mbi_assign_submit_singleupload](#)

[mbi_assign_submit_upload](#)

2) Blog webservices

[mbi_blog_create_post](#)

[mbi_blog_edit_post](#)

[mbi_blog_get_posts_by_courseid](#)

[mbi_blog_get_posts_by_userid](#)

3) Calendar webservices

[mbi_calendar_create_event](#)

[mbi_calendar_delete_event](#)

[mbi_calendar_export_events](#)

[mbi_calendar_get_events](#)

[mbi_calendar_update_event](#)

4) Course webservices

[mbi_course_get_course_modules](#)

[mbi_course_get_courses_by_userid](#)

5) File webservices

[mbf_files_get_file_url](#)

[mbf_files_get_user_filesinfo](#)

[mbf_files_upload](#)

6) Forum webservices

[mbf_forum_create_discussion](#)

[mbf_forum_create_post](#)

[mbf_forum_delete_discussion](#)

[mbf_forum_delete_post](#)

[mbf_forum_get_discussion_by_id](#)

[mbf_forum_get_forum_by_discussionid](#)

[mbf_forum_get_forum_by_id](#)

[mbf_forum_get_forum_by_postid](#)

[mbf_forum_get_forum_discussions](#)

[mbf_forum_get_forums_by_courseid](#)

[mbf_forum_get_forums_by_userid](#)

[mbf_forum_get_posts_by_discussionid](#)

[mbf_forum_update_post](#)

7) Grade webservices

[mbf_grade_get_grade_items_by_courseid](#)

[mbf_grade_get_grade_items_by_userid](#)

[mbf_grade_get_grades_by_itemid](#)

[mbf_grade_get_user_grade_by_itemid](#)

8) Group webservices

[mbf_group_get_group_by_id](#)

[mbf_group_get_groupings_by_courseid](#)

[mbi_group_get_groups_by_courseid](#)

[mbi_group_get_groups_by_groupingid](#)

[mbi_group_get_user_course_groupings](#)

[mbi_group_get_user_course_groups](#)

[mbi_group_get_users_by_groupid](#)

[mbi_group_get_users_by_groupingid](#)

9) Lang webservices

[mbi_lang_get_all_texts](#)

[mbi_lang_get_texts](#)

10) Message webservices

[mbi_message_get_messages](#)

11) Quiz webservices

[mbi_quiz_export_quiz_to_qti](#)

[mbi_quiz_export_quiz_to_xml](#)

12) Resource webservices

[mbi_resource_get_resource](#)

13) System webservices

[mbi_system_get_capabilities](#)

[mbi_system_get_moodle_timezone](#)

14) User webservices

[mbi_user_get_user](#)

[mbi_user_get_user_by_id](#)

[mbi_user_get_user_by_username](#)

[mbi_user_get_users_by_courseid](#)

ANEX D: Llista de serveis web de Moodle 2.0 i 2.2

Core web service functions

Area	Moodle 2.2 name	Moodle 2.0/2.1 name	Introduced in	Description
user	core_user_create_users()	moodle_user_create_users()	2.0	Create users – admin function
user	core_user_delete_users()	moodle_user_delete_users()	2.0	Delete users – admin function
user	core_user_update_users()	moodle_user_update_users()	2.0	Update users
user	core_user_get_users_by_id()	moodle_user_get_users_by_id()	2.0	Get users by id
user	core_user_get_course_user_profiles()	moodle_user_get_course_participants_by_id()	2.1	Get course user profiles by id
course	core_course_get_courses()	moodle_course_get_courses()	2.0	Return course details
course	core_course_create_courses()	moodle_course_create_courses()	2.0	Create new courses
group	core_group_create_groups()	moodle_group_create_groups()	2.0	Creates new groups
group	core_group_get_groups()	moodle_group_get_groups()	2.0	Returns group details.
group	core_group_get_course_groups()	moodle_group_get_course_groups()	2.0	Returns all groups in specified course
group	core_group_delete_groups()	moodle_group_delete_groups()	2.0	Deletes all specified groups
group	core_group_get_group_members()	moodle_group_get_groupmembers()	2.0	Returns group members
group	core_group_add_group_members()	moodle_group_add_groupmembers()	2.0	Adds group members
group	core_group_delete_group_members()	moodle_group_delete_groupmembers()	2.0	Deletes group members
role	core_role_assign_roles()	moodle_role_assign()	2.0	Manual role assignments
role	core_role_unassign_roles()	moodle_role_unassign()	2.0	Manual role unassignments
enrol	NONE	moodle_enrol_get_enrolled_users()	2.0	get some minimal information about the users enrolled in a course (DEPRECATED)
enrol	core_enrol_get_enrolled_users()	moodle_user_get_users_by_courseid()	2.1	Get enrolled users by course id
enrol	core_enrol_get_users_courses()	moodle_enrol_get_users_courses()	2.0	get list of course ids that a user is enrolled in (if you are allowed to see that)
enrol/manual	enrol_manual_enrol_users()	moodle_enrol_manual_enrol_users()	2.0	Manual enrol users
webservice	core_webservice_get_site_info()	moodle_webservice_get_siteinfo()	2.1	Return some site info / user info / list web service functions
message	core_message_send_instant_messages()	moodle_message_send_instantmessages()	2.1	Send instant messages
notes	core_notes_create_notes()	moodle_notes_create_notes()	2.1	Create notes
files	core_files_get_files()	moodle_file_get_files()	2.0	browse moodle files
files	core_files_upload()	moodle_file_upload()	2.0	upload a file to moodle (DEPRECATED)
course	core_course_get_contents()		2.2	get course content (modules + web service file urls)
course	core_course_delete_courses()		2.3	delete courses
course	core_course_duplicate_course()		2.3	duplicate a course
course	core_course_get_categories()		2.3	get categories
course	core_course_update_categories()		2.3	update categories
course	core_course_create_categories()		2.3	create categories
course	core_course_delete_categories()		2.3	delete categories
group	core_group_create_groupings()		2.3	create groupings
group	core_group_update_groupings()		2.3	update groupings
group	core_group_get_groupings()		2.3	get groupings
group	core_group_delete_groupings()		2.3	delete groupings
group	core_group_assign_groupings()		2.3	assign groups from groupings
group	core_group_unassign_groupings()		2.3	unassign groups from groupings
group	core_group_get_course_groupings()		2.3	get all groupings in specified course

