

LOS FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS DEL APRENDIZAJE PARA EL DISEÑO Y APLICACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Gabriel Cruz Pérez
Lourdes Galeana de la O.
Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos.
Universidad de Colima.

I. Introducción

Desde mediados de los noventa las instituciones educativas han manifestado un crecimiento importante en el aprovechamiento de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación. Ello ha permitido un mayor acercamiento de profesores y alumnos a nuevas fuentes de información a través de la red de redes (Internet), así como la incorporación de nuevas formas de enseñanza y aprendizaje soportadas con computadora.

En efecto, la Internet como innovación tecnológica se ha convertido en un paradigma de cambio y ha afectado la forma en la que las personas se comunican, hacen negocios y aprenden. En el contexto educativo y de manera particular en la docencia, ese cambio se refleja en la forma en que los materiales son diseñados, desarrollados y distribuidos a los estudiantes. Como resultado de estas innovaciones una nueva tecnología, denominada "Objetos de Aprendizaje" (entendiendo por éstos como cualquier entidad informativa digital desarrollada para la generación de conocimientos, habilidades y actitudes que tienen sentido en función de las necesidades del alumno y que corresponde a una realidad concreta), la cual se perfila como innovación tecnológica en la próxima generación del diseño instruccional, debido principalmente a su potencial generativo, adaptativo y escalable.

Enfoque Biologista

El concepto de objeto de aprendizaje requiere de comprender el cómo se aprende ya que de ello va a derivar el diseño del objeto tanto en la dimensión pedagógica, didáctica y tecnológica. Los objetos de aprendizaje diseñados bajo un concepto neurobiologista favorecen la creación de nuevas formas de aprendizaje, centradas en el que aprende y sobre todo conociendo las estructuras con que cuenta para aprender (anatomía y genética) y la manera en como estas se interrelacionan y funcionan (neurofisiología). Esto sin duda alguna permitirá en el diseño instruccional dar un mayor grado de libertad a los aprendices, facilitar una mejor retroalimentación y estimular el aprendizaje colaborativo.

En la edad o sociedad de la información y del conocimiento en la que nos ha tocado vivir, los cambios en las tecnologías de información y comunicación se suceden de manera continua, la información llega rápidamente a todos, por lo que la habilidad de decodificarla y utilizarla en la construcción de significados, se ha vuelto una tarea cada vez más importante. Ante ello es importante reflexionar, desde el punto de vista educativo, ¿cómo se deben diseñar los recursos instruccionales, que se han de ofrecer a los estudiantes, para lograr que desarrollen aprendizajes significativos para hacerlos más capaces y para desenvolverse eficientemente dentro de esta nueva sociedad.

Los expertos en el área de nuevas tecnologías y educación coinciden en que las competencias necesarias para desenvolverse en esta nueva sociedad son:

- Obtener información
- Organizar la información
- Análisis de información
- Crear información
- Comunicar información

Para que las competencias anteriores se desarrollen es importante que los individuos de esta sociedad hayan desarrollado las habilidades básicas para lograr aprendizajes como son el pensamiento crítico, solución de problemas, habilidades organizativas, toma de decisiones y destrezas comunicativas.

Para entender mejor cómo nuestro cerebro aprende es necesario revisar dos aspectos fundamentales: el enfoque biológico y el enfoque constructivista del aprendizaje. Una vez revisado estos aspectos es necesario dirigir nuestra atención a las tecnologías de información para que con un análisis crítico identifiquemos su potencial para promover el aprendizaje.

Bases anatómicas del aprendizaje

El aprendizaje es un proceso biológico que tiene origen en la evolución, es decir, que la capacidad de aprender comenzó en algún nivel filético y se desarrolló a través de la evolución de las especies animales como una ventaja adaptativa de la conducta de algunos organismos. Por tanto, existen relaciones fundamentales e íntimas entre el proceso de aprender y la evolución de las especies, la anatomía y la fisiología de los organismos. El aprendizaje es, entre otras, una forma que adoptó la conducta de los organismos para resolver los problemas de supervivencia frente a los ambientes complejos y cambiantes.

¿De qué depende que los humanos puedan aprender? ¿Se requiere de un sistema nervioso central apto para el aprendizaje? y si es así, ¿qué características del sistema nervioso se requieren?

El sistema nervioso humano

El sistema nervioso tiene tres funciones básicas: la sensitiva, la integradora y la motora.

