



MOBILE LEARNING, Análisis prospectivo de las potencialidades asociadas al Mobile Learning

Elaborado por:

ISEA S.Coop., dentro del marco de la iniciativa e-ISEA para el lanzamiento de un *Centro de Experimentación Avanzado en materia de Servicios Electrónicos*.

Con el apoyo de:

Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, del Programa de **Centros del Conocimiento y Contenidos Digitales**, en el marco del **PLAN AVANZA**



Reservados todos los derechos. Se permite su copia y distribución por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras y no se realice ninguna modificación de las mismas

Fecha: Enero/2009

INDICE

0. INTRODUCCIÓN.....	3
1. EL MERCADO DE LAS COMUNICACIONES MOVILES	5
1.1. Evolución del mercado.....	5
1.2. Usos del Móvil.....	6
1.3. Características de los servicios móviles	7
1.4. La cadena de valor del sector.....	8
1.5. La evolución de los servicios móviles.....	9
2. ANÁLISIS DE LA LITERATURA CIENTIFICO-TECNOLOGICA RESPECTO AL MOBILE LEARNING	13
2.1. Definición. ¿Que es el mobile learning?	13
2.2. Estrategias educativas para el desarrollo de educación con telefonía móvil	13
2.3. Punto de Vista Pedagógico del Mobile Learning: Ventajas y Desventajas	20
2.3.1. Ventajas del Mobile Learning	22
2.3.2. Desventajas del Mobile Learning	23
2.4. Estándares en el ámbito del Mobile Learning	24
2.5. Proyectos de Investigación en relación al Mobile Learning.....	29
3. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN MOBILE LEARNING.....	34
3.1. Tecnologías de ACCESO	34
3.1.1. Tecnología celular	34
3.1.2. Tecnología Inalámbrica	36
3.2. Tecnologías de LOCALIZACIÓN.....	38
3.2.1. GPS	38
3.2.2. WIFI	39
3.3. Otras tecnologías	39
3.3.1. IP Datacast	39
3.3.2. Reconocimiento de Imágenes (y de formas o patrones	39
3.3.3. Sistemas de visualización en 3D.....	40
3.4. Evoluciones técnicas en las Aplicaciones y Servicios Móviles.....	41
3.5. Los Dispositivos Móviles.....	43
3.5.1. Smarthphones	45
3.5.2. PDAs.....	46
3.5.3. Otros Dispositivos Móviles	47
3.6. Sistemas Operativos y Framework para Dispositivos Móviles	48
3.6.1. Java ME	48
3.6.2. Python S60	49
3.6.3. Google Android	50
3.6.4. Apple iPhone	51
3.6.5. Symbian	52
3.6.6. Windows Mobile	52
3.7. Análisis de Dispositivos más avanzados y Sistemas Operativos Soportados	53

0. INTRODUCCIÓN

Nos encontramos cada día más inmersos en una sociedad basada en la *información y el conocimiento*. Un conocimiento que se deriva de la interpretación y la contextualización de dicha información, a la que accedemos gracias a un uso más fácil e intensivo de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) de las que actualmente disponemos.

A medida que ha ido en aumento el número de usuarios se ha pasado de un concepto eminentemente instrumental, basado en su vertiente tecnológica, tanto en dispositivos como en las diferentes modalidades de acceso, a una interpretación cada vez más centrada en el usuario y en los servicios que éste consume y genera. Se trata de la llamada *sociedad de la información*, consolidada definitivamente con la globalización derivada del fenómeno Internet.

Este nuevo paradigma de sociedad, a la vez que va tomando forma, implica a aspectos esenciales de la vida, la convivencia y el progreso, afectando de manera muy especial al binomio conocimiento-economía y produciendo, de manera visible, profundos cambios en nuestro entorno habitual de actividad: en nuestro tiempo de ocio, en el sistema sanitario, en el entorno de trabajo y por supuesto también en el *proceso educativo*, donde se están transformado los métodos de enseñanza de un modo gradual pero continuado.

En el contexto de la sociedad del conocimiento, las tecnologías de uso educativo, se están convirtiendo en un soporte fundamental para la educación, beneficiando a un universo cada vez más amplio de personas. Pero esta asociación entre tecnología y educación no sólo genera mejoras de carácter cuantitativo, es decir, la posibilidad de enseñar a más estudiantes....

.... La verdadera oportunidad que ofrecen las nuevas TICs en los procesos de enseñanza-aprendizaje, se deriva de su potencialidad para atender las necesidades individuales del alumno, a través de la *personalización* y la *interactividad*, creando un nuevo marco de relaciones, fomentando el *aprendizaje explorativo y colaborativo* y, sobre todo, ofreciendo una *metodología creativa y flexible* más cercana a la diversidad y a las necesidades educativas reales de cada individuo.

Un Nuevo Paradigma Educativo; La Formación mediante Dispositivos móviles (*Mobile Learning*)

Dispositivos pequeños con la capacidad de interactuar entre sí, utilizando tarjetas y redes inalámbricas y empresas de telefonía celular que ofrecen el servicio de acceso a Internet a sus clientes, han permitido concebir y asentar otro paradigma educativo, el *Mobile Learning*. Este modelo permite dar continuidad al proceso educativo haciendo uso de dispositivos pequeños, que en cierto grado ofrecen las mismas funcionalidades que una computadora de escritorio o portátil.

Podríamos definir el ***Mobile learning*** como una nueva forma de educación creada a partir de la conjunción entre el e-learning y la utilización de los smart devices/ dispositivos móviles inteligentes (pda`s, smartphones, Ipods, pocket PCs, teléfonos móviles 3G, consolas, ...), y que se fundamenta en la posibilidad que nos ofrecen estos nuevos dispositivos, de combinar la movilidad geográfica con la virtual, lo cual permite el aprender dentro de un contexto, en el

momento en que se necesita y explorando y solicitando la información precisa que se necesita saber.

Dada esta definición, mobile learning puede muy bien entenderse como una nueva forma de aprendizaje personal que nunca termina, un nuevo modelo tecnológico-pedagógico que apunta a una nueva dimensión en los procesos de educación, al poder atender necesidades urgentes de aprendizaje, ubicarse en escenarios móviles y posibilitar gran interactividad en estos procesos.

El Mobile learning debe ser un componente de valor añadido en los modelos de aprendizaje: La clave, en este caso, es la interconectividad, que elimina cualquier dependencia de lugar o espacio y es la expresión absoluta de lo que podríamos denominar propiedad del aprendizaje por parte del educando, en materia de tiempo, intensidad y transferencia del conocimiento adquirido en el *espacio de aprendizaje*. Ofreciendo la libertad de capturar pensamientos e ideas de manera espontánea, justo cuando la inspiración llega, logrando la ampliación de los límites del aula, permitiendo acceder a las tecnologías de la información cuando y donde el usuario lo necesite, y facilitando la posibilidad de implementar innovadores modos de dar clase y aprender

El Mobile learning estrechará aún más la brecha entre la clase magistral y la práctica, constituyendo un nuevo paradigma que podría sintetizarse como el punto de intersección en el que confluyen la informática móvil y el e-learning, para producir experiencias educativas cuando uno quiera y desde cualquier parte, literalmente. En vez de estudiar árboles en una aula, ¿no sería preferible en tocar y cubrir cómo trabaja la naturaleza mientras se está dentro de un verdadero hábitat natural y observadas ejemplos vivientes de lo que se está aprendiendo en vez de supuestamente aprender dicho tema en casa, leyendo largos pasajes de libros académicos?. ¿Este nuevo abordaje del aprendizaje desde una perspectiva constructivista no haría que los estudiantes disfrutaran más y buscaran más oportunidades para seguir aprendiendo al tiempo que los involucraría más completa y directamente en el tema seleccionado?

El Mobile learning puede generar un cambio radical en el proceso educativo, el aprendizaje a través de dispositivos móviles generará nuevos enfoques en las concepciones pedagógicas, no se trata solamente de saber enseñar o hacer comprender una materia, sino de convivir con la tecnología como herramienta para las labores cotidianas, fomentando la investigación y el autoaprendizaje en el estudiante.

1. EL MERCADO DE LAS COMUNICACIONES MOVILES

1.1 Evolución del mercado

Las comunicaciones móviles, junto con la banda ancha, fueron los servicios que en los últimos años han experimentado un mayor crecimiento a nivel mundial. Se estima que existen en el mundo 3.300 millones de líneas móviles –superando notablemente la cantidad de fijas–, sólo en 2007 se registró un incremento de 550 millones y se vendieron 1.150 millones de terminales nuevos y de reposición. Dos tercios de estas nuevas líneas se localizaron en países no desarrollados o emergentes; así, China, a principios de 2008, contaba con unos 550 millones de usuarios, mientras que en Europa la cifra era de unos 900 millones. India, con 250 millones en marzo de 2008, es el mercado de móviles que crece a mayor velocidad del mundo, con unos 8 millones de altas nuevas cada mes.

En los países en vías de desarrollo que no tienen red de telefonía fija el móvil se ha extendido a gran velocidad, mientras que en muchos países desarrollados, como es el caso de España, el número de móviles supera al de habitantes, habiéndose alcanzado una penetración del 112% sobre la población al acabar el año 2007, según datos que la CMT.

También en la Unión Europea las comunicaciones móviles crecieron en ingresos, en líneas y sobre todo en tráfico, aunque a ritmos más suaves que en años anteriores. Se estima que en 2007 los ingresos se incrementaron en torno al 5%, viéndose favorecidos por los aumentos registrados en la penetración de los servicios, por la mayor demanda de tráfico -en especial de voz- y, en menor medida, por la solicitud de transmisión de datos..

Hasta ahora, el negocio de las comunicaciones móviles ha dependido en gran medida del terminal. Por esta razón todas las estrategias de expansión del mercado móvil conllevan incentivos vinculados al dispositivo (los operadores subvencionan su adquisición). El terminal en sí tiene un valor esencial para muchas personas, existiendo en bastantes ocasiones un vínculo emocional. El terminal y la conexión móvil son bienes que se complementan entre sí en alto grado.

Al comenzar el año 2007 la tasa media de densidad de móviles para la Unión Europea era de 108 líneas por cada 100 habitantes, mientras que en España se situaba en 104 líneas/100 habitantes. A finales de 2007 en España se superaron los 50 millones de móviles, lo que supone una penetración del 112%.

Las comunicaciones vocales siguen siendo la principal fuente de ingresos de los cuatro operadores móviles con red (OMR) que intervienen en nuestro país, pero el estancamiento de éstas les obliga a incrementar la oferta de datos, con el objetivo de recuperar, o incluso aumentar, lo que se pierde por la voz; así, cada vez más, aparecen nuevas propuestas de servicios relacionados con la comunicación de datos.

En la Unión Europea, la modalidad de contratación de los servicios móviles ha ido cambiando en los últimos años tendiendo hacia la opción de contrato (postpago), pero todavía son mayoría los abonados de prepago (tarjeta), con un 55% de usuarios a finales de 2006. En España, la migración hacia la modalidad de contrato se ha acentuado y es la opción mayoritaria desde el

año 2005, superando al prepago (57% frente al 43%). No cabe ninguna duda de que las ofertas de prepago, los SMS (mensajes cortos), las descargas de tonos y melodías, así como de videojuegos, han contribuido de manera determinante a la aceptación de la telefonía móvil entre las y los adolescentes, verdaderos “*early adopters*” de técnicas y tecnologías móviles.

El hecho de que los operadores de telefonía pretendan convertir a sus clientes de prepago en pospago, persigue su fidelización y es el primer paso para que éstos evolucionen y utilicen nuevos servicios, en particular los ofrecidos por los móviles 3G.

1.2 Usos del Móvil

El móvil se puede utilizar tanto para uso profesional como particular y dentro o fuera de casa, en el trabajo o durante nuestros ratos de ocio y el comportamiento de quienes lo utilizan puede variar según su entorno. A continuación se muestran algunos datos obtenidos, de forma periódica, por la entidad pública empresarial red.es, dependiente del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITyC).

Según datos de la XVII Oleada del Panel de Hogares, realizado por el Observatorio de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información de red.es, en el tercer trimestre de 2007 el porcentaje de hogares españoles con servicio de telefonía móvil alcanza el 86,5%, superando al de telefonía fija en 3,8 puntos porcentuales. Hay 751.000 hogares más con este servicio con respecto al mismo periodo del año anterior.

En el tercer trimestre del año 2007, el gasto total en el mercado de la telefonía móvil ronda los 1.500 millones de euros, lo que supone un incremento interanual del 11,4%. El 67% del gasto corresponde a la modalidad de contrato, una forma de pago que continúa ganando terreno al prepago desde hace dos años. En el tercer trimestre del año 2007, el gasto medio en telefonía móvil (ARPU) de los hogares españoles fue de 41,7 euros al mes, lo que supone 2,1 euros más al mes que en el mismo periodo del año anterior.

Se mantiene el claro predominio del tipo de uso que se da al móvil, siendo preferentemente particular para un 80%, y cuatro de cada diez personas que lo utilizan declaran poseer un terminal cuya antigüedad no supera el año. Es decir, se cambia de dispositivo muy frecuentemente, en parte por el apoyo que ofrecen los operadores subvencionándolos.

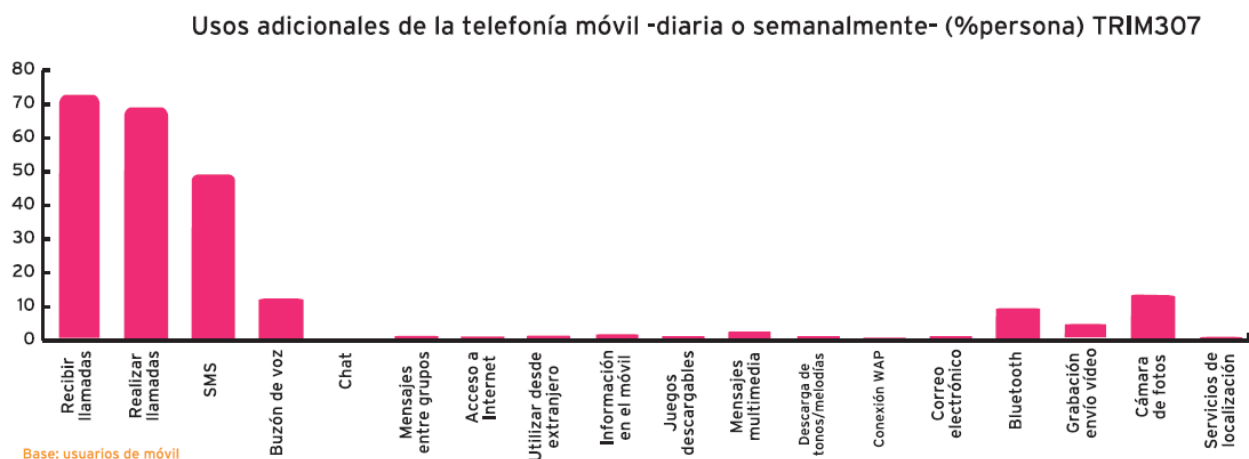
Este cambio de terminales también se debe indirectamente a la denominada portabilidad, una facilidad que permite cambiar de operador móvil manteniendo el número. En España este cambio es gratuito para el cliente -lo que no sucede en otros países donde tiene un coste- y ha dado lugar a que más de 11 millones de personas hayan hecho uso de esta facilidad. Muchos operadores ofrecen un terminal gratuito, o casi, a la nueva clientela que se cambia desde otro operador, y permanece dada de alta con el nuevo durante un periodo de tiempo que oscila entre los 12 y los 18 meses.

Principales usos del móvil

Durante el tercer trimestre de 2007, el 72,6% de las usuarias y los usuarios de la telefonía móvil la utilizaron diaria o semanalmente para recibir llamadas, y el 69% para realizarlas. También es

destacable que la mitad utilizó su móvil para enviar o recibir mensajes cortos por SMS durante el mismo periodo.

Estos tres usos principales o básicos de la telefonía móvil mantienen así su tendencia ascendente de uso intensivo (uso diario o semanal). La cámara de fotos es utilizada por cuatro de cada diez usuarias y usuarios de móvil y el *bluetooth* (tecnología inalámbrica de corto alcance) por tres de cada diez. El incremento interanual de estos usos ha sido de 17,3 y 14,3 puntos porcentuales, respectivamente.



1.3. Características de los servicios móviles

Los servicios móviles presentan unas características peculiares que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- **Accesibilidad.** No existen limitaciones en el tiempo o en el espacio para utilizar los servicios.
- **Conveniencia.** Se empaquetan servicios (teléfono, agenda...) y se realizan las operaciones dónde y cuándo se quiere, y también cuando se puede.
- **Inmediatez.** No existen retrasos entre el impulso y el acto.
- **Localización.** Al estar la persona localizada en un lugar geográfico en cada momento, las operadoras móviles pueden proceder a una segmentación geográfica y espacial de servicios y contenidos.
- **Personalización.** Los servicios y los terminales son adaptables a las necesidades y gustos de las usuarias y los usuarios.
- **Ubicuidad.** Permiten la comunicación y la ejecución de

El abanico de servicios móviles es muy amplio. En la Figura 7 se incluye una clasificación de los mismos teniendo en cuenta el tipo de interlocutores que intervienen en una comunicación. Se pueden plantear todas las combinaciones posibles entre persona y máquina.