Figura 57: Serveis web de Moodle 2.0.

Font: http://docs.moodle.org/dev/Web_services_Roadmap (consultada: juny 2012)

Referències

- Aberdour, M. (2007). Open source learning management systems. Brighton: EPIC.
- Abowd, G. D., & Mynatt, E. D. (2000). Charting past, present, and future research in ubiquitous computing. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(1), 29–58.
- Agee, A. S., & Yang, C. (2009). Top-Ten IT Issues: 2009. *Educause Review Online*, 12.
- Alier, M., Casany, M., & Casado, P. (2007). A Mobile extension to a web based Moodle virtual classroom. *Proceedings of the e-Challenges Conference (Vol. 4, pp. 1169–1176)*. La Haya (Nederlands).
- Alier, M., & Casany, M. J. (2008). Moodbile: Extending Moodle to the Mobile on/offline Scenario. *Proceedings of the IADIS Mobile Learning Conference 08 (pp. 11–18)*. Algarve (Portugal).
- Alier, M., Casany, M. J., & Casado, P. (2009). J2MEMicroDB: a new Open Source lightweight database engine for J2ME mobile devices. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 20(3), 303–309.
- Alier, M., Casany, M. J., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2010). Interoperability for LMS: the missing piece to become the common place for e-learning innovation. *International Journal of Knowledge and Learning*, 6(2), 130–141.
- Alier, M., Casany, M. J., & Piguillem, J. (2009). Towards Mobile Learning Applications Integration with Learning Management Systems. *Multiplatform e-learning systems and technologies: mobile devices for ubiquitous ICT-based education (pp. 182–194)*. New York: Hershey.
- Andersson, A. (2010). Seven major challenges for e-learning in developing countries: Case study eBIT, Sri Lanka. *Journal of Education*, 4(3), 1–14.
- Banks, K. (2008). Mobile Phones and the Digital Divide. *PCWorld*. Retrieved from http://www.pcworld.com/businesscenter/article/149075/mobile_phones_and_the_digital_divide.html (consultada: setembre 2012)
- Barceló, M. (2001, February). Humo Sostenible. *BYTE* 71.
- Barceló, M., & altres Autors. (2000). *Impactes de la Ciència al Segle XX* (Eumo Editorial.). Vic.
- Baskerville, R. L. (1999). Investigating information systems with action research. *Communications of the Association for Information Systems (AIS)*, 2(3es), 4.
- BBC. (2007a). Mobile Switches on biofuels. *BBC News*. Retrieved from <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/6341607.stm> (consultada: setembre 2012)

- BBC. (2007b). Mobile networks powered by wind. Retrieved from <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/6353741.stm> (consultada: setembre 2012)
- Beer, C., & Jones, D. (2008). Learning networks: harnessing the power of online communities for discipline and lifelong learning. D. Orr, PA Danaher, G. Danaher, and Harreveld, RE (Eds.). *Lifelong Learning: Reflecting on Successes and Framing Futures, Keynote and Refereed Papers from the 5th International Lifelong Learning Conference* (pp. 66–71).
- Bell, D. (1973). The Coming of Post-Industrial Society. *Annals of the American Academy of Political and Social Science, Interest Groups in International Perspective*, 413.
- Bennett, S. M., & Maton, K. (2008). The “digital natives” debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), 775–786.
- Biffani, P. (1999). *Medio Ambiente y desarrollo sostenible* (Cuarta edición.). IEPALA Editorial.
- Black, E. W., Beck, D., Dawson, K., Jinks, S., & DiPietro, M. (2007). The other side of the LMS: considering implementation and use in the adoption of an LMS in online and blended learning environments. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 51(2), 35–39.
- Black, E. W., Dawson, K., & Priem, J. (2008). Data for free: Using LMS activity logs to measure community in online courses. *The Internet and Higher Education*, 11(2), 65–70.
- Bomsdorf, B. (2005). Adaptation of Learning Spaces: Supporting Ubiquitous Learning in Higher Distance Education. *Mobile Computing and Ambient Intelligence: The Challenge of Multimedia, Dagstuhl Seminar Proceedings*. Schloss Dagstuhl (Germany): Internationales Begegnungs- und Forschungszentrum für Informatik (IBFI).
- Boneu, J. M. (2007). Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *RU&SC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, (001), 36–47.
- Brown, J. S., & Adler, R. P. (2008). Minds on fire: Open education, the long tail, and learning 2.0. *Educause Quarterly*, 43(1), 16–32.
- Brown, T. H. (2005). Towards a model for m-learning in Africa. *International Journal on E-Learning*, 4(3), 299.
- BSA. (2009). *Seventh Annual BSA/IDS Global Software 09 Piracy Study*. Business Software Alliance.
- Bull, S., & Reid, E. (2004). Individualised Revision Material for Use on a Handheld Computer. *Learning with mobile devices, learning and skills development agency* (pp. 35–42). J. Attewell & C. Savill-Smith (eds).