Sensitiva

En primer lugar, siente determinados cambios, estímulos, tanto en el interior del organismo (el medio interno), por ejemplo la dilatación del estómago o el aumento de acidez en la sangre, como fuera de él (el medio externo), por ejemplo una gota de lluvia que cae en la mano o el perfume de una rosa; esta es la función sensitiva.

Integradora

En segundo lugar la información sensitiva se analiza, se almacenan algunos aspectos de ésta y se toman decisiones con respecto a la conducta a seguir; esta es la función integradora.

Motora

Por último, se responde a los estímulos iniciando contracciones a nivel de los músculos que controlamos a voluntad produciendo movimientos, en los músculos de los órganos y glándulas provocando movimiento y secreciones.

El sistema nervioso humano para su estudio, tiene dos divisiones principales; el sistema nervioso central (SNC) y el sistema nervioso periférico (SNP). El SNC está formado por el encéfalo (cerebro, cerebelo y médula oblongada) encerrado en una estructura ósea (cráneo) y por un órgano alargado, la médula espinal, encerrada en la columna vertebral y la médula espinal. En él se integra y relaciona la información sensitiva, se generan los pensamientos y emociones y se forma y almacena la memoria.

La información entra y/o sale del encéfalo y de la médula espinal a través de los nervios. La mayoría de los impulsos nerviosos para las contracciones musculares y las secreciones glandulares se originan en el SNC. El SNC está conectado con los receptores sensitivos, los músculos y las glándulas de las zonas periféricas del organismo a través del SNP. Este último formado por los nervios craneales, que se relacionan con el encéfalo y los nervios raquídeos, que se relacionan con la médula espinal. Una parte de estos nervios lleva impulsos nerviosos hasta el SNC, mientras que otros transportan los impulsos que salen del SNC.

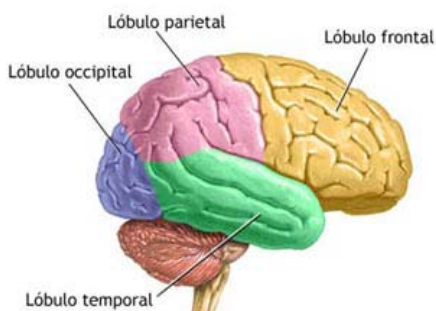


La parte del encéfalo que es responsable de las funciones intelectuales del ser humano es el cerebro, y éste está organizado en hemisferios cerebrales que están separados por un espacio profundo en la línea media en cuya profundidad está el cuerpo calloso que conecta a los dos hemisferios.

Para aumentar el área de la superficie de la corteza cerebral al máximo, la superficie de cada hemisferio cerebral forma pliegues que están separadas por surcos. Para facilitar la descripción se acostumbra a dividir cada hemisferio en lóbulos que se denominan de acuerdo a los huesos craneanos debajo de los cuales se ubican y así tenemos los lóbulos frontales, parietales, temporales y occipitales.

Cada hemisferio está formado por dos estructuras indivisibles; la corteza cerebral y la sustancia blanca. La primera está formada por el cuerpo y las prolongaciones delgadas de las neuronas (células principales del sistema nervioso) y la segunda por las prolongaciones gruesas o axones y ninguno de estos dos elementos pueden funcionar de manera aislada.

La corteza cerebral forma un revestimiento completo y externo del hemisferio cerebral. Está compuesta aproximadamente por 100,000 millones de neuronas. El área de superficie de la corteza está aumentada por su plegamiento en giros separados por surcos. El espesor varía de 1,5 a 4,5 mm., esta organizada en unidades de actividad funcional conocidas como áreas:



Área Frontal: localizada en el lóbulo frontal o en la parte más anterior del cerebro. En ella se encuentran

representados todos los músculos del cuerpo y su función consiste en diseñar los movimientos individuales de éstos, almacena programas de actividad motora reunidos como resultado de la experiencia pasada. Produce la formación de palabras y está vinculada con la constitución de la personalidad del individuo. Regula la profundidad de los sentimientos y está relacionada con la determinación de la iniciativa y el juicio del individuo.

Área Parietal: se localiza en la superficie laterales del cerebro. Su principal función consiste en recibir e integrar diferentes modalidades sensitivas. Por ejemplo reconocer objetos colocados en las manos sin ayuda de la vista, es decir maneja información de forma y tamaño relacionándola con experiencias pasadas.