1.4. La cadena de valor del sector

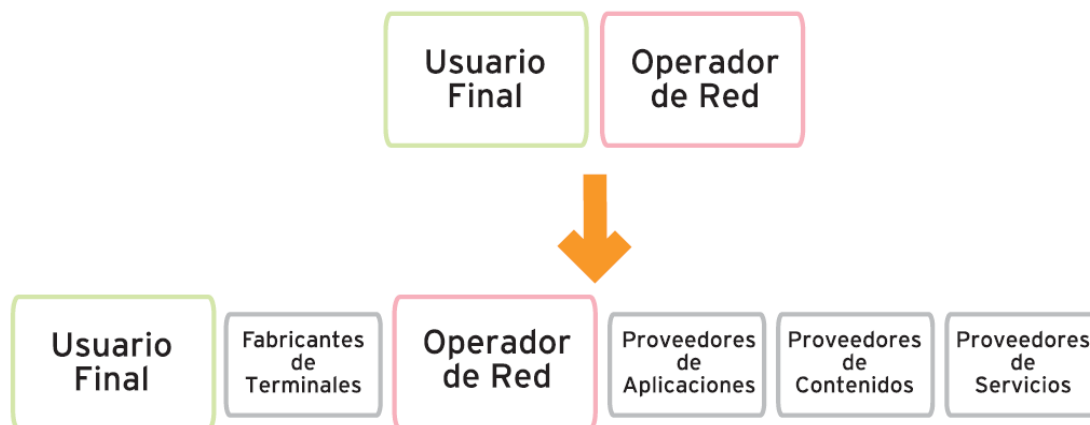
La cadena de valor categoriza las actividades que producen valor añadido en una organización y comprende desde los proveedores a los clientes, pasando por los operadores. Con las primeras generaciones de móviles (1G y 2G) el modelo de negocio de los operadores era muy sencillo.

El cliente contrataba un plan determinado y el operador le facturaba en función del uso (minutos de consumo). Ahora, con la 3G, que permite suministrar muchos servicios de valor añadido, el modelo se complica, como se puede ver en la Figura 8. En el momento actual, el operador móvil ocupa un papel central en la cadena de valor, ya que se encarga de la relación directa con el cliente final y posee las capacidades de provisión y facturación.

Este hecho ha permitido la extensión de los servicios de valor añadido y la entrada en juego de nuevos agentes, a diferencia de lo que sucede en el mundo de las comunicaciones fijas con Internet, cuya tasación está basada, esencialmente, en la velocidad de acceso, más que en función de los servicios, salvo algunos casos como por ejemplo la televisión.

Además, los operadores móviles siempre han de estar presentes, de acuerdo con este modelo de negocio, en toda comunicación que se realice, lo que no siempre sucede, por ejemplo, con los proveedores de contenidos, que intervienen sólo cuando la usuaria o el usuario elija explícitamente acceder a ciertos contenidos.

Hoy en día, con el móvil se configura el llamado “múltiple play”, que combina voz, datos y TV con la movilidad, y puede ser la herramienta para mejorar el ARPU, por lo que cada vez son más los operadores interesados en contar con una oferta de este tipo.



1.5. La evolución de los servicios móviles

Si bien, actualmente, la voz y los mensajes cortos (SMS) son las dos aplicaciones más utilizadas de los móviles, en el futuro, el crecimiento y el avance de los dispositivos móviles y las tecnologías relacionadas con los mismos serán espectaculares, permitiendo la incorporación de nuevos y variados servicios.

Las capacidades de los teléfonos móviles aumentan a buen ritmo y pronto serán indispensables para realizar muchas tareas cotidianas. Ya hay muchos servicios que se pueden prestar a través de la telefonía móvil, pero con la evolución de los sistemas 3G y, sobre todo con la 4G, se mejorará notablemente la calidad de los mismos y se permitirán otros no disponibles actualmente. Algunos de los aspectos más significativos en la evolución de los servicios se muestran a continuación.

Servicios de movilidad

Uno de los problemas a los que dar solución es trasladar la oficina a cualquier sitio y en cualquier momento. En la actualidad, el servicio de movilidad ya se está prestando con 3G, que permite tener acceso a los recursos corporativos: intranet, correo electrónico, contactos, agenda, etc. Con la 4G se va a mejorar este servicio, a aumentar la velocidad de transmisión de datos, y mejorar las capacidades tanto *hardware* como *software* del teléfono.

También, la Administración Pública puede ver en la tecnología móvil la fórmula ideal para optimizar sus procesos administrativos de cara a la ciudadanía, evitando que tenga que desplazarse para realizar algunos trámites, con la inmediatez y el ahorro de costes que esto supone.

Navegación web

El servicio de navegación web existe en la actualidad. Pero, nuevamente, el aumento de la velocidad de transmisión de datos y, especialmente, la mejora de las capacidades de los teléfonos móviles de 3G van a permitir disfrutar de unos servicios que actualmente sólo son accesibles a través del ordenador.

Por ejemplo, las Administraciones Públicas permiten ya realizar trámites administrativos a través de Internet (domiciliación bancaria de un impuesto, solicitud de la vida laboral, declaración de la

renta, etc.). En el futuro, cuando la tecnología de certificados electrónicos de usuario en los teléfonos móviles esté implantada (soluciones posibles serán los certificados electrónicos almacenados en SIM, certificados electrónicos descargados en el propio teléfono, lectores de tarjetas criptográficas que permitan utilizar el DNI electrónico, etc.), se podrá realizar autenticación legal e incluso firma electrónica reconocida a través de los teléfonos móviles para efectuar esos trámites administrativos.

Servicios de comercio electrónico

Será posible ofrecer información comercial basada en el posicionamiento actual de la persona y sus intereses particulares colocando balizas o sensores en diferentes emplazamientos. Estas balizas llevarán asociada una posición, y un conjunto de palabras clave que identifiquen el tipo de objeto o servicio al que se refieren.

Cada persona, a su vez, habrá especificado un conjunto de palabras clave acordes a sus intereses, y en función de la posición recibirá, por ejemplo, alarmas en su móvil indicándole que cerca de donde está se encuentra una tienda de fotos (si entre las palabras clave de sus intereses se encuentra “fotos”).

El móvil también será utilizado como medio de pago seguro, siempre que se pueda realizar la autenticación fehaciente. La mejora en las prestaciones tanto de la tecnología de telefonía móvil (velocidad de transmisión de datos), como de las capacidades del dispositivo, van a permitir que este servicio sea cada vez más utilizado.

Ocio en el móvil

La mejora de los teléfonos móviles permitirá utilizar estos dispositivos para disfrutar de las aficiones y el tiempo libre. Los juegos de Internet se trasladarán al móvil, permitiendo a múltiples participantes simultáneos intervenir en juegos interactivos desde el propio terminal. Las partidas podrán ser concertadas espontáneamente a través de mensajes, por ejemplo. Igualmente, el servicio de televisión en el móvil mejorará frente al que ofrece la telefonía 3G.

La televisión se verá a la carta, y con la antelación que se quiera. El servicio de mensajería (SMS o MMS) se utilizará como canal de retorno para dotar a la televisión de interactividad.

Voz sobre IP

Aunque tecnológicamente es posible ofrecer este servicio en baja calidad con móviles 3G, en realidad no se está prestando. Para la usuaria o el usuario es claramente beneficioso, pero para el operador de telefonía la VoIP no reporta tanto beneficio como el servicio tradicional de voz por la red celular a través de una conmutación de circuitos.

Por tanto, habrá que esperar a un cambio de estrategia de tasación que permita a la voz sobre IP beneficiar a ambas partes. Probablemente el cambio llegue con la telefonía móvil de cuarta generación.

1.6. El mercado del Mobile Learning perspectivas a futuro

Algunas consideraciones previas:

- El crecimiento mundial de la telefonía móvil y su integración con su símil informático, la *computación móvil*, nos hace pensar que la expansión de los servicios desde lo informativo a lo educativo se encuentra en un proceso de consolidación.
- Cada vez son más las empresas dedicadas al desarrollo de contenidos educativos para dispositivos móviles y tanto las empresas de telecomunicaciones, las farmacéuticas y las de consumo masivo, han comenzado a dotar a sus fuerzas de ventas y servicios con este tipo de dispositivos para el desarrollo de sus tareas cotidianas.
- Por su parte, los departamentos de sistemas y las áreas comerciales y de recursos humanos de las organizaciones, han empezado a pensar cómo aprovechar la tecnología disponible a fin de mantener informado y capacitado a su personal.
- Acompañando este proceso, las grandes compañías internacionales dedicadas al desarrollo y la comercialización de plataformas de e-learning y contenidos “*enlatados*” miran este mercado con atención y ya están adaptando sus soluciones para poder enviar, ejecutar e integrar los contenidos sobre este tipo de dispositivos.

La realidad es que hoy en día el uso del mobile learning es muy limitado, solo se pueden encontrar proyectos piloto que ofrecen servicios de consulta de calificaciones, avisos urgentes, etc, a los teléfonos móviles GSM mediante tecnologías como WAP o los mensajes cortos SMS.

Muchos son los especialistas que coinciden en que debemos entender que si el mercado del e-learning aún es embrionario, el mobile learning representa apenas un destello del ojo de ese embrión. De todos modos, no son pocos los proveedores de educación virtual que, en coordinación con las industrias de la electrónica y la informática, hoy trazan planes para convertir al aprendizaje portátil en un importante player de los procesos formativos.

Ante esta situación, bien podría pensarse que el mercado del mobile learning, esta todavía muy verde, y que tendrán que pasar muchos años, hasta su utilización masiva en los entornos y procesos educativos, y por ende hasta que el mercado sea lo suficientemente atractivo para adentrarse en el.

Pues nada más lejos de la realidad, si bien la situación actual podría llegar a hacer pensar esto, lo cierto es que dadas las características de este tipo de formación, las potencialidades y ventajas que aporta y los ámbitos tecnológicos sobre los que se sustenta, el mobile learning no tardará mucho en explotar, reinventando los procesos de enseñanza-aprendizaje que hemos conocido hasta la fecha.

Esta no es una afirmación hecha a la ligera, si bien en el caso de implantación de otras *tecnologías educativas*, (e-learning, realidad virtual, inteligencia artificial, etc.), el relevante componente tecnológico de las mismas, ha o está “ralentizado” la adopción masiva de las mismas, en el caso del mobile learning no sucede lo mismo.

Las tecnologías y los dispositivos ya existen, lo que se está planteando es su utilización en un ámbito determinado (la educación). Asimismo el grado de asimilación y receptibilidad sobre las mismas es también una realidad, (quien no tiene in teléfono móvil hoy en día), y las inversiones necesarias no son elevadas.

Como comparten los integrantes del proyecto, el verdadero problema respecto a la adopción del mobile learning, viene del lado de la Oferta. Desde la parte de la demanda, en la actualidad son muchas las entidades formativas y agentes del ámbito empresarial, que estarían dispuestos a utilizar una metodología formativa sustentada en el mobile learning. Así lo perciben al menos los integrantes del proyecto, y así se lo han trasladado también más de una vez sus clientes.

La mayoría de las experiencias de utilización del mobile learning a nivel internacional en el ámbito educativo, están siendo desarrolladas (como pruebas piloto) por los mismas entidades formativas. Esto se debe principalmente a una total carencia de Oferta, de empresas especializadas que se dediquen a asesorar e implantar a estas entidades sobre cual debe ser el mejor camino.

Lo cual conlleva asimismo un doble riesgo, el primero derivado de una incorrecta implantación de las metodologías y herramientas más adecuadas para articular una formación de calidad sobre mobile learning, y el segundo, el riesgo de no consolidar un conocimiento valioso relativo a una correcta utilización pedagógica del mobile learning, susceptible de ser trasladado y replicado en diferentes entornos, contextos,....

2. ANÁLISIS DE LA LITERATURA CIENTIFICO-TECNOLOGICA RESPECTO AL MOBILE LEARNING

2.1 Definición. ¿Que es el mobile learning?

Quinn (2000), afirma que el Mobile Learning es eLearning a través de dispositivos computacionales móviles: Dispositivos Asistentes Personales (Personal Digital Assistant, PDA), Máquinas Windows (Entre ellos los computadores de mano, los computadores portátiles o Laptop's y los Table PC) y teléfonos celulares. El mobile learning es la intersección de la computación móvil y el eLearning, la cual se caracteriza por la capacidad de acceder a recursos de aprendizaje desde cualquier lugar, en cualquier momento, con altas capacidades de búsqueda, alta interacción, alto soporte para un aprendizaje efectivo y una constante valoración basada en el desempeño.

De manera que Quinn (2000) considera al Mobile Learning como una extensión del eLearning, pero caracterizado por su independencia respecto a la ubicación en espacio y tiempo. La visión de Quinn sobre la computación móvil se basa en computación portátil con alta interactividad, conectividad total y alto procesamiento. Un dispositivo pequeño que esta siempre en red, que permite una fácil entrada de datos a través de plumas, dictados o por un teclado si es necesario, y la habilidad de ver imágenes con alta resolución y alta calidad de sonido.

En opinión de García (2001) el elearning, es una práctica que nace de combinar los cursos basados en la Web con otros medios, tales como CD-ROMS, videos, clases satelitales y clases presenciales. Esto se hace porque, a pesar de las múltiples ventajas y la versatilidad de la Web, sus capacidades son limitadas, hecho que en ciertas oportunidades obliga al diseñador a acudir a diferentes medios y formatos para la distribución de los contenidos del curso. Desde este punto de vista García define el mobile Learning como el uso de la Web junto con tecnología móvil.

Por su parte Harris (2001) define el mobile Learning como el punto en que la computación móvil y el aprendizaje electrónico se interceptan para producir una experiencia de aprendizaje en cualquier momento y en cualquier lugar. Según este autor el mobile Learning incluye el uso del teléfono celular, una PDA,..., para que el usuario tenga al alcance de su mano los recursos del curso disponibles dondequiera que se encuentre, es decir, pueda consultar material de aprendizaje (guías o lecturas), chequear las actividades de aprendizaje, buscar información actualizada sobre un curso que esté tomando o tomar una prueba que le permita evaluar su nivel de conocimientos. De hecho es posible que el usuario pueda bajar el material que le interese, trabajar con éste fuera de línea (si los desea), reconectarse para enviar los resultados y recibir la retroalimentación.

En resumen, se puede decir que el mobile Learning se constituye en la utilización de las "tecnologías móviles" al servicio de los procesos asociados con la enseñanza y el aprendizaje.

2.2. Estrategias educativas para el desarrollo de educación con telefonía móvil

En el campo de las teorías que sustentan los desarrollos educativos se pueden diferenciar dos claras tendencias. La primera corresponde a las teorías educativas generalizadas en amplios

campos filosóficos, psicológicos, ontológicos y epistemológicos, que han sido desarrolladas desde los años cincuenta mucho antes del advenimiento de la teleeducación.

La segunda, son denominadas teorías instruccionales, que como mínimo involucran tres partes: conceptos, definiciones y proposiciones, o mejor como lo expone Reigeluth deben tener tres partes básicas como son en su orden: pronóstico, métodos y condiciones. Estas teorías son más susceptibles al cambio, más puntuales y claras con respecto al desarrollo de programas de educación móvil.

Los modelos de m-learning son tan flexibles que permiten integrar nuevas teorías instruccionales con las clásicas. Una estrategia instruccional en la creación de plataformas móviles consiste en aplicar teorías cognitivas con las técnicas de mapeo mental (en inglés *mind mapping*).

Teoría de Presentación de componentes

La fusión entre la tecnología móvil y la educación formal tiene origen en la teoría descrita por David Merrill, llamada Teoría de Presentación de componentes o en inglés *Component Display Theory* (CDT). Esta teoría ha sido ampliamente aplicada a los programas de enseñanza basados en computadores o por medios electrónicos, como el proyecto educativo denominado *Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television*, bajo las siglas TICCIT.

Desde el punto de vista pedagógico, ésta teoría se fundamenta en una estructura cognitiva compleja y sofisticada; sin embargo se puede concluir que se sustenta en dos principios básicos: **el contenido y el desempeño**. Dentro del primero se incluyen hechos, conceptos, procedimientos y principios, mientras que dentro del segundo se ubican las generalidades y las aplicaciones. Según su propio autor, la CDT tiene como principio fundamental que “UNA INSTRUCCIÓN QUE NO ENSEÑA NO TIENE VALOR”.

En 1994 Merrill presentó una nueva versión de la teoría llamada **Component Design Theory** (CDT), donde hace mayor énfasis en las estructuras y algoritmos del aprendizaje que en lecciones escritas o magistrales. Esta teoría representa una contribución importantísima al campo de la educación tecnológica, donde representa el primer intento de separar la estrategia educativa de su contenido, con lo que el estudiante puede seguir su propia manera de elaborar conocimientos a partir de reglas básicas.

La teleeducación con la teoría de Merrill solo podría ser posible sobre un esquema de aprendizaje que permita tablas, algoritmos, bancos de imágenes y capacidad de extensión a la información o asistencia al estudiante mediante una plataforma portátil de información y una red de aprendizaje virtual a solicitud del estudiante, condiciones que únicamente puede responder el *mobilelearning*.

Otras teorías educativas sobre la educación móvil.

Durante los últimos diez años, los investigadores pedagógicos han seguido las influencias de la educación y las posibles implicaciones de teorías como la CDT y se han encontrado con nuevas aplicaciones de aprendizaje sobre la educación tecnológica. Hace cuatro años Sharples M. et al describieron la llamada COLL (de las siglas en inglés *Contextual life-long learning*), que es una reconceptualización del aprendizaje donde el conocimiento es entendido como una enseñanza

que no está sujeta a un lugar o sitio dentro del desarrollo profesional o vocacional y que pasa a ser un proceso dinámico, individual e interactivo de los estudiantes.

Roth et al, establecieron tres ramas importantes para el inicio de la educación móvil: la red de telefonía celular con capacidad de conexión a Internet, el desarrollo de computadores portátiles y de cámaras digitales. Afortunadamente todas estas tecnologías convergen en los Asistentes Personales Digitales.