- Busca, C. (2007). uLearning: nuevas vías de formación. N-economía. Retrieved from http://www.n-economia.com/notas_alerta/pdf/ALERTA_Ne_18-2007.pdf (consultada: setembre 2012)
- Camfield, J., Kobulsky, A., Paris, J., & Vonortas, N. (2007). A Report Card for One Laptop Per Child. Closing the Digital Divide via ICTs and Education: Successes and Failures. joncamfield.com/writing/Camfield_Report_Card_for_OLPC.pdf, 6, 2008. (consultada: setembre 2012)
- Campbell, D. T., & Stantley, J. C. (1963). Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research on Teaching. Handbook of Research on Teaching. N. L. Gage (ed.).
- Campbell, D. T., & Stantley, J. C. (1970). Diseños experimentales y cuasiexperimentales en la investigación social (First.). Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Canadell Prat, À. (2007). Educació sostenible: criteris per a la introducció de la sostenibilitat en els processos educatius.
- Cao, Y., Tin, T., McGreal, R., Ally, M., & Coffey, S. (2006). The Athabasca University mobile library project: increasing the boundaries of anytime and anywhere learning for students. Proceedings of the International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (pp. 1289–1294). Vancouver (Canada).
- Casany, M. J., Alier, M., & Barceló, M. (2012). Integration of M-Learning and LMS: a Sustainability Approach. Proceedings of the Simposio Internacional Informatica Educativa (to appear). Andorra.
- Casany, M. J., Alier, M., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2009). SOA initiatives for eLearning: a Moodle case. Proceedings of the International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (pp. 750–755). Bradford (UK).
- Casany, M. J., Alier, M., Galanis, N., Mayol, E., & Piguillem, J. (2012). Analyzing Moodle/LMS Logs to Measure Mobile Access. Proceedings of Sixth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (pp. 35–40).
- Casany, M. J., Alier, M., & Mayol, E. (2012). Using LMS activity logs to measure mobile access. In Proceedings of third International Conference of Technology Enhanced Learning. Barcelona.
- Casany, M. J., Alier, M., Mayol, E., Piguillem, J., & Galanis, N. (2012a). Extending Moodle services to mobile devices: the Moodbile project. In Proceedings of the International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies (pp. 24–28). Barcelona (Spain).

- Casany, M. J., Alier, M., Mayol, E., Piguillem, J., Galanis, N., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2012b). Moodbile: A Framework to integrate m-learning applications with the LMS. In *Journal of Research and Practice in Information Technology* (to appear), 44(2), 41–61.
- Castells, M. (1997). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Sociedad Red (Vol. 1). Madrid: Alianza Editorial.
- Castells, M. (2001). *The Internet Galaxy. Reflections on the Internet, Business and Society*. Oxford UP.
- Castells, M., Fernández-Ardevol, M., Linchuan, J., & Sey, A. (2007). *Mobile Communication and Society. A global Perspective*. MIT Press.
- CENT. (2004). Selección de un entorno virtual de enseñanza/aprendizaje de código fuente abierto para la Universidad Jaume I. *Centre d'Educació i Noves Tecnologies de la UJI, Servei d'Informàtica y Gabinet Tècnic del Rectorat*. Retrieved from http://cent.uji.es/doc/eveauji_es.pdf (consultada: setembre 2012)
- Chan, S., & Ford, N. (2007). Mlearning and the workplace learner: integrating mlearning eportfolios with moodle'. *Proceedings of the Conference on Mobile Learning Technologies and Applications* (pp. 55–62). Zew Zeland.
- Chandran, S. (2010). Sustainable Distance Education Through Mobile Learning: A Case Study in Multicultural Context. *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 2(3), 35–40.
- Chang, C., & Sheu, J. P. (2002). Design and Implementation of Ad Hoc Classroom and eSchoolbad Systems for Ubiquitous Learning. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*. Vaxjo (Sweden): IEEE Computer Society Press.
- Chen, C., & Hsu, T. (2007). Learning Sustainable Development With Mobile Devices. *Proceedings of Geographical Views on Education for Sustainable Development*. Lucerna (Switzerland).
- Cheung, B., Stewart, B., & McGreal, R. (2006). Going mobile with Moodle: First steps. *IADIS International Conference Mobile Learning*. Presented at the International Association for the Development of the Information Society, Dublin (Ireland).
- Chipchase, J., & Tulusen, I. (2006). Shared Phone Practices: Exploratory Field Research from Uganda and Beyond. Retrieved from <http://www.janchipchase.com/publications> (consultada: setembre 2012)
- Clémentin, B., & Cheynet, V. (2005). *Contre le développement durable*. Retrieved from <http://decroissance.org/textes/decroisoute.pdf> (consultada: setembre 2012)