Área Occipital: ubicada en la parte posterior del cerebro. Su función consiste en relacionar la información visual recibida por el área visual primaria con experiencias visuales pasadas, lo que permite reconocer y apreciar lo que se está viendo.

Área Temporal. ubicada también en las partes laterales del cerebro. En esta área a su vez se encuentran las áreas auditivas que se vinculan con la recepción e interpretación de sonidos. El área sensitiva del lenguaje de Wernicke que permite la comprensión del lenguaje hablado y de la escritura, es decir que uno pueda leer una frase, comprenderla y leerla en voz alta.

Otras áreas

Área del gusto: que almacena e interpreta las sensaciones gustativas.

Área vestibular: que coordina el equilibrio de nuestro cuerpo.

Existen además un sinnúmero de áreas cuya función es desconocida, pero está perfectamente comprobado que ninguna de ellas funciona sola, que todas se interconectan entre sí y que ante un estímulo por simple que sea responden como un todo.

Recordemos en nuestra infancia, cuando por primera vez tuvimos contacto con una manzana, percibimos su forma, textura, olor, colores, escuchamos su nombre, la comimos y degustamos su sabor y además con ella tuvimos una sensación placentera al resolver el problema de hambre y de la necesidad de nutrientes de nuestro organismo. Todos estos estímulos llegaron a las áreas correspondientes, fueron almacenados, analizados y se integraron las respuestas formando un conocimiento integral del concepto *manzana* que representa un aprendizaje significativo. En ocasiones posteriores cuando se reciba uno de estos estímulos, digamos escuchar la palabra manzana, y a pesar de que llega solamente a través del área auditiva, ésta, mediante sus interconexiones estimulará a las demás para evocar ese concepto integral *manzana* con la producción de las respuestas programadas.

A pesar de que los dos hemisferios son casi idénticos ciertas actividades nerviosas son realizadas predominantemente por uno de los dos. La destreza manual, la percepción del lenguaje y el habla están controladas por el hemisferio dominante (en 90% de la población el izquierdo). Por el contrario la percepción espacial, el reconocimiento de las caras y la música por el no-dominante.

Se cree que en el recién nacido los dos hemisferios tienen capacidades equipotenciales. Durante la primera infancia la dotación genética y el ambiente en que vive determinarán que un hemisferio domina al otro y sólo después de la primera década de vida la dominancia queda establecida.

Por lo tanto el aprendizaje humano es el proceso de recepción de estímulos diversos simbolizados y su procesamiento a través de vías nerviosas aferenciales, medulares, subcorticales, corticales y eferenciales. Explicados a través de sistemas psicosenso-motores, perceptivos, pensamiento-lenguaje, imaginativos, afectivos y volitivos.

Bases neurofisiológicas del aprendizaje

El Sistema Nervioso Central está formado casi en su totalidad por neuronas, unos 100,000 millones. Una neurona puede recibir y mandar señales a sus vecinas mediante pulsos eléctricos. Tiene tres partes principales, cuerpo, dendritas y axón.

Cada neurona tiene prolongaciones delgadas o dendritas, que salen de la neurona como las ramas de un árbol. Son cables receptores de señales. El axón o fibra nerviosa es el conducto de salida de la señal. Es mucho más largo que las dendritas, desde milímetros a un metro. En su final tiene unas pequeñas estructuras que comunican con otras neuronas y a esas conexiones se les llama **sinapsis**.

Generalmente una neurona está conectada con otras 10.000. Por lo tanto el potencial de conexiones que tiene el sistema nervioso humano con respecto a la cifra anterior de 100,000 millones es exponencial.

La neurona, procesa las corrientes eléctricas que llegan a sus dendritas y por medio del axón transmite las corrientes eléctricas resultantes a través de su axón a una velocidad de alrededor 100 metros por segundo a otras neuronas conectadas a ella por medio de las sinapsis. En el espacio de conexión el axón libera al espacio intersináptico el contenido de unas vesículas minúsculas, estas sustancias químicas liberadas son los neurotransmisores, estos se difunden a través del espacio entre las neuronas, que son captados por receptores especiales situados en la membrana de una dendrita vecina. La neurona receptora puede ser excitadora o inhibidora según el tipo de sustancias neurotransmisoras que elabore. De esta manera los estímulos se transmiten como oleadas de corriente nerviosa.