A nivel industrial, compañías como IBM, Microsoft y Hewlett Packard, promueven el desarrollo de tecnologías con la visión de “ *Anytime , anywhere’ learning with laptop computers*” de acuerdo con según Walker, Rockman, & Chessler. The Classroom 2000 project del Instituto de tecnología de la Universidad Georgia según Abowd desarrolló una tecnología educativa móvil que permite a los estudiantes leer las diapositivas del profesor directamente sobre sus PDA’s en tiempo real. Otro proyecto desarrollado en la Universidad de Birmingham, es el llamado *Handheld Learning Resource (HandLeR)*, con el que personas de todas las edades pueden desarrollar una educación personal a través de la experiencia a lo largo de sus vidas.

Dicho proyecto fue aplicado en el área de médica de la radiología, en donde una residente de radiología en su primer año de entrenamiento en neuroradiología revisaba los casos del día de resonancia magnética a través de su PDA o Tablet PC, por medio de una red inalámbrica con posibilidad de selecciona unos casos y hacerles reportes o descripciones previas que podía comparar con las descripciones de los *Fellows* o profesores y capacidad de casa revisar casos después del trabajo con otros colegas o solicitar aclaraciones al profesor para el siguiente día con el Tutor de Resonancia Magnética

Teoría del Uso.

La teoría del Uso es un análisis de la educación que puede informar sobre el diseño de un sistema operativo desde el punto de vista pedagógico, cognitivo y social y que se puede resumir como las 3 C’s de: **Construcción, Conversación y Control.**

- **Construcción:** Por ser un proceso de elaboración que trae soluciones a problemas relacionados con nuevas experiencias del conocimiento
- **Conversación:** Por que es el método de cuestionamiento de conceptos de aprendizaje que se expresan con profesores o con otros estudiantes
- **Control:** Donde se realiza un ciclo de experimentación y reflexión activa de los procesos de aprendizaje.

Este modelo educativo basado en el uso de dispositivos móviles se ha desarrollado desde hace varios años, dando como resultado varios proyectos de investigación y algunos productos comerciales. De esta manera, existe evidencia de los beneficios que ofrece el m-learning como una extensión del aprendizaje electrónico (e-learning) y las dificultades asociadas por la integración de este modelo a los diferentes esquemas educativos, como sustentan Vavoula (2005), Ally et al. (2005) y Good (2006).

Sin embargo, el esfuerzo por lograr un diseño instruccional que incluya en sus objetivos el uso de tecnologías móviles, ha generado el desarrollo de aplicaciones poco flexibles y con

implementaciones diferentes. Esto ocurre debido a que cada desarrollo se realiza de manera única y aislada, en el sentido de que cada aplicación educativa móvil implementa sus propios mecanismos de comunicación, de adaptación de contenidos a presentar y de inclusión de aspectos pedagógicos.

Aunado a lo anterior, existe una inversión de tiempo considerable en el desarrollo de aplicaciones educativas móviles, debido a que la disponibilidad limitada de herramientas de desarrollo y librerías especializadas que permitan hacer más ágil las implementaciones técnicas de la aplicación. Por ello, para construir aplicaciones educativas complejas, es necesario contar con personal muy especializado en el desarrollo de este tipo de aplicaciones, razón por la cual pudiera explicarse el porqué se evidencian claramente dos situaciones que se presentan en los trabajos relacionados con m-learning: la primera de ellas es cuando las propuestas están muy sesgadas a los aspectos tecnológicos sin sustentar sólidamente los aspectos educativos (Castellanos y Sánchez, 2003), (Davidyuk et al., 2004) y (Cao et al., 2006), y la segunda es cuando se le da un énfasis a los aspectos educativos pero tienen un pobre soporte tecnológico (Juniu, 2003) y (Mona Laroussi, 2004).

Esta problemática, posiblemente esté generada por la falta de líneas guías y herramientas diseñadas específicamente para la creación de aplicaciones educativas móviles, por lo que quienes los desarrollan, lo hacen de manera única dependiendo de los intereses de su grupo de investigación, resultando en soluciones que tienen muy poco en común con otras. Aunque en sentido estricto esta suposición puede ser verdadera, es importante mencionar que las aplicaciones para móviles tienen ciertas características en común, en donde se comparten por ejemplo estándares de contenidos, hasta cuestiones de ergonomía y usabilidad asociadas a los dispositivos móviles.

Por otra parte, se han realizado esfuerzos para integrar los elementos educativos y los tecnológicos para auxiliar la construcción de aplicaciones educativas a través de desarrollos basados en patrones de diseño educativos (AFLF, 2006), hasta frameworks completos para aplicaciones educativas siguiendo diversos modelos de aprendizaje (Patten et al., 2006), y para el aprendizaje colaborativo (Zurita y Nussbaum, 2004).

Estos trabajos tienen en común el interés de proporcionar herramientas tecnológicas, como lo son las librerías especializadas, con el objetivo de que las aplicaciones resultantes tengan un diseño sustentado en requerimientos educativos bien identificados, homogeneizar al menos parte del proceso de desarrollo de estas aplicaciones, y ahorrar tiempo para su construcción.

Los modelos de aprendizaje basados en dispositivos móviles pretenden ampliar las ventajas ofrecidas por el e-learning como el uso de recursos multimedia, acceso vía Web, servicios de mensajería, pero partiendo del principio de movilidad, colaboración y capacidades de comunicación entre redes *ad-hoc*, características inherentes a la etapa contemporánea tecnológica (Totkov, 2003). Tratando de aprovechar estas características, se han desarrollado proyectos tomando como iniciativa el m-learning y usando diferentes tipos de dispositivos móviles como teléfonos celulares, PDA y Smartphone.

De esta manera, se han desarrollado aplicaciones sustentadas en un paradigma educativo e inmersas en diferentes modelos de aprendizaje. Partiendo de la clasificación propuesta por Naismith et al. (2005), se tiene un marco de referencia de la teoría del aprendizaje para cada tipo de aplicación:

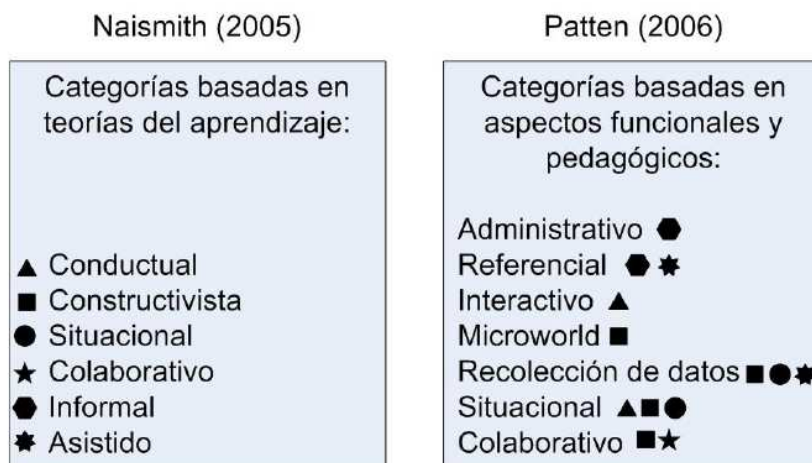
- **Conductual.** Las aplicaciones de m-learning se basan en la representación de problemas donde la solución este dirigida por elementos que aporten un valor para la solución, además de ofrecer reforzamiento del conocimiento presentado a través de retroalimentación.
- **Constructivista.** El alumno construye su propio conocimiento basado en nuevas ideas y conocimientos previos, las aplicaciones móviles deberán de ofrecer esquemas de virtualización de contextos, y ofrecer herramientas que permitan administrar dicho conocimiento, así como métodos de búsqueda de información relevante al problema planteado.
- **Situacional.** Tiene mucho de semejante con el constructivismo, sin embargo difieren principalmente en que los escenarios presentados al alumno, no son simulados si no reales. En ese sentido, las aplicaciones móviles deberán de ser capaces de detectar el contexto donde estén inmersos y presentar información *ad-hoc* dependiendo de la situación, lugar o tiempo donde se encuentre el alumno.
- **Colaborativo.** Utiliza las tecnologías móviles para ofrecer mecanismos de interacciones entre los involucrados en el proceso, donde se resaltan los medios utilizados para comunicarse entre sí, y utilizando mecanismos de coordinación de tareas o grupos. En adición a esto, toda la teoría del cómputo colaborativo puede ser vertida en este modelo a través de las tecnologías móviles, sin implicar un sustituto a las interacciones hombre-maquina.
- **Informal.** Las aplicaciones móviles deben ofrecer vías para adquirir el conocimiento en un esquema más libre, en donde las actividades no necesariamente dependen de un currículo y generalmente las experiencias se dan fuera del salón de clase. El hecho de que sea un aprendizaje libre no significa que carece de control, si no más bien que esta incrustado tanto en el espacio y las situaciones particulares a las que se enfrente el alumno.
- **Asistido.** La tecnología móvil toma un papel fundamental principalmente en la coordinación del alumno y los recursos que se le proporcionan, así como ofrecer canales de retroalimentación y control para el profesor, permitiendo medir el grado de avance en las practicas realizadas o acceder a la información de un alumno para informar de su estatus en un curso específico, por poner un ejemplo. También en este esquema, las tecnologías móviles pueden ofrecer mecanismos para calendarización de eventos o tareas por parte de los alumnos, ayudándolos a controlar mejor sus actividades y agendas de trabajo.

Como se puede notar, la aplicación de las tecnologías móviles en los diferentes modelos de aprendizaje es muy variada al igual que el tipo de características en cada tipo. Sin embargo, no son excluyentes entre ellas, ya que se pueden mezclar y lograr así modelos mixtos que combinen lo mejor de cada tipo para crear uno más integral. Esta clasificación provee una visión general de

como el m-learning puede estar asociado a una teoría del aprendizaje en especial, sin embargo, es solo una clasificación, un primer intento por caracterizar las aplicaciones móviles de acuerdo a su perfil pedagógico.

Alternativamente a esta clasificación, existe un proyecto que propone un framework funcional, como sustenta **Patten et al. (2006)**, en el cual se ofrece una categorización de las aplicaciones basada en aspectos funcionales y pedagógicos, de esa manera, se cuenta con una referencia que permite agrupar las aplicaciones educativas móviles, dependiendo de su función y del diseño instruccional. Las categorías de aplicaciones propuestas son:

- **Administrativas.** Aquí el m-learning integra poco los aspectos pedagógicos, ya que las aplicaciones son orientadas más hacia aspectos de organización y logística, pero no están ligadas hacia algún tema en particular.
- **Referenciales.** Este tipo de aplicaciones se encarga básicamente de proveer mucha información (texto o datos) en dispositivos con capacidades limitadas. Entonces, su fin primordial es proveer un medio de acceso a los recursos que soporten el proceso de aprendizaje (manuales, diccionarios, sitios Web).
- **Interactivas.** Las aplicaciones que proveen un alto grado de interactividad y retroalimentación al alumno, basándose en patrones de respuesta-interacción ofrecen una instrucción que permite la experimentación, con materiales acordes al contexto de aprendizaje.
- **Microworlds.** En esta categoría adopta notablemente el modelo constructivista de los alumnos, en donde ellos son quienes fabrican su contexto permitiéndoles comprobar y evaluar sus ideas.
- **Recolectoras de datos.** Este tipo de aplicaciones puede tener diferentes perspectivas pedagógicas dependiendo del contexto, para lo cual se han propuesto tres subcategorías: científica, reflectiva y multimedia. Dependiendo del objetivo, será el formato que tenga dicha información.
- **Situacionales.** Aquí las aplicaciones de m-learning trabajan con un conjunto de sensores y puntos de acceso a información incrustada en el medio ambiente, de ahí, que la información entregada al alumno, esté en función del lugar o situación donde se este llevando a cabo la instrucción.
- **Colaborativas.** En esta categoría, se agrupan aplicaciones que ofrecen características del modelo constructivista, contextuales y colaborativas, que permitan entre otras cosas la comunicación con otros alumnos para verificar algún concepto o solución y que también ofrecen medios de comunicación y organización para los equipos de trabajo. El uso de capacidades de mensajería se resalta en esta categoría. Las tres primeras categorías básicamente replican aplicaciones disponibles para computadoras personales de escritorio, por otro lado, las últimas sacan más ventaja de las propiedades únicas que poseen los dispositivos móviles.



De esta manera, la inclusión de tecnología móvil en los diferentes modelos, ha generado que el desarrollo de aplicaciones específicas para m-learning aumente paulatinamente, dando como resultado varias implementaciones diferentes, ya que cada desarrollo se realiza de manera única y específica para una situación determinada (espacio físico, tipo de equipo usado o grado académico seleccionado), por lo que cada aplicación implementa sus propios mecanismos de comunicación, de adaptación de contenidos y de inclusión de aspectos pedagógicos.

Tal vez derivado por esto y dada la complejidad que representan las aplicaciones para mobile learning, en la actualidad existe cierta tendencia a que gran parte del tiempo de desarrollo de proyectos relacionados con el mobile learning se dedique a:

1. Implementar cuestiones técnicas de adecuación de contenidos o mecanismos de comunicación entre los dispositivos, dejando la parte educativa en segundo término y dedicándole poco tiempo a los aspectos pedagógicos de la aplicación.
2. Centrar el desarrollo en los contenidos pedagógicos, dejando de lado las cuestiones técnicas que ofrecen robustez, portabilidad, confiabilidad y flexibilidad en la aplicación final.

En cualquiera de los dos escenarios, se considera que la pérdida de tiempo y recursos es evidente debido en gran parte a la falta de herramientas que permitan, por un lado desarrollar aplicaciones para dispositivos móviles heterogéneos a través de esquemas simples y reproducibles, y por otro lado, la falta de políticas o procedimientos de planeación necesarios que orienten el perfil de las aplicaciones desarrolladas hacia el ámbito educativo y en concreto con características de objetos de aprendizaje.

2.3. Punto de vista pedagógico del Mobile Learning: Ventajas y Desventajas

Desde el punto de vista pedagógico, la utilización de herramientas informáticas como apoyo a la educación y específicamente como ayuda colaborativa, es una realidad que ha permitido optimizar el proceso enseñanza-aprendizaje, condición que se evidencia cada día en todos los aspectos de la práctica docente, del desarrollo de la educación, de la ciencia y de la socialización de saberes, y debe ser tomada en cuenta por su gran aporte en la percepción del contexto de aprendizaje, es decir es necesario cambiar la perspectiva y reconocer la importancia del entorno donde suceden los procesos educativos.

De esta forma, si el objetivo es que los alumnos trabajen y se comprometan con el aprendizaje, es necesario crear contextos adecuados y permisivos para que ello suceda; los entornos de aprendizaje -sean presenciales o virtuales- deben ser percibidos por los estudiantes como ricos en conocimientos, variados en recursos, permisivos y amigables.

La utilización de herramientas informáticas dentro del contexto pedagógico implica estudiar algunas variables que influyen en el desempeño de los estudiantes en entornos presenciales como virtuales. Algunas de las variables que pueden hacer variar el entorno de aprendizaje son las siguientes:

- La **orientación motivacional intrínseca**, esta relacionada directamente con las acciones que el sujeto realiza por el interés que le genera la propia actividad, considerada como un fin en sí misma y no como un medio para alcanzar otras metas. Alonso Tapia sugiere que la motivación incidirá sobre el aprendizaje. Así pues, si el estudiante está motivado intrínsecamente es más probable que seleccione y realice actividades por el interés, curiosidad y desafío que éstas provocan.
- Por el contrario la **orientación motivacional extrínseca**, lleva al individuo a realizar una determinada acción para satisfacer otros motivos que no están directamente relacionados con la actividad en sí misma, sino más bien con la consecución de otras metas; desde el punto de vista de la educación no presencial esta motivación es la que desmotiva al estudiante con la continuación de un curso virtual y debe ser combatida desde todos los puntos de vista pedagógicos.

Además de estas motivaciones, el control del aprendizaje y la ansiedad son variables que varían de un entorno a otro y que pueden ser claves para mejorar el rendimiento de un estudiante en un entorno virtual.

La ansiedad es una de las variables que afectan de manera significativa a usuarios de aulas virtuales que no tienen experiencia en este tipo de aprendizaje. Existen varias formas para afrontar estos inconvenientes que afectan a estudiantes con o sin experiencia y es una de las claves de éxito que algunas Universidades han tenido y es el de darle a la interfaz de los cursos virtuales mayor cantidad de recursos de comunicación con los participantes del aula como con el tutor o profesor.

La utilización de recursos informáticos diferentes a los tradicionalmente utilizados en contextos presenciales causan impacto en principio, en su utilización (manejo de dispositivos y herramientas informáticas nuevas) y en el desarrollo de las clases, puesto que para algunos

estudiantes el hecho de utilizar estos recursos requiere un aprendizaje extra al que normalmente se utilizaría en un ambiente presencial; pero se debe tener en cuenta que muchas de las personas que toman cursos virtuales lo hacen por la importancia de la orientación y motivación extrínseca.

La importancia del entorno de aprendizaje y la utilización de herramientas informáticas en el desarrollo del aprendizaje, ha interesado a muchos investigadores quienes han desarrollado estudios como el que se cita [VAVUOLA] que según sus hallazgos, dentro del aprendizaje en un entorno virtual de la población adulta, el 51% de los episodios de aprendizaje reportado tomó lugar en el hogar o en la propia oficina del estudiante, el resto ocurrió fuera de la oficina (21%), al aire libre (5%), en la casa de un amigo (2%) o en lugares de esparcimiento (6%). Otros lugares de estudio reportados (14%) incluyen lugares de culto religioso, cafés, tiendas de entretenimiento y vehículos.