- Cobcroft, R. S., Towers, S., Smith, J., & Bruns, A. (2006). Mobile learning in review: Opportunities and challenges for learners, teachers, and institutions. In Proceedings Online Learning and Teaching Conference (pp. 21–30). Brisbane (Australia).
- Colas, P., & Buendía, L. (1992). Investigación educativa. Sevilla (Spain): Alfar.
- Colazzo, L., Molinari, A., Ronchetti, M., & Trifonova, A. (2003). Towards a multi-vendor mobile learning management system. Proc. ED-Media (pp. 121–127).
- Collis, B., & Moonen, J. (2001). Flexible learning in a digital world: Experiences and expectations. London: Kogan Page (Ed).
- Collis, BA. (1996). Tele-learning in a digital world: The future of distance learning. London (UK): International Thomson Computer Press.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Casany, M. J., & Alier, M. (2009). Adapting LMS architecture to the SOA: an Architectural Approach (pp. 322–327). IEEE.
- Copola, C. (2005). Will open source unlock the potential of e-learning? Campus Technology. Retrieved from <http://campustechnology.com/articles/2004/11/will-open-source-software-unlock-the-potential-of-elearning.aspx> (consultada: setembre 2012)
- Cosme, C. A., Pedrero, A., & Alonso, V. (2008). Moviltest: adaptación de cuestionarios de Moodle para dispositivos móviles. Proceedings of the V Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño y Evaluación de Contenidos Educativos Reutilizables. Salamanca (Spain).
- Creative Commons. (2012). Llicència Creative Commons: drets i obligacions. Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/> (consultada: setembre 2012)
- Dagger, D., O'Connor, A., Lawless, S., Walsh, E., & Wade, V. P. (2007). Service-oriented e-learning platforms: From monolithic systems to flexible services. Internet Computing, IEEE, 11(3), 28–35.
- Dang, D., Sultana, B., & Umemoto, K. (2008). An extended sharing model to provide ICT services to the rural poor. International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology, 4(3), 6–18.
- Dawson, S. (2010). "Seeing" the learning community: An exploration of the development of a resource for monitoring online student networking. British Journal of Educational Technology, 41(5), 736–752.

- Delany, C. (2006). Power from the People: Assessing the New Online Participatory Tools for Your Organization. IdealWare. Retrieved from http://www.idealware.org/articles/participatory_tools.php (consultada: setembre 2012)
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro. Informe a la Unesco por la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Santillana ediciones Unesco.
- Delta Initiative. (2010). New Choices: The State of Learning Management Systems Market in Higher Education. Delta Initiative.
- Donner, J., & Tellez, C. (2008). Mobile banking and economic development: Linking adoption, impact, and use. *Asian Journal of Communication*, 18(4), 318–322.
- Downes, S. (2006a). E-learning 2.0. eLearning magazine: education and technology in perspective', <http://elearnmag.org/subpage.cfm>, 29–21. (consultada: setembre 2012)
- Downes, S. (2006b). E-learning 2.0. eLearning magazine: education and technology in perspectives. Retrieved from <http://elearnmag.org/subpage.cfm> (consultada: setembre 2012)
- Downes, S., & others. (2007). Models for sustainable open educational resources. *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 3, 24–49.
- Dutton, W. (1999). *Society on the Line: Information Politics in the Digital Age*. Oxford University Press.
- Farrell, G. (2001). *The changing faces of virtual education*. Vancouver (Canada): The Commonwealth of Learning.
- Faure, E., Herrero, F., Kaddara, A., Lopes, H., Petrovsky, A., Rahnera, M., & Ward, F. (1972). *Learning To Be: The World of Education Today and Tomorrow*. United Nations.
- Ferry, L. (2007). Protéger l'espèce humaine contre elle-même. *Revue des Deux Mondes*, 75–79.
- Fingas, J. (2012). Worldwide Mobile Phone Tracker. IDC. Retrieved from <http://www.engadget.com/2012/05/24/idc-q1-2012-world-smartphone-share> (consultada: setembre 2012)
- Ford, M., & Botha, A. (2007). MobilED—an accessible mobile learning platform for Africa. Proceedings of the IST-Africa 2007 Conference. Maputo.
- Froehlich, J., Dillahunt, T., Klasnja, P., Mankoff, J., Consolvo, S., Harrison, B., & Landay, J. A. (2009). UbiGreen: investigating a mobile tool for tracking and supporting green transportation habits. Proceedings of the 27th international conference on Human factors in computing systems (pp. 1043–1052). Boston (USA).

- Frohberg, D., Göth, C., & Schwabe, G. (2009). Mobile learning projects—a critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 307–331.
- Fuchs, C. (2007). Transnational Space and the “Network Society”. In: 21st Century Society. Association of Internet researchers, 2(1).
- Georgiev, T., Georgieva, E., & Smrikarov, A. (2004). M-learning-a New Stage of E-Learning. Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies (pp. 28–5). Rousse (Bulgaria).
- Germanakos, P., Mourlas, C., & Samaras, G. (2005). A Mobile Agent Approach for Ubiquitous and Personalized eHealth Information Systems (pp. 67–70).
- GNU. (n.d.). GNU: GNI is not unix. What is free software? Retrieved from <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html> (consultada: setembre 2012)
- Gofton, K. (1999). Data firms react to survey fatigue. *Marketing*, 3, 29–30.
- Graf, S., & List, B. (2004). An evaluation of Open Source E-learning platforms stressing adaptation issues. Proceedings of the Fifth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 163–165). Taiwan.
- GreenPeace. (2011). GreenPeace to Greener Electronics Guide. Retrieved from <http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/climate-change/cool-it/Campaign-analysis/Guide-to-Greener-Electronics/> (consultada: setembre 2012)
- GSMA. (2010). mLearning: A Platform for Educational Opportunities at the Base of the Pyramid. GSMA Development Fund.
- Guerra, T., & Heffernan, D. (2004). The Guerra Scale. ASTD Learning Circuits.
- Heeks, R. (2009). The ICT4D 2.0 Manifesto: Where Next for ICTs and International Development? University of Manchester, Institute for Development Policy and Management.
- Hinkelman, D. (2005). Moodle for Mobiles Project. Retrieved from <http://moodle.org/mod/forum/discuss.php?d=33033> (consultada: setembre 2012)
- Hsi, S. (2002). The Electronic Guidebook: A study of user experiences using mobile web content in a museum setting. Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (pp. 48–54).