Todos nacemos con un conjunto completo de neuronas, pero las conexiones entre ellas (sinapsis), se crean con el proceso de aprendizaje.

El crecimiento de las dendritas es lento y sus conexiones son pocas en los primeros tiempos de vida. Para que el crecimiento y las conexiones se den con una rapidez es necesario un ambiente rico en estímulos que mande impulsos a las células sensitivas del niño y genere corrientes eléctricas nerviosas entre las neuronas. Cada nueva experiencia abre nuevas conexiones. La "fuerza" del vínculo sináptico aumenta a medida que se repiten los estímulos. Es como un camino que cuanto más se pisa, más profundo y fácil de recorrer se hace (Regla de Hebb).

Las neuronas que se conectan por medio de un axón vienen determinadas genéticamente. El recién nacido viene bien equipado con sus neuronas, pero estas conexiones son insuficientes, si a un niño no se le estimula (si no se le habla o acaricia) su cerebro no se desarrolla debidamente. Durante el desarrollo hay una gran multiplicación celular para formar el cerebro. Se forma casi el doble de las neuronas que posteriormente sobreviven para funcionar en el adulto. En algunas etapas se forman hasta 250,000 neuronas por minuto. Después del nacimiento las neuronas no se reproducen aunque son capaces de crear nuevas conexiones entre ellas. En algunas partes del sistema nervioso adulto desaparece el 85% de las neuronas.

Las neuronas que se conectan por medio de una dendrita vienen determinadas por los estímulos externos. La red dendrítica y sus sinapsis es la huella física de la cultura. La inteligencia viene dada fundamentalmente por estas conexiones y no por el número de neuronas vivas. La estructura de las neuronas cambia a lo largo de las diferentes etapas de la vida. Las prolongaciones dendríticas van aumentando hasta la edad adulta por los estímulos que recibimos del exterior.

Cada vez que aprendemos algo nuevo el cerebro crea nuevas conexiones dendríticas entre las neuronas. Aprender es cambiar el cerebro. Lo importante no es el número de neuronas sino el número de conexiones entre ellas.

En la vejez van desapareciendo, hay menor comunicación entre las neuronas y puede producirse pérdida de memoria, dificultad para aprender, etc. Cuando morimos ha muerto aproximadamente un 20% de las neuronas originales, pero nuestro cerebro tiene la capacidad de suplir esa desaparición con la creación de nuevas conexiones dendríticas. Sobre la marcha la mismas neuronas van buscando caminos alternativos de conexión si las estimulamos debidamente. Un cerebro que trabaja es un cerebro vivo.

Si la inteligencia es un edificio, el almacén de hierro y cemento sobre el que se construye es la genética (el programa que rige la estructura básica de conexiones debe completarse correctamente), pero el tipo de ladrillos, ventanas, decoración, muebles, etc., viene dado por la experiencia de interacción con el medio, que influye de forma definitiva en nuestras redes nerviosas.

Es necesario entender que esta capacidad de variar (flexibilidad) anatómica y funcional es genética. Los factores que inducen la variación son, generalmente, las mutaciones génicas, las cromosómicas y la reproducción sexual (combinación del material genético de ambos padres). De allí proviene la variación y la posibilidad de que se produzcan nuevas estructuras anatómicas o que desaparezcan, que se establezcan, modifiquen o se supriman los comportamientos (tactismo, reflejos, instintos, etc.) y de que aparezca una nueva especie. (Véase Plomin, De Fries y McClearn, 1984).

Las alteraciones del material genético que se dieron (tal vez un pequeño cambio en la secuencia de nucleótidos ADN) ocasionó la capacidad de aprender. Unos organismos mostraron mayor capacidad de aprendizaje que otros (entre ellos el hombre). Para algunos organismos les fue imposible cualquier aprendizaje. Los organismos que podían aprender presentaban una ventaja frente a los que no podían hacerlo, pues podían ser flexibles o modificar su comportamiento ante los cambios ambientales nuevos e impredecibles y podían recordar posteriormente que

modificación de su comportamiento les fue útil y beneficiosa en el pasado (Véase Staddon Ettinger, 1989).

Se requiere de sistemas nerviosos adecuadamente complejos, capaces de admitir y producir variación. Cuando un organismo está equipado genéticamente con estructura, fisiología y conducta y con capacidad para aprender, de forma que pueda desempeñarse eficientemente en un ambiente determinado, se dice que está biológicamente adaptado. A medida que un organismo es menos dependiente de su programación genética para comportarse, se muestra más dependiente del aprendizaje y viceversa.