Es interesante saber que solo el 1% del aprendizaje reportado tuvo lugar mientras se transportaba el estudiante, lo que sugiere que el m-learning no es necesariamente asociado a la acción de movimiento físico.

Desde el punto de vista del usuario final (estudiantes y profesores), la integración de tecnología (como la telefonía móvil) y pedagogía en una aula virtual depende casi por completo de cada uno de los usuarios de esta tecnología, es decir, la motivación es el factor de mejoramiento y crecimiento más grande en la educación virtual pero al mismo tiempo es el “Talón de Aquiles” de la educación no presencial, teniendo en cuenta que “el aprendizaje autónomo es un proceso que permite a la persona ser autor de su propio desarrollo, eligiendo los caminos, las estrategias, las herramientas y los momentos que considere pertinentes para aprender y poner en práctica de manera independiente lo que ha aprendido.

La utilización de nuevas tecnologías en un ambiente educativo en ocasiones esta definida directamente por las políticas institucionales de cada entidad educativa pero es dirigida casi siempre por el contexto local y nacional. La prestación de servicios educativos apoyados por TICs están limitados a las políticas internas de cada una de las instituciones educativas.

Los posibles inconvenientes tecnológicos para implementar estas tecnologías son tan grandes como los pedagógicos, las interacciones entre tecnología pedagogía son complejas y realmente deben ser tomadas en cuenta en el momento de implementar soluciones e-learning y aún más en soluciones y servicios m-learning.

No se puede definir una metodología única y absoluta para la implementación de servicios móviles dentro de las aulas educativas (virtuales o presenciales), pero si es posible se pueden dar recomendaciones y lineamientos con los que basarse las instituciones educativas a la hora de implementar tales servicios.

La orientación de los servicios educativos basados en tecnología móvil es el de dar a los estudiantes (usuarios de servicios m-learning) herramientas alternativas para apoyar el aprendizaje y potencializar la construcción de conocimiento y facilitar el trabajo colaborativo en un aula, además de brindar de instrumentos que permitan crear un ambiente de estudio amigable, ya

que el carácter lúdico de los materiales didácticos tecnológicos despierta un mayor interés, que facilita el aprendizaje.

2.3.1 Ventajas del Mobile Learning

El uso de los smart devices en los procesos de enseñanza-aprendizaje presenta una serie de ventajas pedagógicas a la que se suman otras operativas, tales como que se trata de una herramienta de la que disponen prácticamente todos los estudiantes y brinda enormes posibilidades de interacción en los ambientes de aprendizaje; es flexible, de tamaño pequeño, de empleo fácil y su costo puede ser bastante bajo.

Como ejemplo a continuación se destacan algunas de las oportunidades y ventajas directas, derivadas de la integración de la tecnología móvil, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, tanto a nivel funcional como pedagógico:

Ventajas de tipo funcional:

- Aprendizaje **anytime & anywhere**: Ya no se requiere estar en un lugar particular ni a una hora dada para aprender. El dispositivo móvil puede ser usado en cualquier parte y en cualquier momento, incluyendo casa, trenes, hoteles, por lo que el proceso de aprendizaje se **personaliza** y adapta a los requerimientos y disponibilidades individuales de cada educando.
- Los dispositivos móviles posibilitan la **Interacción** instantánea entre alumno-profesor, facilitando de una forma “anónima” y automática la retroalimentación por parte del profesor la correcta comprensión de determinadas lecciones, temas....
- Mayor **Penetración**: La telefonía móvil esta al alcance de casi todos, en la actualidad hay casi un 100% de estudiantes con acceso a un celular, por un 30% para el caso de los PCs/ Notebooks.
- **Tecnología más barata**: El coste de adquisición de un dispositivo móvil es notablemente inferior al de un PC, lo cual puede contribuir también a **reducir la brecha digital**.
- Mayor **accesibilidad**. Todos estos dispositivos móviles podrían estar conectados a redes y servicios, de acceso a Internet.
- Mayor **portabilidad y funcionalidad**: Se puede tomar notas directamente en el dispositivo durante lecciones outdoor.
- Aprendizaje **colaborativo**. La tecnología móvil favorece que los alumnos puedan compartir el desarrollo de determinadas actividades con distintos compañeros, creando grupos, compartiendo respuestas, etc.
- Los dispositivos móviles facilitan el **aprendizaje exploratorio**. , el aprender sobre el terreno, explorando, experimentando y aplicando a la vez que se aprende la lección

Ventajas pedagógicas:

- Ayuda a los estudiantes a **mejorar sus capacidades** para leer, escribir y calcular, y a reconocer sus capacidades existentes.

- Puede ser utilizado para **incentivar experiencias** de aprendizaje independientes o grupales.
- Ayuda a los estudiantes a **identificar** las áreas donde necesitan ayuda y respaldo.
- Permite a los docentes que envíen recordatorios a sus estudiantes sobre plazos de actividades o tareas a los alumnos así como mensajes de apoyo y estímulo.
- Ayuda a **combatir la resistencia** al uso de las TIC y pueden ayudar a tender un puente sobre la brecha entre la alfabetización a través del teléfono móvil y la realizada a través de las TIC.
- Ayuda a eliminar algo de la formalidad de la experiencia de aprendizaje e **involucra** a estudiantes renuentes quienes están familiarizados desde la niñez con máquinas de juegos como PlayStations o GameBoys, por lo tanto, esta familiaridad con la tecnología mantiene sus niveles de interés.
- Ayuda a los estudiantes para que permanezcan enfocados y calmados durante las sesiones de clases por períodos más largos.
- Ayuda a elevar la **autoestima** y proporciona una sensación de **confianza** en la medida que se brinda a los docentes y estudiantes la responsabilidad del cuidado de dispositivos tecnológicos propios del m-learning.
- **Enriquece**, anima y brinda variedad a las lecciones o cursos convencionales.
- Proporciona a menudo **actividades intercurriculares**, aspecto clave para involucrar a los docentes a que introduzcan actividades m-learning dentro del salón de clase

2.3.2 Desventajas del Mobile Learning

En cuanto a las debilidades del aprendizaje móvil, tenemos que los dispositivos móviles computacionales presentan problemas asociadas a la usabilidad ya que tienen pantallas pequeñas; en general, podemos decir que esa es la desventaja principal de los dispositivos móviles; particularmente, en algunos teléfonos es difícil leer un texto mediano, pues la cantidad de información visible es limitada y hace que el lector tenga que estar desplazándose a través del texto para poder leerlo. Esta desventaja hace que la navegación sea limitada. Además, algunos teléfonos móviles tienden a ser demasiado compactos, lo que repercute en que se tengan dificultades al interactuar con ellos.

Lo anterior tiene como consecuencia que el diseño de interfaces y la introducción de datos deban ser claros, cortos y concisos.

Por otra parte, la industria está plagada de soluciones propietarias y los costos de acceso a la red son altos. Hoy existen pocas aplicaciones educativas para estos dispositivos; sin embargo, la industria de software ha visto que hay un interesante nicho de mercado que debe cubrirse.

En fin, las investigaciones que se desarrollen en esta área, ligadas a la comunidad educativa, tienen el potencial de apoyar a los educadores a desarrollar su labor con eficacia y eficiencia. Las tecnologías móviles tienen una gran aceptación entre los jóvenes, lo que puede ser aprovechado para utilizarlas para aprender. Las PDA han sido subutilizadas mayormente como agendas, pero

la integración de tecnologías les han añadido características que permiten utilizarlas como navegadores GPS o teléfono y ejecutar aplicaciones software tales como correo electrónico, bases de datos, navegación por Internet y otras.

La experiencia de utilizar la computación móvil para apoyar experiencias de campo indica que es necesario dotarla de materiales de consulta tradicionales (por ejemplo, manuales de anatomía en el caso de los médicos) y además de las bases de datos de la aplicación específica; la planeación para este tipo de sistemas debe hacerse poniendo un gran peso en el usuario, y más que desarrollar aplicaciones monolíticas, deben diseñarse herramientas poderosas que permitan a los expertos (como tutores o profesores) adaptar esta tecnología a sus necesidades.

Finalmente, pensamos que los avances en la tecnología pueden hacer que las desventajas asociadas al costo y la usabilidad se maten a través del tiempo, y concluimos reflexionando que el futuro del aprendizaje móvil en la educación se debe apoyar en el desarrollo de tecnologías enfocadas hacia el aprendizaje, en la identificación de las tareas educativas apropiadas donde se añada valor agregado al proceso educativo y en el aprovechamiento de las características de acceso ubicuo a los recursos que proporcionan los dispositivos móviles, para que, junto a los modelos tradicionales, se puedan ofrecer formas atractivas, flexibles e innovadoras de aprendizaje.

2.4. Estándares en el ámbito del Mobile Learning

Desde hace apenas unos pocos años, han empezado a surgir estándares y especificaciones para el ámbito del e-Learning que son de total aplicación para el caso del Mobile learning, con el fin de proporcionar estructura al contenido, las herramientas de autor y las plataformas. Estos estándares se enfocan en varios aspectos, tanto en la perspectiva tecnológica, como la pedagógica/didáctica, y sirven principalmente para alcanzar interoperabilidad y reusabilidad, aunque además promueven la gestionabilidad, la accesibilidad, la durabilidad, y la escalabilidad.

En la actualidad y como se puede apreciar en la tabla adjunta, existen múltiples estándares tecnológicos de aplicación en el ámbito educativo,

Estándares de Tecnología de la enseñanza					
Metadata IEEE LOM Dublin Core, DC CanCore IMS metadata GEMSTONES ADL SCORM met. ARIADNE metadata GEM metadata NSDL metadata EdNA metadata	Actores IMS LIP LTSC PAPI IMS Enterprise	Contenidos SCORM, IMS CP IMS RLI, AICC CS IEEE 1485.6 IMS SS, AICC PENS AICC Packaging	Didáctica EML/IMS Learning Design, DIN Didactical Object Model	e-Portafolio IMS ePortfolio, ePortfolio Interoperability XML (EPIX)	Accesibilidad W3C WCAG ACCLIP, ATAG IMS AccessForAll Metadata ISO TS 16071:2003 ISO DIS 9241-171
	Evaluación IMS QTI	Repositorios IMS DRI CORDRA	Arquitectura IEEE LTSA	Vocabulario IMS VDEX	

En términos generales, los estándares ofrecen un conjunto de reglas que especifican cómo se construyen cursos en línea y cuáles son las plataformas sobre la que serán impartidos estos cursos, de manera que puedan interactuar unas con otras plataformas. Estas reglas además definen un modelo de empaquetamiento estándar para los contenidos, estos pueden ser

empaquetados como objetos de aprendizaje, de tal forma que permita a los desarrolladores, crear contenidos que puedan ser fácilmente reutilizados e integrados en distintos cursos.

Lo que finalmente se pretende conseguir con la aplicación de un estándar para mobile-learning es tener lo siguiente:

- Durabilidad: Es decir que la tecnología que es desarrollada con el estándar evite la obsolescencia de los cursos.
- Interoperabilidad: Que la información pueda ser intercambiada a través de una variedad de LMS.
- Accesibilidad: Que se pueda tener un seguimiento del comportamiento de los alumnos.
- Reusabilidad: Que los distintos cursos y objetos de aprendizaje puedan ser reutilizados con diferentes herramientas y plataformas.

Esta compatibilidad ofrece muchas ventajas a los consumidores de mobile-learning.

- Garantizan la viabilidad futura de su inversión, impidiendo que sea dependiente de una única tecnología, de modo que en caso de cambiar de LMS la inversión realizada en cursos no se pierde.
- Aumenta la oferta de cursos disponibles en el mercado, reduciendo de este modo los costos de adquisición y evitando costosos desarrollos a medida en muchos casos.
- Posibilita el intercambio y compraventa de cursos, permitiendo incluso que las organizaciones obtengan rendimientos extraordinarios sobre sus inversiones.
- Facilita la aparición de herramientas estándar para la creación de contenidos, de modo que las propias organizaciones puedan desarrollar sus contenidos sin recurrir a especialistas en e-learning.

Estrictamente hablando, no existe un estándar mobile-learning disponible hoy en día. Lo que existe es una serie de grupos y organizaciones que desarrollan especificaciones (protocolos). Hasta la fecha, ninguna de estas especificaciones ha sido formalmente adoptada como estándar en la industria del mobile-learning. Estas especificaciones no dejan de ser recomendaciones, que por el momento la industria trata de seguir.

Dentro de las principales iniciativas para la estandarización de contenidos digitales se podrían mencionar:

AICC, Aviation Industry CBT Committee

La industria de la aviación ha sido tradicionalmente un gran consumidor de formación, por lo que en 1992 decidieron crear un comité que desarrollase una normativa para sus proveedores de formación basada en computador. De este modo garantizaban la armonización de los requerimientos de los cursos, así como la homogeneización de los resultados obtenidos de los mismos.

Fue el primer organismo creado para crear un conjunto de normas que permitiese el intercambio de cursos CBT (*Computer Based-Training*) entre diferentes sistemas.

Las especificaciones del AICC cubren nueve áreas principales, que van desde los learning objects (LO) hasta los learning management systems (LMS). Normalmente, cuando una compañía dice que cumple con las especificaciones AICC, significa que cumple con al menos una de estas *guidelines* y recomendaciones (*AICC Guidelines and Recommendations, AGRs*)

La AICC cuenta con un programa de certificación y dispone de un *test suite* que le permite a las compañías verificar que sus productos son compatibles con otros sistemas que cumplen con las especificaciones AICC.

IEEE Learning Technologies Standards Committee (LTSC)

Se trata de un organismo que promueve la creación de una norma ISO, una normativa estándar real de amplia aceptación. El LTSC se encarga de preparar normas técnicas, prácticas y guías recomendadas para el uso informático de componentes y sistemas de educación y de formación, en concreto, los componentes de software, las herramientas, las tecnologías y los métodos de diseño que facilitan su desarrollo, despliegue, mantenimiento e interoperación de los mismos.

El IEEE LTSC (Learning Technology Standards Committee) supone un estándar de gran alcance que incluye la definición de metadatos de contenidos educativos, perfil de usuarios, localización, empaquetamiento de contenidos, creación de cursos e instrucciones gestionadas por ordenador. Los estándares que crea se basan en un método de consenso muy robusto. Más de 20 grupos de trabajo crean estándares de forma separada bajo la supervisión de IEE LTSC, que luego publica un estándar general.

Consortios como IMS, AL y AICC reconocen la capacidad de LTSC para crear estándares y trabajan de forma conjunta para aumentar la compatibilidad del estándar, con las diversas especificaciones

LTSC también trabaja en forma coordinada con otra iniciativa denominada ISO JTC1 SC36, que es un subcomité formado en forma conjunta por la ISO (*International Standard Organization*) y por la IEC (*International Electrotechnical Commission*), dedicado a la normalización en el ámbito de las Tecnologías de la Información para la formación, educación y aprendizaje.

IMS Global Learning Consortium, Inc.

Este Consorcio está formado por miembros provenientes de organizaciones educacionales, empresas públicas y privadas. Su misión es desarrollar y promover especificaciones abiertas para facilitar las actividades del aprendizaje online.

El trabajo de la IEEE fue recogido por esta corporación privada creada por algunas de las empresas más importantes del sector. Su objetivo fue la creación de un formato que pusiese en práctica las recomendaciones de la IEEE y la AICC.

Lo que se hizo fue definir un tipo de fichero XML para la descripción de los contenidos de los cursos. De tal modo que cualquier LMS pueda, leyendo su fichero de configuración IMSMANIFEST.XML, cargar el curso.

La especificación IMS está compuesta por varias especificaciones, teniendo cada una de ellas un objetivo específico: gestión de resultados, presentación y secuenciación de objetos, creación de preguntas, estructuras de paquetes, ... A continuación se describen las principales iniciativas de este comité:

- **Learning Object Metadata (*LOM*)**

Esta especificación entrega una guía sobre cómo los contenidos deben ser identificados o “etiquetados” y sobre cómo se debe organizar la información de los alumnos de manera de que se puedan intercambiar entre los distintos servicios involucrados en un sistema de gestión de aprendizaje (*LMS*).

- **Empaquetamiento de Contenidos (*Content Packaging*)**

Esta especificación provee la funcionalidad para describir y empaquetar material de aprendizaje, ya sea un curso individual o una colección de cursos, en paquetes portables e interoperables. El empaquetamiento de contenidos está vinculado a la descripción, estructura, y ubicación de los materiales de aprendizaje on-line, y a la definición de algunos tipos particulares de contenidos. La idea es que el contenido desarrollado bajo este estándar sea utilizado en una variedad de sistemas de gestión de aprendizaje (*LMS*).

- **Interoperabilidad de Preguntas y Tests (*Question and Test Interoperability, QTI*)**

El IMS QTI propone una estructura de datos XML para codificar preguntas y test online. El objetivo de esta especificación es permitir el intercambio de estos tests y datos de evaluación entre distintos LMS.

- **Empaquetamiento de Información del Alumno (*Learner Information Packaging, LIP*)**

Esta especificación define estructuras XML para el intercambio de información de los alumnos entre sistemas de gestión de aprendizaje, sistemas de recursos humanos, sistemas de gestión del conocimiento, y cualquier otro sistema utilizado en el proceso de aprendizaje.

- **Secuencia Simple (*Simple Sequencing*)**

Esta especificación define reglas que describen el flujo de instrucciones a través del contenido según el resultado de las interacciones de un alumno con el contenido. Esta representación de flujo condicionado puede ser creada manualmente o a través de herramientas compatibles con esta especificación. Una vez creado, la representación de la secuencia puede ser intercambiada entre sistemas diseñados para entregar componentes instruccionales a los alumnos.