- Hsieh, H. C., Chen, C. M., & Hong, C. M. (2007). Context-aware ubiquitous English learning in a campus environment. *Proceedings of the Advanced Learning Technologies Conference* (pp. 351–353). Niigata (Japan).
- Husen, T. (1974). *The Learning Society*. London: Methuen.
- Hutchins, R. M. (1970). *The Learning Society*. Harmondsworth: Penguin.
- IMS AF. (2003). *IMS Abstract Framework: White Paper*. Retrieved from <http://www.imsglobal.org/af/afv1p0/imsafwhitepaperv1p0.html>
- IMS LTI. (2012). *IMS GLC Learning Tools Interoperability Implementation Guide*. Retrieved from <http://www.imsglobal.org/LTI/v1p1/tilMGv1p1.html> (consultada: setembre 2012)
- Isaacs, S., & Hollow, D. (Eds). (2012). *The eLearning Africa 2012 Report*. Germany: ICWE.
- Istepanian, R. S. H., & Pattichis, C. S. (2006). *M-health: Emerging mobile health systems*. Springer Verlag.
- Itmazi, J. A., Megias, M. G., Paderewski, P., & Vela, F. (2005). A comparison and evaluations of open source learning management systems. *Proceedings of the IADIS International Conference in Applied Computing* (Vol. 80, p. 86). Algarve (Portugal).
- ITU. (2010). *The World in 2010: ICT Facts and Figures*. International Telecommunication Union (ITU). Retrieved from <http://www.itu.int/ITU-D/ict/material/FactsFigures2010.pdf> (consultada: setembre 2012)
- ITU. (2011). *Measuring the Information Society 2011*. Geneva (Switzerland): International Telecommunication Union.
- Jancovici, J. M. (2002). *A quoi sert le développement durable ?* Retrieved from <http://www.manicore.com/documentation/dd.html> (consultada: setembre 2012)
- Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). *Horizon Report*. New Media Consortium (Ed). Retrieved from <http://wp.nmc.org/horizon2011/> (consultada: setembre 2012)
- Jolly, R. (2005). *The UN and Development Thinking and Practice*. Forum for Development Studies.
- Kats, Y. (2010). *Learning Management System Technologies and Software Solutions for onLine Teaching: tools and applications*. IGI Global.
- Keats, D., & Schmidt, J. P. (2007). The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa. *First Monday*, 12(3).
- Keegan, D. (1994). *Very large distance education systems: The case of China (Fernuniversität)*. Hagen.
- Keegan, D. (1996). *Foundations of distance education* (Third ed.). London and New York: Psychology Press.

- Keegan, D. (2005). Mobile learning: the next generation of learning. Distance Education International.
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The action research planner. Deakin University.
- Kim, P., Miranda, T., & Olaciregui, C. (2008). Pocket School: Exploring mobile technology as a sustainable literacy education option for underserved indigenous children in Latin America. *International Journal of Educational Development*, 28(4), 435–445.
- Kuznets, S. (1966). *Modern economic growth: rate structure and spread*. Yale University Press.
- Laouris, Y., & Laouri, R. (2008). Can Information and Mobile Technologies Serve to Close the Economic, Educational, Digital, and Social gaps and Accelerate Development? *World Futures*, 64(4), 254–275.
- Leach, J., Ahmed, A., Makalima, S., & Power, T. (2006). *Deep Impact: an investigation of the use of information and communication technologies for teacher education in the global south: researching the issues*. Department for International Development (DFID).
- Lee, M., Thurab-Nkholi, D., Giannini-Gachago, D., & others. (2005). Using informal collaboration to develop quality assurance processes for eLearning in developing countries: The case of the University of Botswana and the University of the West Indies Distance Education Centre. *International Journal of Education and Development using ICT*, 1(1).
- Lehner, F., & Nosekabel, H. (2002). The role of mobile devices in E-Learning first experiences with a wireless E-Learning environment. *Proceedings of the IEEE International Workshop Wireless and Mobile Technologies in Education* (pp. 103–106). Germany.
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of social issues*, 2(4), 34–46.
- Litchfield, A., Dyson, L. E., Lawrence, E., & Zmijewska, A. (2007). Directions for m-learning research to enhance active learning. *Proceedings of the Ascelite 2007 Conference* (pp. 587–596). Singapore.
- Liu, G. Z., & Hwang, G. J. (2010). A key step to understanding paradigm shifts in e-learning: towards context-aware ubiquitous learning. *British Journal of Educational Technology*, 41(2), E1–E9.
- Llicència Apache. (2012). Llicència Apache: drets i obligacions. Retrieved from <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.html> (consultada: setembre 2012)
- Lonn, S., & Teasley, S. D. (2009). Saving time or innovating practice: Investigating perceptions and uses of Learning Management Systems. *Computers & Education*, 53(3), 686–694.
- LOU. (2001). *Texto Refundido de la Ley Orgánica de Universidades*.
- Lougheed, T. (2004). *Wireless points the way in Africa*. World Resources Institute.