Neurotransmisores

El nivel cerebral de neurotransmisores viene en parte determinado por las experiencias tempranas. El funcionamiento global del cerebro es fuertemente influido por estas sustancias químicas. Por ejemplo, el neurotransmisor serotonina juega un papel en la regulación de la agresión. La serotonina pasa a AMPc, que activa la proteinquinasa y se cierra los canales de Ca^{2+} . Además, por la neurona facilitadora, se cierra el canal de K^+ . No repolariza la neurona y el Ca^{2+} provoca respuesta más fácilmente.

Una carencia del neurotransmisor dopamina reduce la actividad del lóbulo frontal y un exceso se asocia con la esquizofrenia. Los neurotransmisores-endorfinas juegan un papel en el sistema que produce sensaciones de dolor y placer. Cada vez parece más claro que las características de la personalidad pueden venir determinadas en gran parte por las sustancias químicas del sistema nervioso o neurotransmisores.

Después de descargarse una neurona necesita un tiempo mínimo, puede ser un segundo, para reponer su potencial eléctrico y volver al estado anterior al "disparo". Parece un tiempo muy largo si se compara con un chip de silicio de una computadora. El secreto está en que en el cerebro trabajan simultáneamente millones de neuronas, cuyo potencia global es muy superior a el de una computadora. Para que las neuronas puedan desarrollar un trabajo tan eficaz tienen que actuar de formar sinérgica potenciando sus trabajos y esto implica un diálogo constante entre ellas. Cada neurona tiene decenas de miles de conexiones con otras neuronas. Son canales de comunicación, que forman redes especializadas y muy complicadas. El "foro de debate" donde todas las neuronas se comunican es la corteza cerebral. Su portavoz es la conciencia. Este foro puede ser escuchado a través de un registro llamado electroencefalograma que grafica mediante ondas en un papel el tipo de actividad que la corteza cerebral está realizando.

Ondas Cerebrales

Ondas Alfa: causam el desenfoque de atención de una persona, tiene relativamente una gran amplitud y frecuencia moderada.

Ondas Beta: el resultado de una actividad mental elevada, típicamente muestra oscilaciones rápidas con pequeñas amplitudes.

Ondas Theta: pueden estar acompañadas de sentimientos de estrés emocional, están caracterizadas por moderadas bajas frecuencias.

Ondas Delta: resultan de una extremadamente baja oscilación de frecuencias que ocurren durante períodos de sueño profundo.

Ondas Mu: se parecen a una argolla por su figura, están asociadas con movimientos físicos o la intención de movimientos.

Las **ondas delta** se encuentran entre uno y tres ciclos por segundo. Se presentan durante el sueño profundo, es decir, cuando el cerebro descansa, en la infancia, en el estupor, en la anestesia quirúrgica y en las enfermedades orgánicas graves del cerebro.

Las **ondas theta** se encuentran entre cuatro y siete ciclos por segundo, aparecen en instantes de creatividad, en los estados de emoción y concentración profunda, durante la tensión emocional en ciertos adultos, cuando existen frustración y decepción. Solo ocurren en forma esporádica, con aquellas actividades que nos llenan y nos exaltan por encima de todo, se logra cuando una persona se sumerge en forma total en la actividad que lleva a cabo, como se diría en términos corrientes, se emboba. Se alcanza un involucramiento total, de tal manera que la persona queda absorta y como ida del mundo, nada de lo que es extraño a su experiencia personal, sucede para él, este es un estado que está fuera de control de la persona, es un estado al que se llega en forma inconsciente o subconsciente, Es a menudo posible obtenerlas en el electroencefalograma de un sujeto frustrado provocándole un gusto intenso que se suspenda de repente.

Las **ondas alfa** se encuentran entre los ocho y los doce ciclos por segundo, las hay en los electroencefalogramas de casi todos los sujetos normales que se encuentran despiertos, con actividad cerebral moderada. Se presentan durante el relajamiento y la meditación, lo cual se puede lograr con relativa facilidad mediante un entrenamiento adecuado, para ello existen técnicas de respiración, también se alcanzan, cuando se realizan las actividades de aprendizaje con música clásica, pues ella permite al cerebro trabajar en estas frecuencias. Durante el sueño, las ondas alfa desaparecen por completo, cuando la atención del individuo despierto se concentra en algún tipo específico de actividad mental, o sensación visual, las ondas alfa son reemplazadas por ondas beta.