- **Definición de competencias (*Competency Definitions*)**

El IMS (al igual que la IEEE) están en el proceso de crear una manera estandarizada de describir, referenciar e intercambiar definiciones de competencias. En esta especificación, el término competencia es usado en un sentido muy general, que incluye habilidades, conocimiento, tareas, y resultados de aprendizaje. Esta especificación entrega una manera de representar formalmente las características principales de una competencia,

independiente de su uso en un contexto en particular, permitiendo así su interoperabilidad entre distintos LMS.

ADL SCORM

Formada en 1997, la iniciativa ADL (Advanced Distributed Learning), es un programa del Departamento de Defensa de los Estados Unidos y de la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca para desarrollar principios y guías de trabajo necesarias para el desarrollo y la implementación eficiente, efectiva y en gran escala, de formación educativa sobre nuevas tecnologías Web.

Este organismo recogió “lo mejor” de las anteriores iniciativas (el sistema de descripción de cursos en XML de la IMS, y el mecanismo de intercambio de información mediante una API de la AICC) y las refundió y mejoró en su propio estándar: SCORM, Shareable Content Object Reference Model (Modelo de Referencia para Objetos de Contenidos Intercambiables).

El modelo SCORM se compone de cuatro manuales que definen diferentes facetas del ciclo de vida de un contenido educativo digital:

- **SCORM Overview.** Aporta una descripción general del entorno de trabajo.
- **SCORM Content Aggregation Model.** Describe los criterios de etiquetado y empaquetamiento de los contenidos educativos digitales.
- **SCORM Run-Time Environment.** Aporta especificaciones sobre la gestión del entorno de uso de los contenidos y la comunicación con
 - el sistema de administración del aprendizaje o LMS
- **SCORM Sequencing and Navigation.** Aborda la secuenciación de los objetos de aprendizaje.

SCORM proporciona un marco de trabajo y una referencia de implementación detallada que permite a los contenidos y a los sistemas usar SCORM para “hablar” con otros sistemas, logrando así interoperabilidad, reusabilidad y adaptabilidad. Todo esto se reafirma mediante las siguientes posibilidades:

- La disponibilidad de un Sistema de Gestión de Aprendizaje o LMS basado en Web para lanzar diferentes contenidos que se han desarrollado por varios autores usando herramientas de diversos vendedores,
- La disponibilidad de diversos LMS producidos por diferentes vendedores para lanzar un mismo contenido, y
- La disponibilidad de múltiples productos o entornos LMS basados en Web para acceder a un repositorio común de contenidos

Las especificaciones de SCORM están organizadas como “libros” separados. La mayoría de estas especificaciones son tomadas desde otras organizaciones. Estos “libros” técnicos se agrupan bajo dos tópicos principales: *Content Aggregation Model* y *Run-Time Environment*

SCORM se ha consolidado como el estándar de mercado para contenidos educativos digitales y es la base de los formatos públicos de contenidos de las principales instituciones a nivel nacional e internacional.

2.5. Proyectos de investigación en relación al Mobile Learning

Sin ninguna duda, el teléfono móvil es la tecnología portátil por excelencia. Por este motivo, el MLearning está tomando esta plataforma como referencia para el desarrollo de sus proyectos de formación.

El uso del móvil se está extendiendo tanto, que la Unión Europea ha decidido potenciar sistemas de aprendizaje fundamentados en las posibilidades que ofrece esta tecnología. Desde el programa M-Learning de la Agencia para el Aprendizaje y el Desarrollo de Habilidades (LSDA) se están diseñando productos educativos dirigidos a jóvenes de entre 16 y 24 años. Los temas suelen ser muy cortos, sencillos y ágiles, muy interactivos y expresen al máximo los recursos multimedia que integran estos dispositivos móviles.

Entre la colección de sistemas ideados hasta el momento destaca la recepción de mensajes de texto (SMS) con juegos de resolución de operaciones matemáticas y de preguntas/ respuestas sobre diversos contenidos pedagógicos.

Los ejercicios pueden aumentar progresivamente su dificultad en función de la capacidad tecnológica del terminal. Cabe destacar que, actualmente, están en fase de desarrollo microportales que, en un futuro próximo, permitirán una comunicación con un profesor virtual que orientará al alumnado sugiriéndole unos determinados ejercicios en función de sus necesidades y, además, dará acceso a diferentes materiales y servicios complementarios.

Relacionado con el M-Learning se ha llevado a cabo una experiencia a nivel europeo llamada MM Learning Project (<http://www.m-learning.org>) que ha demostrado que los teléfonos móviles pueden llegar a ser herramientas útiles y efectivas para fomentar el estudio. El proyecto comenzó en septiembre de 2001. Se presentó a 250 jóvenes, de entre 16 y 24 años, de Suecia, Gran Bretaña e Italia diferentes dispositivos portátiles programados con juegos y materiales educativos con los que tuvieron que interactuar. Al finalizar este estudio, el 80% de los participantes consideró que estas aplicaciones podían ayudarlos a mejorar su nivel de lectura, ortografía y matemáticas. Los resultados fueron significativamente relevantes en aquel sector de jóvenes que, inicialmente, se habían descrito como “Menos hábiles”. Además, el grupo de estudio destacó que este sistema de aprendizaje les permitía aprender de manera independiente y a su propio ritmo favoreciendo su concentración y mejorando la confianza en sí mismos.

Una de las principales conclusiones que se obtuvo de este estudio es que el aprendizaje a través de dispositivos móviles puede incorporar al sistema educativo aquellas personas que fracasaron con los métodos educativos tradicionales.

El profesor francés Philippe Steger, galardonado en 2003 con el E-Learning Award (<http://elearningawards.eun.org>), que premia los proyectos de educación por la Red, ha creado un sistema que permite a los alumnos repasar sus lecciones académicas a través de sus móviles.

Mediante un terminal móvil se accede a la página Wapeduc (<http://www.wapeduc.net>). Allí debemos seleccionar la materia y los contenidos que se desean repasar. Quienes acceden a estos recursos pueden efectuar un breve test para medir sus conocimientos previos o bien acceder directamente a un resumen de cada curso.

El equipo de Wapeduc está formado por cincuenta profesores que producen contenidos de diferentes áreas curriculares en francés e inglés. Está previsto que, en breve, se generen las primeras propuestas educativas en lengua castellana. En un principio se intentó ofrecer este servicio educativo de manera gratuita para evitar diferencias sociales entre el alumnado en relación al acceso a la educación, pero después de un tiempo, los responsables del proyecto se percataron de que los derechos de autor de quienes crean los contenidos del portal debían ser remunerados, por lo que se estableció una tarifa mínima de dos euros mensuales a descontar de la factura o del saldo del teléfono móvil.

Otra interesante iniciativa es la llevada a cabo por MOBIlearn (<http://www.mobilelearn.org>), un proyecto cofinanciado por la Comisión Europea y la National Science Foundation de EE.UU. que aglutina varias universidades y compañías de telecomunicaciones de Australia, Europa y Estados Unidos. Su objetivo consiste en el diseño de contenidos y una arquitectura de referencia que permita integrar los dispositivos móviles en entornos virtuales de enseñanza/aprendizaje.

Así mismo y dentro de marco europeo cabe destacar también los siguientes proyectos de investigación en relación al Mobile Learning:

- **LTfLL** – Language Technologies for Lifelong Learning. FP7 (Comisión Europea). 2008-11
El objetivo del proyecto LTfLL es crear servicios de apoyo para las próximas generaciones para fortalecer la construcción de competencias y creación de conocimiento en ambientes educacionales y organizacionales. Los servicios se ejecutan semi-automáticamente a fin de evitar agravar la carga de trabajo de los tutores. Los servicios operan en una infraestructura común de conocimiento para apoyar la co-construcción y extracción de conocimiento y para crear las bases para un asesoramiento útil y significativo.
- **LUISA** - Learning content management system using innovative semantic web services architecture. FP6 (Comisión Europea). 2006-08
LUISA fue un proyecto donde el objetivo básico consistió en crear tecnologías capaces de seleccionar lo mejor de los múltiples proveedores de recursos educativos disponibles y obtener los recursos más apropiados a las necesidades de un determinado usuario. Para ello, se hace uso de tecnologías de Web semántica tanto en el almacenamiento de los recursos (repositorio semántico) como en la descripción con metadatos semánticos, lo que mejora las búsquedas eliminando ruido en los resultados y produciendo menos resultados pero mucho más significativos.
- **LT4eL** – Language Technology for e-Learning. FP6 (Comisión Europea). 2005-08
El objetivo del proyecto LT4eL es emplear las tecnologías lingüísticas basadas en las funcionalidades y la integración semántica del conocimiento para mejorar la gestión, distribución y recuperación del material didáctico. En concreto, se utilizan las tecnología

lingüísticas para la generación semi-automática de metadatos descriptivos. Por lo tanto, desarrollar nuevas funcionalidades, como una palabra clave y un glosario de extracción detector candidato, atento a las distintas lenguas tratadas en el proyecto (búlgaro, checo, holandés, Inglés, Alemán, maltés, polaco, portugués, rumano). El conocimiento semántico, en forma de ontologías, se integran para mejorar la gestión, la distribución y la búsqueda de material didáctico. La ontologías permitirá la recuperación multilingüe de la información requerida. Estas funciones se integran un sistema de gestión de aprendizaje (LMS)

Como estamos viendo, el Aprendizaje Móvil va adquiriendo cada vez más fuerza. No es de extrañar que las principales compañías relacionadas con la telefonía móvil se estén apuntando al M-Learning. Así, Ericsson, Nokia, Vodafone, DoCoMo, Motorola o Deutsche Telekom disponen ya de equipos que están desarrollando programas formativos pensados específicamente para ser impartidos desde un teléfono móvil.

Asimismo y en relación a otros proyectos de investigación de carácter internacional, si bien con un ámbito de actuación más limitado, cabe referir sucintamente las siguientes referencias:

The Classroom 2000 project del Instituto de tecnología de la Universidad Georgia que ha desarrollado una tecnología educativa móvil que permite a los estudiantes leer las diapositivas del profesor directamente sobre sus PDA's en tiempo real.

El proyecto **Handheld Learning Resource (HandLeR)** de la Universidad de Birmingham, con el que personas de todas las edades pueden desarrollar una educación personal a través de la experiencia a lo largo de sus vidas. Dicho proyecto esta siendo aplicado en el área de médica de la radiología, en donde una residente de radiología en su primer año de entrenamiento en neuroradiología revisa los casos del día de resonancia magnética a través de su PDA o Tablet PC, por medio de una red inalámbrica con posibilidad de seleccionar unos casos y hacerles reportes o descripciones previas que puede comparar con las descripciones de los *Fellows* o profesores, así como la capacidad de revisar desde casa casos después del trabajo con otros colegas o solicitar aclaraciones al profesor.

En **The Mobile Learning Environment Project** de la University of North Carolina at Wilmington están desarrollando una ambiente de mLearning fácil de usar y para múltiples dispositivos y plataformas, en el cual integran colaboración, comunicación y computación, con transferencia de datos basados en Web Services. Actualmente se conocen adelantos en la construcción de la aplicación pero no de pruebas de campo

La Escuela de Secundaria Waldo Emerson Lessenger en Detroit ha introducido en forma exitosa el uso de las Palm para las clases de ciencias en sexto grado. Usando las Palm, los estudiantes realizan lecciones de máquinas y fuerza en software personalizado. Los estudiantes también usan las Palms como parte de actividades externas donde tienen la oportunidad de registrar observaciones y compartirlas con todo el salón de clases.

En el *Institute for Learning and Research Technology* de la Universidad de Bristol, han desarrollado un proyecto de investigación con mobile Learning y dan las siguientes

recomendaciones: Usar formato HTML preferiblemente, usar lo menos posible otros formatos y de esta forma evitar la instalación de programas en la PDA, que en algunos casos se deben comprar, Disminuir la entrada de datos por parte del estudiante, Habilitar la consulta de información en Internet, Permitir el envío y recepción de mail en las PDA, Compartir documentos a través de FTP u otro sistema y Complementar las lecturas, por ejemplo con sesiones de preguntas y respuestas (una nueva dimensión a la lectura).

En lo que se refiere a experiencias de aplicación, una experiencia interesante ha sido la realizada por las empresas, INSEAD, NOKIA e ICUS. El objetivo de estas tres empresas, consistía en implantar un curso utilizando en forma combinada la Web y la tecnología móvil. Los estudiantes podían acceder al 80% del contenido del curso programado para 20 horas a través de su PC o de su teléfono celular. El curso fue desarrollado para la Web y para WAP. El formato en WAP se desarrolló como un sistema de menús jerárquico y requirió de textos más cortos, pantallas adicionales y mayor número de títulos. Se reportó que los estudiantes accedieron sólo entre el 40 y 50% del material WAP, específicamente por las limitaciones que presentan los teléfonos en cuanto a tamaño de la pantalla, limitadas capacidades gráficas, lenta velocidad de procesamiento y poca capacidad de almacenamiento, a pesar de las ventajas en cuanto a facilidad de acceso a la información.

A nivel del Estado Español, cabe citar 2 experiencias. La primera se refiere a la empresa Telefónica Móviles España; pionera en la implementación del m-learning; que ha puesto a disposición de su personal 16 cursos, los cuales se reciben directamente en los celulares o PDAs. Desde el año 2006, estos cursos son recibidos por el 65% de los más de 4500 empleados de la empresa.

Mucha de la información impartida por la compañía se realiza a través de Internet, y como varios de sus empleados no disponen de computadoras en sus casas, se ha puesto en marcha el sistema de m-learning, adaptando los cursos a los dispositivos móviles del personal. Los más destacados son los cursos de Inglés, Telecomunicaciones e Introducción al Marketing, este último destinado a empleados con alto grado de movilidad.

El m-learning se lo utiliza para dar microformación; cursos breves muy específicos; que son orientados a dar una respuesta rápida a necesidades concretas. Además, de ser un refuerzo pedagógico en los cursos de e-learning o presenciales, mediante resúmenes, ejercicios, cuestionarios y prácticas complementarias. El m-learning es paralelo a la formación presencial o mediante una computadora, pero su naturaleza depende del dispositivo que el usuario utilice, esto implica que si es un celular de tercera generación o un PDA, se puede realizar un curso completo de un alto nivel de visualización e interacción multimedia.

Por otra parte cabe citar, la iniciativa promovida desde la Red.es (entidad dependiente del Ministerio de Industria, Comercio y Turismo), por la que se han lanzado los cursos de *Español online* para soportes móviles (m-learning), orientada a todo el colectivo de inmigrantes del sector de la hostelería y turismo. Estos cursos virtuales están diseñados para que el alumno se capacite para su inserción laboral.

A nivel del País Vasco, existe también una primera experiencia “seria”, que merece ser mencionada. El proyecto en cuestión se denomina: ***Aprendizaje del patrimonio: una experiencia de integración del m-learning en el Museo de Arte e Historia de Zarauz***, y está liderado por el Laboratorio de Innovación Educativa y Nuevas Tecnologías - Berril@b, de la Universidad del País Vasco.

La misión de este proyecto radica, en la experimentación activa del mobile learning y su integración curricular para la enseñanza práctica, en este caso mediante una experiencia de aprendizaje del patrimonio y arqueología del *Territorio Menosca*, focalizado en el Museo de Arte e Historia de Zarauz. (www.menosca.com)

Los objetivos principales del proyecto son:

- Desarrollo de un modelo constructivista de integración de la tecnología para el aprendizaje del patrimonio y la arqueología.
- Desarrollo de un contexto virtual (on line) de aprendizaje que permita la integración significativa de las nuevas tecnologías que complemente las visitas in situ en Territorio Menosca.
- Diseño, desarrollo y evaluación de un programa didáctico de aprendizaje de patrimonio y arqueología con m-learning

Adicionalmente y como elementos a destacar dentro de este proyecto cabe citar la estructuración de los itinerarios didácticos de la acción formativa, en tres momentos bien diferenciados:

Primero, desde el centro escolar los alumnos empiezan a trabajar los programas didácticos. El programa les exige un uso de Internet y del ordenador desde el comienzo, haciendo búsquedas, recopilando información, elaborando mapas, creando imágenes, etc...relacionando sus conocimientos previos con el tema de estudio.

Posteriormente durante la salida de campo, y gracias a la tecnología móvil el estudiante va a desarrollar una serie de actividades que le llevarán a observar, recoger datos e indagar en el medio, estableciendo relaciones y buscando soluciones intentando mejorar su comprensión sobre el Territorio. De esta manera capturarán imágenes, consultaran mapas, grabaran sonido y vídeo, y se orientaran en el territorio utilizando un GPS y una agenda electrónica.

Al terminar, de nuevo en el centro educativo, tendrán que editar y organizar la información recogida para realizar los trabajos de investigación en que estén implicados, presentándolos delante de sus compañeros, publicando en la web, y utilizando Internet como mecanismo de difusión.

3. ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN MOBILE LEARNING

Son diversas las tecnologías empleadas para brindar mayores opciones de acceso a la educación, así como para lograr su flexibilidad. Dado que el cómputo móvil se refiere a aquellas computadoras que no obligan a los usuarios a estar conectados mediante cables a una infraestructura de red y/o a la energía eléctrica, podemos citar desde las computadoras personales como las lap-top (computadoras portátiles) y tablet pc, hasta las agendas personales digitales, teléfonos celulares, ipods y sistemas de posición geo-referenciada (GPS) que, por las características y fortalezas que cada una de dichas tecnologías posee, ofrecen diferentes servicios y aplicaciones que se utilizan para promover distintas actividades, competencias y habilidades entre los estudiantes.