- Lyotard, J. F. (1984). *The Postmodern Condition* (Vol. 5). Manchester: Manchester University Press.
- Machado, M., & Tao, E. (2007). Blackboard vs Moodle: Comparing User Experience of Learning Management Systems. In *Proceedings of the Frontiers In Education Conference – Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*. Milwaukee (EEUU).
- Machlup, F. (1962). *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., Peire, J., & Boticki, I. (2010). M2Learn Open Framework: Developing Mobile Collaborative and Social Applications. *Proceedings of the Fourth International Conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies* (pp. 59–62). Florence (Italy).
- Martin, S., Gil, R., San Cristobal, E., Díaz, G., Castro, M., Peire, J., Milev, M., et al. (2009). Middleware for the development of context-aware applications inside m-Learning: Connecting e-learning to the mobile world. *Proceedings of the Fourth International Multiconference on Computing in the Global Information Technology* (pp. 217–222). Cannes (France).
- Masuda, Y. (1984). *La sociedad interconectada como sociedad-postindustrial*. Madrid: Tecnos.
- McLoughlin, C., & Lee, M. J. W. (2007). Social software and participatory learning: Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2.0 era. *Proceedings of the Ascilite Conference*. Singapore.
- MDG. (2004). Millennium Development Goals. Retrieved from <http://www.un.org/millenniumgoals/bkgd.shtml> (consultada: setembre 2012)
- MDG Monitor. (2004). Tracking the millenium development goals. Retrieved from http://www.mdgmonitor.org/country_progress.cfm?c=BEN&cd= (consultada: setembre 2012)
- Mekuria, F. (2008). Using Mobile Technology and Services for Sustainable Development in Africa. *Strengthening the Role of ICT in Development, Special topics in computing and ict research* (Vol. IV). Kampala: Fountain Publishers.
- Mekuria, F., & Rai, I. (2008). Issues in Next Generation Wireless Network Technologies & Services for Developing Regions. *Proc. of Mobicom-08, WINS-DR*.
- Mills, K. (2009). *Information use on the move*. University of Cambridge.
- Mooallem, J. (2008). *The afterlife of Cellphones*. New York Times.

- Moodle, D. (2012). Moodle Developer Documentation. Retrieved from http://docs.moodle.org/dev/Developer_documentation#Documentation_for_core_components (consultada: setembre 2012)
- Mortimer-Schutts, I. (2007). The regulatory implications of mobile and financial services convergence. The Transformational Potential of M-Transactions. Vodafone Moving the Debate Forward Policy Paper Series, (6).
- Muilenburg, L., & Berge, Z. (2009). mLearning and Individualized Learning. Proceedings of the World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2009. Vancouver (Canada).
- Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G., & Sharples, M. (2004). Literature review in mobile technologies and learning. Future LAB: Innovation in Education, Scientific Report. Retrieved from http://www.futurelab.org.uk/sites/default/files/Mobile_Technologies_and_Learning_review.pdf (consultada: setembre 2012)
- Nyíri, K. (2002). Towards a philosophy of m-learning. Proceedings of the IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (pp. 121–124). Vaxjo (Sweden).
- O'Malley, C., Vavoula, G., Glew, J., Taylor, J., Sharples, M., & Lefrere, P. (2003). MOBlearn WP4–Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment, 14, 2007.
- O'Reilly, T. (2007). What is Web 2.0: Design patterns and business models for the next generation of software. Communications and Strategies, 65, 17.
- Oauth. (2010). The OAuth 1.0 Protocol RFC. Internet Engineering Task Force (IETF). EHammer-Lahav E. Editors. Retrieved from <http://tools.ietf.org/html/rfc5849> (consultada: setembre 2012)
- Obexer, R., & Bakharia, A. (2005). OLT System Review. Deliverable 1: Environmental Scan Report. Brisbane: Queensland University of Technology.
- Ogata, H., & Yano, Y. (2004). Context-aware support for computer-supported ubiquitous learning (pp. 27–34).
- Organero, M. M., Kloos, C. D., & Merino, P. M. (2010). Personalized service-oriented e-learning environments. IEEE Internet Computing, 14(2), 62–67.
- Parsons, D., & Ryu, H. (2006). A framework for assessing the quality of mobile learning. Proceedings of the 11th International Conference for Process Improvement, Research and Education (INSPIRE) (Vol. 13). Southampton (UK).