A continuación se destaca breve descripción de aquellas tecnologías más significativas involucradas en un proceso Mobile-learning

3.1 Tecnologías de ACCESO

Dentro de este aparatado cabe diferenciar también entre tecnologías inalámbricas con acceso gratuito, y la tecnología celular que dependen del servicio de un operador de telecomunicaciones.

3.1.1 Tecnología celular.

Desde que en 1982, la Comisión Europea de Administraciones Postales y de Telecomunicaciones creara el *Groupe Special Móvil* (GSM), para desarrollar un sistema de telefonía celular que pudiera operar en todo el mercado europeo, los avances en este ámbito no se han detenido.

Los requisitos pensados para el desarrollo del primer estándar exigían, entre otras cosas, que la tecnología utilizada fuera digital, con gran capacidad de tráfico, servicios básicos de voz y datos, itinerancia internacional dentro de los países de la CE, utilización de teléfonos portátiles, calidades altas de cobertura y de señal recibida, encriptación en la transmisión y terminales personalizables. Como resultado de este estudio, en 1991 surgió el estándar GSM o *Global System for Mobile Communications* (también llamado de segunda generación o 2G), utilizado de forma masiva todavía en nuestros días.

GSM

El sistema GSM pertenece al grupo de las tecnologías digitales de telefonía móvil de segunda generación (2G). Esta tecnología presta tanto servicios de voz de alta calidad, como servicios de datos, que permiten el envío y la recepción de mensajes cortos de texto (SMS) y un acceso básico a Internet vía WAP.

Es una tecnología que basa su funcionamiento en la conmutación de circuitos en una amplia gama de bandas de espectro, entre las cuales se encuentran las de 450, 850, 900, 1.800 y 1.900 MHz. Además, GSM utiliza una variación del acceso múltiple por división en tiempo (TDMA), consiguiendo así un uso efectivo del espectro y ofreciendo una capacidad siete veces mayor que la tecnología analógica (1G).

Gracias a que GSM es una norma abierta, es posible que cualquier fabricante produzca equipos compatibles, y por tanto, se ha conseguido que ésta sea la tecnología inalámbrica más ampliamente disponible. GSM cuenta con más de mil millones de usuarios, lo que corresponde con el 72% de los usuarios de tecnologías inalámbricas del mundo.

Su ventaja sobre otras tecnologías queda patente al observar su número de usuarios, como refleja la siguiente figura. La red GSM presenta varias limitaciones para ofrecer servicios de datos de alta calidad, fundamentalmente en el caso de los servicios de Internet. Estas limitaciones son principalmente dos: la velocidad de transmisión de datos que permite GSM es 9,6 Kpbs, la cual resulta insuficiente; y por otro lado, la tarificación de los servicios de datos en GSM se realiza en función del tiempo de conexión. Por tanto, han surgido tecnologías de telefonía móvil posteriores para solucionar estas limitaciones.

GPRS

Debido al retraso sufrido en la implantación del sistema de tercera generación UMTS, ha surgido una nueva tecnología que ha hecho de paso intermedio entre la 2G y la 3G. Esta tecnología se ha denominado GPRS (*Global Packet Radio System*) o generación 2.5G de telefonía móvil. GPRS es una tecnología inalámbrica para datos basada en la conmutación de paquetes sobre la red GSM. Este tipo de transmisión también es conocida con el nombre de GSM-IP, ya que permite una adecuada integración de los protocolos de Internet TCP/IP con la red móvil instalada GSM.

La tecnología GPRS supera a la GSM aumentando la velocidad de transmisión hasta 115 Kbps. Además, al estar basada en el estándar GSM, GPRS funcionará donde los terminales GSM funcionen. Por otra parte, este nuevo sistema, al permitir estar siempre conectado, elimina el coste por conexión y permite facturar al usuario en función del tamaño de la información enviada o recibida.

Gracias a las características de velocidad y capacidad que ofrece, GPRS se ha convertido en el medio ideal para servicios avanzados de datos tales como WAP o mensajería multimedia (MMS). Además, con el incremento de ancho de banda de GPRS el usuario tiene acceso a una navegación web más avanzada, donde se disponen de servicios tales como *e-commerce*, *e-mail* o banca electrónica.

Para aumentar el rendimiento y la capacidad de GPRS aún más, los operadores pueden desplegar la tecnología EDGE. Esta tecnología incrementa las velocidades sobre GPRS alcanzando velocidades de hasta 384 Kbps. Ésta es una tecnología de acceso perteneciente a la familia de IMT-2000.

UMTS

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*) es un sistema de telecomunicaciones, llamado de tercera generación, basado en WCDMA-DS, que es una tecnología de acceso radio CDMA de banda ancha. UMTS es el miembro europeo de la familia IMT-2000 de los estándares de telefonía móvil 3G.

Es una tecnología basada en paquetes, lo cual permite que la tarificación de los servicios de datos se haga por cantidad de información transmitida y no por tiempo de conexión, ya que UMTS ofrece una conexión permanente. Esta tecnología es compatible con sistemas EDGE y GPRS, de tal manera que en las áreas donde no existe aún cobertura UMTS, los servicios conmutan a una de esas dos tecnologías.

La tecnología UMTS soporta velocidades pico de 2 Mbps y de 384 Kbps cuando el usuario está en movimiento. Gracias a ello, puede proporcionar servicios avanzados de datos tales como el *streaming* de audio y vídeo, el acceso rápido a Internet o la descarga de archivos de gran tamaño.

Esta nueva tecnología permite todo tipo de comunicaciones, como videoconferencia y servicios multimedia, transmisión de imágenes de video en movimiento y sonido de alta fidelidad por redes móviles, correo electrónico, operaciones bancarias, publicidad personalizada, almacenamiento de información empresarial e incluso activación a distancia de ordenadores y electrodomésticos con tecnología *Bluetooth*. De hecho, los principales operadores están firmando acuerdos con los proveedores de contenidos para ofrecer una amplia gama de artículos y servicios a los consumidores.

HSDPA

La tecnología UMTS permite varias optimizaciones que mejoran su capacidad y amplían las posibilidades de sus aplicaciones. Una de estas tecnologías optimizadas es HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access*). Esta tecnología se encuentra recogida dentro de las especificaciones del 3GPP *Release*.

El sistema HSDPA aumenta las velocidades de datos de UMTS, ofreciendo una velocidad de pico teórica de 14 Mbps, y triplica la capacidad de tráfico interactivo soportado por WCDMA, consiguiendo que la red pueda ser accedida por una mayor cantidad de usuarios. Además, HSDPA acorta la latencia de la red (se prevén menos de 100 ms), mejorando así los tiempos de respuesta.

Los analistas anticipan que HSDPA será la tecnología de datos de alta velocidad de próxima generación escogida por los operadores, debido especialmente al soporte con que cuenta HSDPA en la comunidad de proveedores. Fabricantes como *Siemens* están desarrollando para sus clientes soluciones HSDPA tanto para estaciones base como para dispositivos de usuario final.

3.1.2 Tecnología inalámbrica.

Una red inalámbrica utiliza ondas electromagnéticas (radio e infrarrojo) para enlazar los equipos conectados a la red, en lugar de los cables que se utilizan en las redes convencionales. En este sentido el objetivo fundamental de las redes inalámbricas es el de proporcionar las facilidades no disponibles en los sistemas cableados y formar una red global donde se complementen ambas, enlazando los diferentes equipos o terminales móviles asociados a la Red y ofreciendo una flexibilidad total de las comunicaciones.

A las ventajas que supone para el usuario la total movilidad sin perder conectividad, hay que añadir la rapidez y facilidad de despliegue, así como el ahorro de costes que supone la supresión del medio de transmisión cableado.

Las redes inalámbricas son la alternativa ideal para hacer llegar una red tradicional a lugares donde el cableado no lo permite o se desee disponer de nuevos servicios y aplicaciones móviles.

Dentro de los estándares inalámbricos más adecuados para facilitar este tipo de conectividad destacan los siguientes:

- Wi-Fi (Wireless Fidelity)
- Wi-Max (Worldwide Interoperability for Microwave Access)
- Bluetooth.
- Rfid.

Wi-Fi

Wi-Fi es la tecnología utilizada en una red o conexión inalámbrica, para la comunicación de datos entre equipos situados dentro de una misma área (interior o exterior) de cobertura. La expresión Wi-Fi se utiliza como denominación genérica para los productos que incorporan cualquier variante de la tecnología inalámbrica 802.11.

La estructura de una red inalámbrica consiste en una o más antenas (estaciones base), que gestionan el intercambio de información entre los dispositivos que se encuentran dentro de la zona de cobertura de la Red. En la actualidad existen tres estándares Wi-Fi definidos por el Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos (IEEE):

ESTÁNDAR	BANDA FRECUENCIA	ANCHO BANDA
802.11b	2,4 GHz	Hasta 2 Mbps
802.11a	2,4 GHz	Hasta 22 Mbps
802.11g	5 GHz	Hasta 108 Mbps

Wi-Max

Wi-Max es una tecnología inalámbrica basada en estándares que ofrece conectividad en banda ancha de alta velocidad en la última milla para hogares y empresas y para redes inalámbricas móviles. La tecnología Wi-Max ha sido diseñada para complementar a la tecnología Wi-Fi en aquellos aspectos relacionados con la transmisión de la señal hasta las proximidades de las ubicaciones de los usuarios (interconexión de Estaciones Base, Radioenlaces, Enlaces punto a punto, etc...).

Wi-Max surge con el objetivo de optimizar la infraestructura de acceso y se puede usar para enlaces de larga distancia, destacando por su capacidad como tecnología portadora, sobre la que se puede transportar cualquier tipo de protocolo de comunicaciones, lo que la hace perfectamente adecuada para entornos de grandes redes de voz y datos, así como para el establecimiento de enlaces troncales en redes inalámbricas.

El estándar Wi-Max 802.16 define diferentes niveles de calidad de servicio así como el uso de distintos canales de comunicación en un mismo radio enlace físico, posibilitando conexiones de 70 Mbps a una distancia de hasta 50 km en campo abierto Además de Wi-fi y Wi-max, las más conocidas, existen adicionalmente otras tecnologías inalámbricas como:

Bluetooth

Bluetooth y, en general, la colección de tecnologías disponibles y en desarrollo para PAN (Personal Area Network), incluyendo UWB (Ultrawideband) y Wireless USB. En constante evolución, Bluetooth 2.0 con Enhanced Data Rate puede alcanzar velocidades de 3 Mbps y se prevé que WUSB alcance entre 100 Mbps (a 10 metros) y 480 Mbps (a 3 metros). Estas tecnologías permiten la descarga de contenidos o la transferencia rápida de ficheros a corta distancia, muy apropiada probablemente para la adquisición de contenidos en puntos de acceso determinados.

RFID

RFID, No propiamente de acceso en el sentido estricto de la palabra, constituyen un grupo de tecnologías que podrán habilitar aplicaciones vinculadas al acceso-identificación, por sí solas o complementadas con otras. Existen ya aplicaciones pensadas para terminales que integran NFC y éstos tienen ya una extensión considerable en el sudeste asiático.

3.2 Tecnologías de LOCALIZACIÓN.

La posición del terminal, y por tanto del usuario, juega un papel fundamental, si no imprescindible, en la concepción y despliegue de determinados servicios de mobile learning. Por tanto, las arquitecturas con tecnologías de localización serán básicas para proveer servicios LBS (Location-Based Services), sean estos del tipo que sean: de guiado, de provisión de información contextual o cualquier otro.

Entre las diversas tecnologías que pueden utilizarse para apoyar servicios de localización, mencionamos especialmente dos, como representativas de los escenarios de exteriores e interiores respectivamente: GPS y WiFi, sin que ello signifique que no existan otras importantes: en particular, los métodos de posicionamiento basados en tecnología celular, sea por celda o por algún método de trilateración tienen una importancia comparable, si no superior.

3.2.1 GPS

De sobra conocido y progresivamente popular para sus aplicaciones de guiado, viene integrado por los fabricantes en algunos dispositivos de gama alta y es una opción en otros muchos conectando el sensor vía Bluetooth.

Requiere exteriores relativamente abiertos por lo que no es una opción posible en determinadas aplicaciones de interiores. Combinado con un sistema de comunicaciones (como GPRS o WiFi) permite imaginar aplicaciones concretas basadas en la posición, con bastante precisión relativa.

Las opciones de GPS asistido (A-GPS) permiten mejorar cobertura y precisión (10-50 m.). El despliegue de Galileo constituirá un sistema alternativo.

3.2.2 WIFI

Menos conocidas sus capacidades, una red de puntos de acceso WiFi con coberturas solapadas puede proveer información de posición a terminales WiFi o tags WiFi en interiores (edificios) con precisiones del orden del metro o muy pocos metros, suficiente para la mayor parte de aplicaciones que actualmente se pueden concebir (museos, hoteles, atracciones, etc.).

Las técnicas se basan en la actualidad mayoritariamente en la medición de la potencia de la señal recibida por (o desde) el terminal de (o en) los puntos de acceso. Otras técnicas, normalmente requiriendo hardware adicional en los puntos de acceso, están basadas en el cálculo de los tiempos de vuelo o de llegada de las señales.

3.3 Otras Tecnologías

Como es obvio, existe una innumerable cantidad de otros desarrollos tecnológicos que habilitarán nuevas formas de interaccionar y nuevos servicios, muchos en fase de maduración o precomercial, otros en fase de despegue y otros en fase de laboratorio. A modo de ejemplo, se mencionan las siguientes:

3.3.1 IP Datacast

La combinación de las capacidades multimedia de los “nuevos” dispositivos con una capacidad casi asombrosa de almacenamiento, que va creciendo por meses, hace posible imaginar aplicaciones hasta hace poco tiempo impensables y, por tanto, servicios nuevos que requieren buenas capacidades gráficas y memoria abundante: descarga de contenidos, información académica, captación y edición de material gráfico, incluido video, comunicaciones de video, etc.

En este apartado, es imprescindible mencionar las tecnologías que están haciendo posible la televisión en el móvil, por las potenciales implicaciones que puede tener en un servicio Mobile learning.

El sistema de difusión basado en IP que se utiliza es el conocido como **IP Datacast** sobre DVB-H; comprende un canal DVB de difusión unidireccional, que puede combinarse con uno bidireccional interactivo. No obstante, la televisión en el móvil también puede proveerse vía streaming de audio y vídeo sobre redes de acceso móviles como UMTS, WiFi o WiMAX, aproximación inmediata hoy en día (al menos sobre celular) que puede habilitar también servicios personalizados como aplicaciones de vídeo bajo demanda, servicios pay-per-view o servicios interactivos.

3.3.2 Reconocimiento de Imágenes (y de formas o patrones)

La tecnología de reconocimiento de imágenes, utilizada en terminales móviles (con los retos que ello implica) permite concebir aplicaciones inimaginables hace un tiempo. A modo de ejemplo, entre otros muchos posibles, en los laboratorios de NTT está en fase precomercial una tecnología (se anticipa que podría ser comercial en 2009, basada en hardware de Sega) que habrá de

permitir el reconocimiento de objetos, independientemente de su orientación, a partir de una foto tomada por un dispositivo portátil. El sistema está basado en el registro previo en el servidor de los objetos para varias orientaciones.

Las aplicaciones posibles para un usuario móvil son variadas e incluyen específicamente las del guiado hacia sitios web relacionados con el objeto en los que el usuario puede obtener alguna información de interés o ventaja.

En relación con esta tecnología, son una realidad comercial las aplicaciones orientadas al reconocimiento de códigos QR (Quick Response) o Datamatrix, una especie de códigos de barras bidimensionales. Estos códigos, operativos en Japón y otros países asiáticos desde 2003, tienen capacidad para 7089 caracteres numéricos o 4296 caracteres alfanuméricos, espacio suficiente para incluir un enlace a una URL, una tarjeta de visita, un texto corto o la capacidad de iniciar el envío de SMS, MMS o e-mail.

Su lectura es rápida y puede imprimirse de forma convencional o incluirse en formato electrónico en páginas web. El procedimiento de uso de los lectores de códigos es sencillo: el usuario inicia la aplicación, apunta con su cámara al código de barras y lo fotografía. En uno o dos segundos, el lector ha decodificado el contenido, iniciando el servicio que corresponda.

Otra variante de este concepto de decodificación de información a través del móvil, en este caso, en versión audible, es la que presenta el operador japonés NTTDoCoMo: una tecnología basada en OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) que puede utilizarse para embeber URLs y texto en audio transmitido por broadcast. Los teléfonos móviles escucharían el audio y extraerían los datos correspondientes, transmitidos a 100 caracteres por segundo. Para desplegar esta tecnología, las estaciones de broadcasting deberían instalar un codificador y los teléfonos móviles, disponer de un mecanismo decodificador, también. De la misma manera que los códigos 2D, se cree que el concepto puede triunfar en movilizar el marketing sobre un hilo musical.

3.3.3 Sistemas de visualización en 3D

Los últimos años han visto numerosos avances en sistemas de visualización en general y visualización 3D en particular para diversas aplicaciones, incluyendo las de realidad virtual y realidad aumentada.

En lo que respecta a la frontera en el estado del arte para dispositivos portátiles, a modo de ejemplo, en septiembre de 2008, NTT DoCoMo anunciaba que había desarrollado un sistema de visualización 3-D de 7 pulgadas, que no requiere gafas especiales y que permite visualizar sin estar centrado sobre el display (hasta 60° en horizontal y 30° en vertical).

El sistema determina la posición relativa del usuario usando una cámara embutida en el display LCD y proyecta correspondientemente las imágenes 3D a través de una lente. DoComo prevé su aplicación en el mundo de los juegos y en compras por Internet móvil, pero es evidente su aplicación en muchas otras áreas, incluyendo la de los servicios educativos.

3.4 Evoluciones técnicas en las Aplicaciones y Servicios Móviles

La presencia universal de los teléfonos móviles ha hecho posible el desarrollo de nuevas aplicaciones y servicios destinados a una gran variedad de usuarios. Según el informe “Capacidades de datos para la evolución GSM a UMTS” de *Rysavy Research* para *3GAmericas*, el cambio desde las tecnologías 2G y 2.5G a las tecnologías 3G de tercera generación supondrá una gran mejora en la capacidad y la eficiencia de los servicios móviles. El soporte para datos celulares de segunda generación se limita a aplicaciones de datos básicas, tales como mensajería, e-mail basado en texto, y descarga de tonos de llamada, y carece de suficiente conectividad para un acceso eficiente a Internet. GPRS hace factible un nuevo mundo de aplicaciones: empresariales, de navegación Web, para el consumidor, y aplicaciones multimedia. EDGE aumenta la capacidad de GPRS, mejorando las posibilidades de navegación por Internet, permitiendo aplicaciones de *streaming*, un mayor rango de aplicaciones empresariales, y más aplicaciones multimedia.

Con UMTS y HSDPA, los usuarios podrán acceder a teléfonos con vídeo, música de alta fidelidad, más y mejores aplicaciones multimedia, y un acceso sumamente efectivo a sus organizaciones. La mayor cantidad y calidad de aplicaciones soportadas estimulará una mayor demanda y utilización por parte de los clientes, y por tanto, los operadores conseguirán mayores ingresos.

Los requisitos de capacidad de los diferentes servicios de datos para móviles son, según el mismo informe:

- Micro-navegación (por ejemplo, WAP): 8 a 16 Kbps.
- Mensajería multimedia: 8 a 32 Kbps.
- Videotelefonía: 64 a 384 Kbps.
- Navegación web para fines generales: 32 a 384 Kbps.
- Aplicaciones empresariales, incluyendo *e-mail*, acceso a bases de datos y trabajo en redes privadas virtuales: 32 a 384 Kbps.
- *Streaming* de audio y video: 32-384 Kbps.

El *UMTS Forum* divide las posibles aplicaciones en dos grandes grupos: de conectividad (el teléfono como equipo que es capaz de intercambiar información) y de movilidad (el teléfono como equipo portátil que “siempre llevamos con nosotros”), y distingue a su vez 6 grupos:

- Aplicaciones personalizadas que combinan entretenimiento e información.
- Servicios de mensajes multimedia.
- Acceso móvil a intranets y extranets.
- Acceso móvil a Internet.
- Sistemas basados en localización.
- Voz enriquecida.

Existen otras clasificaciones de los posibles servicios y aplicaciones que pueden ofrecer las tecnologías de tercera generación. Por ejemplo, la clasificación propuesta por *Nokia* es la siguiente:

- Publicidad inalámbrica.
- Información móvil.

- Soluciones empresariales.
- Transacciones móviles.
- Entretenimiento móvil.
- Comunicaciones persona a persona.

Los servicios ofrecidos por la telefonía móvil podrían evolucionar de la forma siguiente según *Cadie (Cámara Argentina de Industrias Electrónicas y Electromecánicas)*: En la tecnología 3G, la asociación de un terminal con una persona posibilita la provisión de un conjunto grande de servicios de contenidos basados en Internet, que se ajustan a las necesidades del usuario. La característica de “siempre conectado” permite la provisión de mensajería instantánea, y la alta velocidad de transmisión de datos permitirá añadir a estos mensajes imagen y vídeo. En todo caso, los servicios de voz seguirán siendo muy importantes en el entorno 3G, pues las altas posibilidades de transmisión de datos permiten añadir servicios de voz más avanzados como la videotelefonía.

En el futuro, a medida que las redes fijas y móviles converjan, los servicios móviles integrados proveerán los beneficios de la movilidad y la personalización, que permitirán al usuario:

- Acceder a algunos de los servicios a través de terminales tanto fijos como móviles.
- Ser accesible desde cualquier lugar con independencia de su ubicación.
- Modificar su perfil de servicio para satisfacer sus preferencias y necesidades personales.

Los expertos reunidos en el FTF o *Future Trend Forum*, principal proyecto de la *Fundación de la Innovación de Bankinter*, han identificado cuatro grandes usos del móvil en el futuro:

- El móvil como ordenador multimedia: juegos, organizador, ofimática, música y vídeo.
- El móvil como equipo de telecomunicaciones: voz mejorada, videoconferencia, radio y televisión digital, navegación por Internet, acceso a intranets, transacciones, geolocalización y navegación.
- El móvil como mando a distancia: interacción con equipos locales hogar y oficina, cajeros automáticos, *vending*, pago en tiendas.
- El móvil como contenedor: monedero, tarjeta de crédito, contenedor de certificados.

Según el informe “3G/UMTS Una realidad impaciente”, es opinión generalizada en el sector (y *UMTSWorld* así lo refleja) que 3G no presentará una *killer application* que incline la balanza por esta tecnología como ha ocurrido con otras, sino que serán una multitud de ellas las que aprovecharán el nuevo ancho de banda disponible, así como las nuevas capacidades de procesamiento, memoria y multimedia que presentarán los nuevos terminales.

La clave del éxito para el desarrollo de un mercado masivo estará en una combinación de aplicaciones y contenidos presentados en un terminal de usuario fácil de usar. Por tanto, los aspectos de usabilidad de los terminales deben jugar un papel muy importante, y esto está siendo advertido por las operadoras, que están empezando a dedicar recursos al estudio de la metodologías de usabilidad en las aplicaciones y servicios, y al diseño de aplicaciones y servicios que sean usables.

En todo caso, todas estas nuevas aplicaciones y servicios móviles tendrán que superar ciertas barreras para lograr una aceptación exitosa por parte de los usuarios. Estas barreras clave han sido identificadas por el *UMTS Forum* y son las siguientes:

- Virus que atacan a los terminales.
- Calidad de imagen pobre.
- Insuficiente cobertura.
- Servicios que no son fáciles de usar.
- Lentitud de las descargas.
- Alto coste de los terminales.
- Vida de las baterías.

3.5 Los Dispositivos móviles (teléfonos, pdas,...)

El teléfono móvil ha ido evolucionando en paralelo con sus aplicaciones, adaptándose a las necesidades crecientes del usuario en cuanto a movilidad, calidad y variedad de servicios, seguridad y facilidad de uso. El desarrollo de los terminales móviles debe estar centrado en las necesidades y demandas de los usuarios, convirtiéndose así los terminales móviles en habilitadores esenciales de los nuevos servicios que cubran dichas necesidades y demandas.

Las tres características principales que un usuario requiere en el uso de un dispositivo móvil son: personalización, localización y seguridad en sus transacciones, pues son las que le proporcionan movilidad total.

El teléfono móvil responde perfectamente a estas necesidades, ya que gracias a las nuevas tecnologías permite una transmisión de información segura, y además, es un dispositivo asociado a una persona (mediante su tarjeta SIM) y a un lugar (la celda de la red en que se encuentra, si no se dispone de GPS que localice el terminal de forma más precisa).

Otras necesidades de usuario a las que el teléfono móvil ha ido dando paulatinamente solución son:

- Obtención de información, mediante aplicaciones de acceso en tiempo real a contenidos varios, ya sea mediante WAP, Internet móvil u otras formas.
- Simplificación de las tareas diarias, con la incorporación de agendas, organizadores personales, alarmas,...
- Entrada rápida de texto, facilitada gracias a nuevos teclados, aplicaciones de marcación por voz, texto predictivo...
- Realización de transacciones seguras, mediante la incorporación de servicios de *m-commerce* y de banca móvil.
- Acceso remoto a la Intranet, conseguido gracias a nuevas tecnologías que ofrecen mayores velocidades.
- Interoperabilidad con el PC, bien mediante conexión vía cable o mediante las tecnologías inalámbricas incorporadas a los terminales móviles tales como *Bluetooth*, infrarrojos o *Wi-Fi*.

- Entretenimiento, cubierto por una amplia variedad de juegos y otros servicios, tanto los incorporados en el terminal como los disponibles a través de Internet móvil.

La tendencia actual marca una clara evolución desde los terminales móviles, orientados únicamente a dar servicios de voz, hacia una nueva era de terminales móviles centrados en los datos. En el camino de esta evolución, se están incrementando las capacidades de los terminales, incorporando nuevas aplicaciones.

El teléfono móvil ha dejado de ser un elemento exclusivo de comunicación para convertirse en un “*Personal Trusted Device*”, es decir, en un Dispositivo Personal de Confianza. Esta nueva visión del teléfono móvil implica que el terminal sea un medio único de acceso a multitud de servicios tanto locales (acceso a Internet o envío de SMS), como remotos (controlar la calefacción de la casa o realizar transacciones con la intranet del trabajo).

En lo referente al diseño de los teléfonos móviles, su evolución ha estado marcada tanto por las necesidades de las nuevas aplicaciones como por las de los usuarios. Algunas de estas necesidades son:

- Mayores pantallas en color, con aumento de la resolución y del número de colores.
- Mayor capacidad de memoria.
- Mayor potencia de proceso.
- Soporte simultáneo de diferentes interfaces radioeléctricas, entre ellas *Bluetooth*, *Wi-Fi*, *GSM/GPRS*, *UMTS*...
- Terminales pequeños y livianos.
- Mayor capacidad de las baterías, de forma que aumente mucho el tiempo entre recargas.

En cualquier caso, la tecnología debe facilitar la interacción entre el usuario y el dispositivo. Aquí entran de nuevo consideraciones de usabilidad. Para ello resulta interesante, entre otras cosas, la multimodalidad de acceso. Un dispositivo móvil deberá poder ser activado por voz, por teclado, por pantalla táctil, etc. En esta línea, una de las tendencias surgidas para facilitar la introducción de texto en las aplicaciones de los terminales consiste en incorporar un teclado “qwerty” (como el de un ordenador) completo en el móvil para facilitar el envío de e-mails, SMS y MMS.

Junto con el desarrollo de terminales multipropósito están apareciendo terminales de uso específico para determinados servicios. Por ejemplo, el *N-Gage* de *Nokia*, pensado principalmente para aplicaciones de juegos, aunque ofrezca también capacidades de comunicación como cualquier otro teléfono móvil. Otro ejemplo es el modelo *Nokia 3300*, que está pensado como reproductor de música digital (en formatos MP3 o AAC), además de cómo teléfono móvil.

Hay que destacar que en el diseño actual de los teléfonos móviles existen dos factores clave a tener en cuenta: la accesibilidad y la usabilidad. La accesibilidad es la característica fundamental que permite el uso del terminal y de sus aplicaciones por cualquier usuario, incluso en el caso de aquellos usuarios que tengan algún tipo de discapacidad.

La usabilidad hace referencia, entre otras cosas, a la facilidad de uso del dispositivo, y es una necesidad propia del usuario. Desde el punto de vista de la accesibilidad, existen dispositivos completamente adaptados a las necesidades de ciertos grupos de usuarios, como pueden ser las personas ciegas o con algún tipo de deficiencia visual. Para ellos, ya existen teléfonos móviles adaptados como el *Owasys 22C*, que dispone de un interfaz oral mediante síntesis de voz en lugar de la tradicional pantalla, y tiene un teclado adaptado para un acceso sencillo a las funciones.

Es difícil determinar con precisión como evolucionarán los dispositivos 3G. Su evolución estará muy vinculada al desarrollo de los servicios 3G. No obstante, los terminales deberán cumplir, casi de forma obligada, ciertas características, entre las que destacan: comunicaciones de voz, pantallas a color más pequeñas y con mayor definición, tamaños más pequeños y pesos livianos, baterías de más larga vida, mayor poder computacional y accesorios como teclados, pantallas sensibles al tacto y reconocimiento de voz.

De hecho, hay un cierto consenso de que nos encaminamos hacia lo que algunos expertos llaman “la navaja suiza” de las telecomunicaciones. Un dispositivo móvil en el que converjan las capacidades de los PDA, los reproductores personales de audio y video, la cámara y el teléfono móvil. Es decir, se impondrá un tipo de dispositivo que servirá de cámara, de medio de pago, de ordenador personal, de agenda, de GPS, de reproductor de música y, por supuesto, de teléfono. Los dispositivos denominados *smartphones* son el principal ejemplo de esta nueva tendencia, como veremos a continuación:

3.5.1 Smartphones

Los *smartphones*, también conocidos como teléfonos inteligentes, han supuesto una revolución en los países más adelantados en telefonía móvil. Estos aparatos están reemplazando a los teléfonos celulares en varios países europeos, Japón, Corea y Estados Unidos, gracias a que combinan las funciones de un teléfono móvil con las de un PDA. Ofrecen sustanciales ventajas, no sólo porque evitan la necesidad de transportar varios dispositivos portátiles, sino porque ofrecen una integración real de aplicaciones de voz y datos en un mismo dispositivo. Añadir funcionalidades a un teléfono móvil no es una idea nueva: los teléfonos celulares de mediados de los 80, ya empezaban a incluir unos primitivos servicios adicionales a los de transmisión de voz, como la agenda de teléfonos y algunos juegos sencillos. Poco a poco, los teléfonos móviles se fueron haciendo más versátiles, incluyendo, entre otras, funciones de calendario, agenda, calculadora y juegos. La evolución natural del aumento de prestaciones de los teléfonos móviles se encaminó hacia la inclusión de funcionalidades similares a las PDA, con conexión y sincronización con la información del ordenador personal, surgiendo el concepto de *smartphone*.

En cifras globales, considerando otros sistemas operativos, *Nokia* continúa dominando el sector con un 61% de cuota de mercado, seguido a distancia por *Sony-Ericsson* y *Motorola*, con un 10,2% y un 5,6% respectivamente. *Treo Handspring*, por su parte, ha perdido posiciones entre los grandes distribuidores. El reciente lanzamiento de *smartphones* basados en el sistema operativo de *Microsoft* tampoco los ha llevado a los primeros puestos de los dispositivos más vendidos, a pesar de que muchos apuestan por un incremento en su cuota de mercado.

En cuanto a las perspectivas de futuro, según las predicciones de la firma de investigación de mercado *Gartner*, a partir del próximo año los *smartphones* se convertirán en una herramienta fundamental en el entorno empresarial y de negocios. En newsfactor.com se discute sobre este tema y se incluyen datos de los analistas que predicen que en los próximos tres años el mercado de *smartphones* estará repartido así:

- Dispositivos basados en el sistema operativo *Symbian*: 35-40%.
- Dispositivos basados en el sistema operativo de *Microsoft*: 20-25%.
- Dispositivos basados en el sistema operativo de *Palm*: 10-15%.
- Dispositivos RIM (*Blackberry*): 5-10%.

La firma *Gartner* predice que en el año 2009 llegarán a venderse más *smartphones* que asistentes personales. No obstante, en su informe se señala también que los PDA continuarán jugando un papel muy importante en las empresas para el acceso a aplicaciones móviles, mientras que los *smartphones* se utilizarán principalmente para el acceso al correo electrónico y la gestión de citas, tareas y documentos.

Esto es razonable, ya que pese a las grandes posibilidades de los *smartphones*, no están enfocados a ejecutar aplicaciones complejas en *Excel*, *Word*, etc., y su pantalla siempre será de un tamaño muy pequeño. Según este estudio, las expectativas de ventas de *smartphones* en el 2009 se acercan a los 20 millones de unidades frente a 13 millones de asistentes personales. Predice también que en el 2010, el 80 por ciento de los trabajadores móviles utilizará el acceso a correo electrónico desde *smartphones*.

Así como en su momento se dijo que el ordenador portátil acabaría con el PC de sobremesa, o que el PDA haría lo mismo con el portátil, algunos expertos vaticinan que los *smartphones* representarán el final de los teléfonos móviles y de los PDA. Sin embargo, las cifras no muestran la desaparición de ninguna clase de dispositivo, aunque sí anuncian que los *smartphones* serán muy populares e incrementarán sus ventas en el futuro.

3.5.2 PDAs

Actualmente, existe una gran tendencia a desarrollar nuevas tecnologías pensadas para ofrecer al usuario mayor usabilidad y comodidad, además de una gran variedad de servicios orientados a explotar nuevas posibilidades de comunicación y ocio. Dentro de este nuevo grupo de tecnologías se encuentran las PDAs (*Personal Digital Assistant*). Un PDA es un dispositivo móvil de pequeño tamaño, intermedio entre un teléfono móvil y un ordenador portátil, que soporta una gran variedad de funcionalidades para facilitar el trabajo de los usuarios. Sus principales ventajas son la movilidad, la conectividad y su elevada usabilidad. El PDA posee una serie de características que lo hacen muy interesante:

- **Movilidad.** Es un dispositivo de pequeño tamaño que puede ser transportado y utilizado en todo momento.

- **Potencia de cómputo.** Hoy en día, los procesadores que incorporan los PDA de última generación son incluso más potentes que los de los ordenadores personales de hace sólo algunos años. Esto hace que los PDA actuales puedan abordar con suficiente rapidez tareas muy complejas, con las limitaciones lógicas del tamaño de pantalla y de los procedimientos de entrada de datos.
- **Posibilidades de expansión.** Los PDA actuales poseen ranuras de expansión tipo *Compactflash* o MMC-SD, que permiten añadir al dispositivo una gran cantidad de ampliaciones, desde ampliaciones de memoria hasta tarjetas de comunicaciones inalámbricas, receptores GPS e incluso cámaras fotográficas y módulos GPRS.
- **Conectividad.** Los PDA actuales, aparte de las comunicaciones tradicionales vía serie, USB e infrarrojos, poseen conexiones inalámbricas, como *Bluetooth* o *Wi-Fi*.