- Paulsen, M. F. (2002). Online Education Systems: Discussion and definition of terms. *Online Education and Learning Management Systems* (NKI Forlaget., pp. 23–28). Retrieved from <http://www.studymmentor.com/Terms.pdf> (consultada: setembre 2012)
- Paulsen, M. F., Nipper, S., & Holmberg, C. (2003). *Online education: Learning management systems: Global e-learning in a Scandinavian perspective*. NKI forlaget Oslo.
- Peña-López, I. (2008). Mobile Web for Development. In *ICTlogy*, #63. Retrieved from <http://ictlogy.net/review/?p=1445> (consultada: setembre 2012)
- Perez, S. (2011). It's Still A Feature Phone World: Global Smartphone Penetration At 27%. *Techcrunch*. Retrieved from <http://www.extremetech.com/computing/129058-smartphones-set-to-become-the-fastest-spreading-technology-in-human-history> (consultada: setembre 2012)
- Piguillem, J., Alier, M., Casany, M. J., Mayol, E., & Galanis, N. (2012). Moodle: a Moodle web services extension for mobile applications. In *Proceedings of the First Moodle Research Conference*. Heraklio (Greece).
- Portable Computer definition. (2011). Retrieved from http://en.wikipedia.org/wiki/Portable_computer (consultada: setembre 2012)
- Porteous, D. (2006). *The enabling environment for mobile banking in Africa*. London: DFID.
- Prendes, M. P. (2009). Plataformas de campus virtuales de software libre: Análisis comparativo de la situación actual de la Universidades Españolas. Informe del Proyecto EA-2008-0257 de la Secretaría de Estado de Universidades e Investigación. Retrieved from <http://www.um.es/campusvirtuales/informe.html> (consultada: setembre 2012)
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the horizon*, 9(5), 1–6.
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, Wireless, In-Your-Pocket Learning. *Linezine*. Learning in the new economy. Retrieved from <http://linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm> (consultada: setembre 2012)
- Ramón, O. (2007). Del e-learning al u-learning, la liberación del aprendizaje. *Educaterra*. <http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp>. (consultada: setembre 2012)
- Riad, A., & El-Ghareeb, H. (2008). A service oriented architecture to integrate mobile assessment in Learning Management Systems. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(2).
- Robins, S. R. (2002). Evolution of the Learning Content Management System. *Learning Circuits*. Retrieved from http://www.astd.org/LC/2002/0402_robbins.htm (consultada: setembre 2012)

- Robson, R. (1999). WWW-based course-support systems: The first generation. *International Journal of Educational Telecommunications*, 5(4), 271–282.
- Rosenberg, M. J., & ebrary, I. (2001). *E-learning: Strategies for delivering knowledge in the digital age* (Vol. 9). McGraw-Hill New York.
- Santanach, F., Gener, M., & Almirall, M. (n.d.). *The Campus Project: e-learning tools and platforms integration*. The Campus Project: e-learning tools and platforms integration. Retrieved from <http://www.lafarga.cat/campus/en/docs/CampusProjectArch.pdf> (consultada: setembre 2012)
- Santanach, F., Dalmau, J. C., Casado, P., & Alier, M. (2007). Proyecto CAMPUS. Una plataforma de integración. Proceedings of the IV Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Desarrollo de Contenidos Educativos Reutilizables. Bilbao (Spain).
- Sclater, N. (2008). Web 2.0, personal learning environments, and the future of learning management systems. *Educause Center of Applied Research, Research Bulletin*, 13, 1–13.
- SCOPEO. (2009). *Formación Web 2.0. Monográfico SCOPEO*, (1). Retrieved from <http://scopeo.usal.es/images/documentoscopeo/scopeom001.pdf> (consultada: setembre 2012)
- Sebastian, A. (2012). Smartphones set to become the fastest spreading technology in human history. *Extreme-Tech*. Retrieved from <http://www.extremetech.com/computing/129058-smartphones-set-to-become-the-fastest-spreading-technology-in-human-history> (consultada: setembre 2012)
- Severance, C., Hardin, J., & Whyte, A. (2008). The coming functionality mash-up in Personal Learning Environments. *Interactive Learning Environments*, 16(1), 47–62.
- Shanmugavelan, M., Warnock, K., & De Sarkar, D. (2009). *Completing the revolution: The challenge of rural telephony in Africa*. Communication for Development Programme, Panos Institute.
- Sharples, M. (2006). *Big issues in mobile learning*. Report of a workshop by the Kaleidoscope Network of Excellence Mobile Learning Initiative. Nottingham.
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2005). *Towards a theory of mobile learning*. Proceedings of mLearn Conference (pp. 1–9). Cape Town (South Africa).
- Shuh, G. E. (1987). *Some thoughts on economic development, sustainability and the environment*. Proceedings of the Seventh Agriculture Sector Symposium. Washington D.C: World Bank.

- Sife, A., Lwoga, E., Sanga, C., & others. (2007). New technologies for teaching and learning: Challenges for higher learning institutions in developing countries. *International Journal of Education and Development using ICT*, 3(2).
- Sinickas, A. (2007). Keeping score: making performance data more compelling. *Strategic Communication Management*, 11(4), 32.
- Smith, K. M. (2000). The theory and rhetoric of the learning society. *The encyclopedia of informal education*.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Sage Publications, Inc.
- Stehr, N. (2002a). *A World Made of Knowledge*. Presented at the New Knowledge and New Consciousness in the Era of the Knowledge Society, Budapest.
- Stehr, N. (2002b). *Knowledge & Economic Conduct*. Toronto: Toronto university Press.
- Thomas, B. K. (2010). Participation in the Knowledge Society: the Free and Open Source Software (FOSS) movement compared with participatory development. *Development in Practice*, 20(2), 270–276.
- Thomas, G. (2011). *How to do your case study: A guide for students and researchers*. Sage Publications Ltd.
- Thomas, R. C. (2010). Mobilizing The Open University: case studies in strategic mobile development. *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 6(1), 103–110.
- Thomas, S. (2005). Pervasive, persuasive eLearning: modeling the pervasive learning space. *Third IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOMW'05)*, 332–226.
- Tiban, L. (2000). El concepto de desarrollo sustentable y los pueblos indígenas. *Boletín ICI RIMAY*. Publicación mensual del Instituto Científico de Culturas Indígenas.
- Toffler, A. (1980). *The Third Wave*. Batman Books.
- Traxler, J. (2005). Mobile Learning-it's here but what is it? *Interactions*, 9(1).
- Traxler, J., & Leach, J. (2006). Innovative and sustainable mobile learning in Africa. *Proceedings of the Fourth IEEE International Workshop on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education* (pp. 98–102).
- Trifonova, A., & Ronchetti, M. (2004). A general architecture to support mobility in learning. *Proceedings of the IEEE International Conference on Avanced Learning Technologies* (pp. 26–30). Joensuu (Finland).
- UNESCO. (2005a). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development (DESD)*. Unesco Institute for Lifelong Learning.