3.5.3 Otros dispositivos

Revisaremos en esta sección de forma muy breve algunos otros dispositivos portátiles que por su utilidad o extensión en la comunidad de usuarios pueden resultar de interés. En concreto nos referimos a dispositivos como los **jukeboxes**.

Los jukeboxes son dispositivos orientados fundamentalmente al almacenamiento y reproducción de archivos de audio, video y fotografías, aunque algunos de ellos disponen también de interfaz de juegos. Los formatos más comúnmente aceptados por estos dispositivos son:

- Audio: MP3, WMA, WAV, OGG, AAC, ATRAC (formato propietario de *Sony*).
- Video: MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4 (*Divx*, *Xvid*,...).

Estos dispositivos se presentan en dos variedades principales:

- Sin disco duro: Almacenan la información multimedia en su memoria interna (los tamaños más comunes son de 128 Mb, 256 Mb y 512 Mb, aunque ya empiezan a aparecer dispositivos, como el de *Packard Bell*, de 1 Gb. Casi todos admiten la ampliación de su capacidad mediante tarjetas, siendo la SD la más empleada.
- Con disco duro: Almacenan la información multimedia en un disco duro interno. Los tamaños más habituales son 20 Gb y 40 Gb, aunque ya hay dispositivos de 60 Gb (como el *Creative Jukebox Zen*) e incluso de 80 Gb (como el *Archos AV 380*).

Algunos de estos dispositivos pueden leer también tarjetas de memoria (*Compactflash*, MMC, SD, etc.), bien directamente o mediante el correspondiente adaptador externo. Algunos dispositivos poseen pantalla monocroma, y otros en color (esta última imprescindible en aquellos dispositivos que permiten reproducir video). Algunos poseen características adicionales, como:

- Posibilidad de grabar audio directamente de la fuente, y codificarlo en tiempo real, por ejemplo, en MP3.
- Posibilidad de grabar video y codificarlo directamente en MPEG-4.
- Posibilidad de incorporar accesorios como cámara fotográfica, lector de tarjetas de memoria, sintonizador de FM, etc.

- Juegos.
- Organizador: calendario, contactos, notas, etc.

La tendencia en estos dispositivos será hacia mayores capacidades de disco duro (100 Gb o más), pantallas en color mayores e integración directa con las tiendas de contenidos *on-line*. Sin duda alguna el representante más conocido de esta familia es el *Apple Ipod*.

3.6 Sistemas Operativos y Frameworks para Dispositivos Móviles

Actualmente, las plataformas de desarrollo más utilizadas para programación de aplicaciones en los dispositivos móviles de última generación son las siguientes:

- Java ME
- Python S60
- Android
- iPhone
- Symbian
- Windows Mobile

A continuación, se describen someramente tales marcos de desarrollo y sus principales características.

3.6.1 Java ME

La tecnología Java ME fue originalmente creada para construir aplicaciones para dispositivos empotrados y móviles. Su misión es permitir el desarrollo de aplicaciones Java que se ejecuten en pequeños dispositivos con memoria, potencia y visualización limitada. La plataforma Java ME es una colección de tecnologías y especificaciones que puede ser combinada para construir un completo ambiente Java focalizado en soportar los requerimientos de un particular dispositivo o mercado. La tecnología Java ME, está basada en tres elementos:

- Una *configuración* que proporciona el más básico conjunto de librerías y máquina virtual para un extenso rango de dispositivos.
- Un *perfil* es un conjunto de APIs soportadas por un rango de dispositivos
- Paquetes opcionales, conjunto de APIs tecnológicas opcionales soportadas sólo por algunos dispositivos de un perfil dado.

Con el tiempo la plataforma Java ME ha sido dividida en dos configuraciones base: una para dar soporte a pequeños dispositivos móviles – Connected Limited Device Configuration (CLDC) – y otra para dirigirse hacia dispositivos móviles con más capacidad como smart-phones y set top boxes – Connected Device Profile (CDC).

La plataforma Java ME cubre desde pequeños dispositivos móviles con conexiones de red intermitente, hasta dispositivos con capacidad de conexión *on-line*. El diseño de la plataforma cubre la necesidad del soporte eficiente y flexible de los servicios que cubren todos los canales móviles. La siguiente tabla describe las APIs más importantes ofrecidas por la especificación de

Java ME, ilustrando de este modo las capacidades programáticas de esta plataforma de desarrollo:

Capacidad JavaME	Descripción
FileConnection and PIM (75)	PIM: información personal del usuario almacenada de manera nativa en el móvil (contactos, calendarios, listas de to-do). FC: acceso a ficheros (por ejemplo en memorias externas, etc.)
Bluetooth (82)	Soporte de bluetooth
Wireless Messaging (120)	Gestiona envío y recepción de mensajes (GSM SMS, GSM CBS, CDMA SMS)
Mobile Media (135)	Permite grabación y reproducción de audio y video, tomando los recursos de diferentes medios (file/resource/http/capture)
Web Services (172)	SAX 2.0, SOAP, WSDL
Security and Trust Services (177)	Criptografía: tarjetas con claves criptográficas, almacenamiento de información de manera segura, autorización segura, etc.
Location (179)	Localización del dispositivo (de manera independiente del dispositivo)
SIP (180)	Soporte de SIP para aplicaciones VoIP
Mobile 3D Graphics (184)	Soporte de 3D. Es diferente de Java 3D.
JTWI (185)	Define una serie de APIs que el dispositivo debe tener, que son CLDC 1.0, MIDP 2.0, WMA 1.0 (JSR 120) y MMAPI (135)
Wireless Messaging (205)	Amplía el JSR 120 soportando más tipos de mensajes (MMS)
Content Handler (211)	Permite asociar la ejecución de aplicaciones (tanto J2ME como otras aplicaciones) a tipos de contenidos (mediante MIME types)
Scalable 2D Vector Graphics (226)	SVG
Advanced Multimedia Supplements (234)	Mejora del JSR 135 con más capacidades (audio 3D, procesamiento de audio y video, etc.).
Mobile Internationalization (238)	Soporte para traducciones, localización de mensajes (horas, etc.)
Mobile Service Architecture for CLDC (248)	Define una serie de APIs que el dispositivo debe tener,
Contactless communications (257)	Soporte de NFC
Java API Access	Gestión de permisos sobre los métodos a los que un MIDlet puede llamar
IAP Info	Permite trabajar con Access Points (listarlos, establecer conexiones con ellos, etc.)
Nokia UI API	API propietaria de Nokia con componentes de UI propios

3.6.2 Python S60

Python for S60 también denominado como PyS60 es el resultado de haber Nokia portado el lenguaje de programación de propósito general Python a su plataforma software S60 basada en

el sistema operativo Symbian. Las principales características de esta plataforma de desarrollo son las siguientes:

- Funcionamiento sobre el sistema operativo Symbian, que es soportado por una amplia gama de móviles Nokia.
- Es integrable con Symbian C++, permitiendo crear APIs en ese lenguaje y realizar llamadas desde Python S60. Por tanto, en caso de existir alguna limitación propia de acceso a algún recurso con Python S60, sería superable con Symbian C++.
- Algunas pruebas de rendimiento realizadas denotan que su comportamiento es más rápido que J2ME
- Soporte ofrecido por Nokia y en continuo desarrollo
- Gratuito

3.6.3 Google Android

Android es una plataforma de software libre para dispositivos móviles. La plataforma ha sido desarrollada por Google y el Open Handset Alliance. Para desarrollar software utiliza Java 5, aunque incompatible a nivel de API con JavaSE y JavaME. Esta plataforma utiliza como lenguaje Java 5, ofrece compatibilidad con algunas de las librerías básicas de J2SE 5.0 (descritas más abajo), además de sus propias librerías. La máquina virtual no está basada en la JVM de Sun, sino que utiliza Dalvik, que es una máquina virtual libre desarrollada por Google.

La plataforma salió a finales de 2007, pero el primer dispositivo (HTC T-Mobile G1) con Android incorporado no salió hasta finales de Octubre de 2008 en EEUU, llegando a Reino Unido una semana después, en ambos países de la mano de T-Mobile, y entró en otros países europeos a principios de 2009.

La siguiente tabla analiza qué características soporta Android 1.0:

Característica	Descripción
android.database	Soporte de bases de datos con una API genérica propia de alto nivel, además de una implementación basada en SQLite
android.graphics	Soporte de operaciones de bajo nivel con gráficos (canvas, puntos, filtros de color, shapes, fades, transiciones, etc.)
android.hardware	Interacción con el hardware (sensores, ajustes y uso de cámara)
android.location	Ofrece clases para gestión de localización, geocoding, gestión de direcciones, etc.
android.media	Gestión de audio, video, tonos, detección de caras, etc.
android.opengl	Soporte de OpenGL (además de tener javax.microedition.khronos.egl y javax.microedition.khronos.opengles)
android.os	Operaciones de bajo nivel (gestión de batería, vibrador, ficheros almacenados en memoria a través de ashmem de linux, operaciones para descubrir ficheros que son modificados, búsqueda de ficheros por patrones simples, colas de mensajes, gestión de procesos, reloj del sistema -con operaciones como 'cuánto tiempo lleva encendido el móvil contando o sin contar tiempos en modo suspendido-', IPC, etc.)
android.preference	Gestión de preferencias, incluyendo widgets a nivel de UI y callbacks para ser avisados cuando hay modificaciones

android.provider	Gestión de contactos, llamadas realizadas y recibidas, configuración del sistema, gestión de archivos multimedia utilizados (música, imágenes, videos) de manera integrada con el resto del sistema, etc.
android.telephony	Obtención de información relacionada con el teléfono (celda actual, versión del dispositivo, operador de la red, tipo de red, estado de la SIM, IMEI, estado del teléfono -modo-, etc.), envío de SMSs, etc.
android.test junit.framework junit.runner	Librerías basadas en JUnit 3.x, que la extienden añadiendo TestCases y Mocks para Actividades, Servicios, etc. de Android, además de más asertos, simuladores de toques sobre la pantalla, etc.
android.util	Clases de utilidad como parser de XML mediante PULL, gestor de timezones, Log, una serie de contenedores de datos primitivos
android.widget	UI de elementos de Android
java.io java.lang java.math java.net java.nio java.security java.sql java.text java.util javax.crypto javax.net javax.security javax.sql javax.xml org.w3c.dom org.xml.sax	Los equivalentes en J2SE 5
Apache HTTP Components	Herramientas de Apache de cliente y servidor de HTTP
org.json	Herramientas para serialización usando JSON

3.6.4 Apple iPhone

El iPhone OS es el sistema operativo que utiliza el iPod touch y el iPhone. Está basado en una variante del Mach kernel que se encuentra en Mac OS X. El iPhone OS incluye el componente de software “Animación Core” de Mac OS X v10.5 que, junto con el PowerVR MBX el hardware de 3D, es responsable de las animaciones usadas en el interfaz de usuario. iPhone OS tiene 4 capas de abstracción: la capa del núcleo del sistema operativo, la capa de Servicios Principales, la capa de Medios de comunicación y la capa de Cocoa Touch. La siguiente tabla caracteriza las capacidades del iPhone. La elaboración de esta tabla ha sido complicada dadas las limitaciones que impone Apple, principalmente:

- La documentación de la SDK no es abierta y es necesario registrarse para verla
- Al registrarse, se acepta un acuerdo que dice expresamente que el que lo acepta no puede publicar lo que lee dentro
- Además, para hacer pruebas es necesario tener Mac OS X (que no se puede utilizar o virtualizar legalmente sobre una máquina no Apple)

Capacidad	Descripción
Bases de datos	iPhone cuenta con bases de datos SQLite
Gráficos	Soporta los widgets de Cocoa, animaciones con Quartz, tiene APIs especiales para gestión de multitouch, cámara, etc.

Hardware	Sensores para acelerómetros
Location	Gestión de localización (GPS)
Media	Reproducción de video, audio, etc.
OpenGL	Soportada
OS	Gestión de servicios de Bonjour, generación números aleatorios, gestión de seguridad, gestión de redes de bajo nivel
Configuración	Gestión de configuración
Red	Sockets, HTTP, etc.

3.6.5 Symbian

Symbian es un sistema operativo que fue producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil, entre las que se encuentran Nokia, Sony Ericsson, PSION, Samsung o Siemens. Sus orígenes provienen de su antepasado EPOC32, utilizado en PDA's y Handhelds de PSION. El objetivo de Symbian fue crear un sistema operativo para terminales móviles que pudiera competir con el de Palm o el Windows Mobile de Microsoft. Symbian posee ciertas características que influyen de manera determinante en el desarrollo de aplicaciones:

- Symbian es un SO basado en ROM, no siempre ha habido posibilidades de grabar datos en la memoria del teléfono, aunque ahora generalmente se disponga de memorias flash.
- Ha sido diseñado para ahorrar batería.
- Symbian está basado en un micro kernel. Una mínima porción del sistema tiene privilegios de kernel, el resto se ejecuta con privilegios de usuario, en modo de servidores. Una de las tareas del kernel es manejar las interrupciones y prioridades.
- En Symbian, cada aplicación corre en sus propios procesos y tiene acceso sólo a su propio espacio de memoria. Este diseño hace que las aplicaciones para Symbian sean orientadas a “single threads” y no múltiples.

Symbian cuenta con seis interfaces de usuario o plataformas para su sistema operativo:

- Serie 60, Serie 80, Serie 90. Usadas por la mayoría de los móviles con Symbian y elegidas por la Symbian Foundation como plataformas a continuar.
- UIQ. Usada principalmente por Sony-Ericsson y Motorola, desarrollada por UIQ Technology.
- MOAP. Usada por algunos móviles 3G de NTT-Docomo.

3.6.6 Windows Mobile

Windows Mobile es un sistema operativo compacto, con una suite de aplicaciones básicas para dispositivos móviles basados en la API Win32 de Microsoft. Los dispositivos que llevan Windows Mobile son Pocket PC, Smartphones y Media Center portátil. Ha sido diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows.

Windows Mobile 6, antes con el nombre en clave Crossbow es la última versión de la plataforma Windows Mobile. Ofrece tres versiones: Windows Mobile 6 Standard para Smartphones (teléfonos sin pantalla táctil), Windows Mobile 6 Professional para PDAs con la funcionalidad del


teléfono (Pocket PC Phone Edition), y Windows Mobile 6 Classic para PDAs sin telefonía IP.1 Utiliza Windows CE 5.2.






Este sistema operativo es la evolución del *Windows Mobile Pocket PC* para su uso en *smartphones*. Al estar basado en *Windows*, se comunica y sincroniza de forma natural e integrada con las aplicaciones del PC, como *Microsoft Outlook*. Entre sus principales características destacan:





- Orientado a la entrada mediante *joystick* o *notepad*.
- *Microsoft Pocket Outlook*, que permite la gestión de correo, calendario, citas, contactos y tareas.
- *Microsoft Pocket Internet Explorer*, un navegador para explorar la web, compatible con WAP y HTML.
- *Microsoft Windows Media Player*, para acceder y gestionar contenidos multimedia en el *smartphone*: audio, video, fotos, música, etc.
- *MSN Messenger*.
- Grabadora de voz.
- Soporte para redes privadas virtuales

3.7. Análisis de Dispositivos más avanzados y Sistemas Operativos Soportados

A nivel de Sistemas Operativos, la siguiente tabla muestra los dispositivos más destacables existentes en el mercado junto a los sistemas operativos que los soportan y sus características de comunicación.

Número	Dispositivo	Imagen	Sistema Operativo	Móvil	WiFi
1	Nokia N96		Symbian 9.3	Quad band GSM GPRS Dual band UMTS	802.11b/g
2	Nokia N95		Symbian 9.2	Quad band GSM Dual band UMTS	802.11b/g

3	Apple iPhone		iPhone OS (basado en Mac OS X; UNIX)	Quad band GSM Tri band UMTS	802.11b/g
4	Nokia N810		Maemo GNU/Linux 4.1	(posible a través de bluetooth)	802.11b/g
5	HTC Touch Cruise		Microsoft Windows Mobile 6.1	Quad band GSM Tri band UMTS	802.11b/g
6	HTC T-Mobile G1		Android GNU/Linux 1.0	Quad band GSM Dual band UMTS	802.11b/g
7	Nokia 6131 NFC		Nokia OS	Quad band GSM	No

8	HP iPAQ 514		Microsoft Windows Mobile 6.0 (smartphone)	Quad band GSM	802.11b/g
9	i-mate Ultimate 9502		Microsoft Windows Mobile 6.0	Quad band GSM Tri band UMTS	802.11b/g
10	Neo FreeRunner		OpenMoko GNU/Linux	Tri band GSM	802.11b/g
11	BlackBerry Storm		Blackberry OS	Quad band GSM UMTS	No

12	Nokia 5800		Symbian 9.4	Quad band GSM Dual band UMTS	802.11b/g
13	Benq T80		Microsoft Windows Mobile	Tri band GSM	802.11g
14	Nokia 6212 classic		Nokia OS	Quad band GSM Dual band UMTS	-
15	Nikon UP300x		Microsoft Windows Mobile	No	802.11b/g
16	HTC Touch Pro		Microsoft Windows Mobile 6.1	Quad band GSM Dual band UMTS	802.11b/g

17	Samsung Omnia		Microsoft Windows Mobile 6.1	Quad band GSM Dual band UMTS	802.11b/g
----	---------------	---	------------------------------	---------------------------------	-----------