- UNESCO. (2005b). United Nations Decade of Education for Sustainable Development (DESD). Unesco Institute for Lifelong Learning.
- UNESCO. (2007). Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. El Decenio en pocas Palabras. UNESCO - Sección de la Educación para el Desarrollo Sostenible (ED/PEQ/ESD).
- UNESCO. (2010). Mobile Learning for Quality Education and Social Inclusion. UNESCO Institute for Information Technologies in Education.
- United Nations. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development. General Assembly Resolution 42/187. Retrieved from <http://www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm> (consultada: setembre 2012)
- United Nations. (2001). Informe pel Desenvolupament humà 2001.
- Unwin, T. (2008). Survey of e-Learning in Africa. UNESCO Chair in ICT for Development.
- Van Dijk, J. (1999). *The Network Society* (Second.). London: Sage.
- Van Reijswoud, V. (2008). Free and open source software for development: exploring expectations, achievements and the future (Vol. 5). Polimetrica sas.
- Varoudakis, A., & Rossotto, C. M. (2004). Regulatory reform and performance in telecommunications: unrealized potential in the MENA countries. *Telecommunications policy*, 28(1), 59–78.
- Vavoula, G. N., & Sharples, M. (2002). KLeOS: A personal, mobile, knowledge and learning organisation system. *Proceedings of the IEEE International Workshop on Mobile and Wireless Technologies in Education* (pp. 152–156). Vaxjo (Sweden).
- Webster, F. (2006). The information society revisited. *The Handbook of New Media: Social Shaping and Social Consequences of ICTs*, Londres, Sage, 443–457.
- Weiser, M. (1991). The computer for the 21st century. *Scientific American*, 265(3), 94–104.
- Weiser, M. (1993). Some computer science issues in ubiquitous computing. *Communications of the ACM*, 36(7), 75–84.
- Weiser, M. (1996). Open House. In *Review*, the web magazine of the Interactive Telecommunications Program of New York University.
- Weiss, S., & NetLibrary, I. (2002). *Handheld usability* (Vol. 58). Wiley.

- Wenmoth, D. (2011). Making effective use of VLEs. Retrieved from <http://www.mdxpartnership.org.uk/hotseats/hotseat-material-2011-2012/technology-and-learning-12-01-2012/ict-hotseat-2/effective-use-of-vles> (consultada: setembre 2012)
- Wesch, M. (2009). From knowledgable to knowledge-able: learning in new media environments. Academic Commons. Retrieved from <http://www.academiccommons.org/commons/essay/knowledgable-knowledge-able> (consultada: setembre 2012)
- Wexler, S., Grey, N., Miller, D., Nguyen, F., & Barnevelda, A. (2008). Learning Management Systems: The good, the bad, the ugly... and the truth. E-learning Guild.
- Wheeler, D. A. (2005). Why open source software/free software (OSS/FS, FLOSS, or FOSS)? Look at the numbers. Retrieved from http://www.dwheeler.com/oss_fs_why.html (consultada: setembre 2012)
- Wilson, S., Liber, O., Johnson, M., Beauvoir, P., Sharples, P., & Milligan, C. (2009). Personal Learning Environments: Challenging the dominant design of educational systems. *Journal of e-Learning and Knowledge Society-English Version*, 3(2).
- Wingkvist, A. (2008). The quest for equilibrium: towards an understanding of scalability and sustainability for mobile learning. Licentiate thesis. Växjö University.
- WSIS. (2005). World summit on the Information Society. Retrieved from <http://www.itu.int/wsis/index.html> (consultada: setembre 2012)
- Yu-mei, P., Xue-jun, Z., & Li, L. (2010). Learning can happen Anytime and Anywhere: the Application of M-learning in Medical Education. *Proceedings of the 2010 Second International Workshop on Education Technology and Computer Science (ETCS) (Vol. 2, pp. 508–511)*. Wuhan (China).
- Zawacki-Richter, O., Brown, T., & Delpont, R. (2007). Factors that may contribute to the establishment of mobile learning in institutions—Results from a Survey. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 1(1).
- Zhang, J. P. (2008). Hybrid learning and ubiquitous learning. *Hybrid Learning and Education*, 250–258.
- Zuga, B., Slaidins, I., Kapenieks, A., & Strazds, A. (2006). M-learning and mobile knowledge management: similarities and differences. *International Journal of Computing & Information Sciences*, 4(2), 58–62.
- Zurita, L., & Ryberg, T. (2005). Towards a collaborative approach of introducing e-learning in higher education institutions. How do university teachers conceive and react to transitions to e-learning. *Proceedings of the 8th IFIP World Conference on Computers in Education*. Stellenbosch (South Africa).