Las **ondas beta** se presentan entre 13 y 40 ciclos por segundo y aparecen cuando trabajamos a consciencia plena, éste es el estado natural del funcionamiento del cerebro, la persona sabe todo lo que sucede y tiene el control absoluto de todo lo que realiza, es lo que se llama vigilia. Por ejemplo simplemente abriendo los ojos en una luz intensa y cerrándolos de nuevo.

Tipos de aprendizaje

Todos nuestros conocimientos nos han llegado a través de los sentidos. Tradicionalmente, se pensaba que el hombre solo contaba con cinco de ellos; visión, audición, tacto, olfato y gusto, pero actualmente se reconocen muchas otras clases de sensaciones adicionales, tales como el dolor, la presión, la temperatura, la propiocepción, la sensación muscular y el movimiento; pero todas estas son incluidas generalmente en el sentido del "tacto". Las áreas cerebrales involucradas son llamadas áreas "somatosensoriales".

Lo que se percibe a través de los sentidos es diferente de las características físicas de los estímulos del medio externo y del cuerpo mismo. No se puede ver luz en el rango del ultravioleta,

y no el cuerpo humano no detecta la luz en el rango del infrarrojo. El sistema nervioso humano sólo reacciona a un selectivo rango de longitud de onda, vibraciones u otras propiedades. Esto está limitado tanto por los genes como por las experiencias pasadas y por el estado de atención en el momento.

Los sentidos del hombre están delicadamente afinados al cambio. Los objetos que no experimentan modificaciones se transforman en parte del escenario y, en su mayoría, no son vistos. Los sonidos habituales se transforman en ruido de fondo, principalmente no escuchado. La sensación de un suéter en la piel, desaparece rápidamente. Los receptores táctiles, "tan alertas al principio y tan hambrientos por novedades, después de un rato dicen el equivalente eléctrico de 'Oh, eso de nuevo', y comienzan a dormir; entonces, podemos seguir adelante con nuestras vidas", escribe Diana Ackerman en *"Una historia natural de los sentidos"*.

Si algo en el medio ambiente cambia, es necesario darse cuenta porque puede significar un peligro o una oportunidad. Supongamos que un insecto se posa en la pierna. Instantáneamente, los receptores del tacto, presentes en la pierna en cuestión, disparan un mensaje que viaja a través de la columna vertebral y sube al cerebro. Ahí, pasa al hemisferio cerebral opuesto (el hemisferio derecho del cerebro controla el lado izquierdo del cuerpo y viceversa) para alertar a las células cerebrales ubicadas en una región en particular, en un mapa sensorial del cuerpo.

El mapa del cuerpo que tiene el cerebro, se extiende a lo largo de una franja vertical en la corteza cerebral, que es un conjunto láminas horizontales de células nerviosas, profundamente arrugada, presente en la superficie de los dos hemisferios cerebrales y que gobierna todas las sensaciones, movimientos y pensamientos.

El mapa sensorial de los humanos fue trazado originalmente por el neurocirujano canadiense Wilder Penfield, en 1930. Después de muchos experimentos él mostró los resultados en sus famosos dibujos "homúnculos" de las áreas somatosensoriales y motoras.

Sorprendentemente, estos mapas no reflejaban con exactitud el tamaño de las partes del cuerpo, pero sí su sensibilidad. Los brazos y las piernas toman muy poco espacio, a pesar de su extensión. A la cara y las manos, que son mucho más sensitivas y complejas, se les ha dado más espacio, especialmente a los extremos de los dedos. Sin embargo, la señal de que un mosquito se ha posado en la parte de atrás de la pierna izquierda llega fuerte y claramente. En una fracción de segundo, mediante un proceso de decisiones que aún no se entiende, esta señal lo hace a uno aplastar al insecto justo en el lugar adecuado.

Ya se mencionó anteriormente que las características básicas del aprendizaje son la flexibilidad y la memoria. Las formas elementales por las que se aprende son mediante las señales ambientales que permiten observar, analizar y pronosticar. Por tanto, en el aprendizaje se crean expectativas respecto a los acontecimientos del ambiente (Tarpay, 1986). La expectativa de los eventos futuros permiten comportarse adaptativamente: prepararse, atender, prever la secuencia del evento y de su conducta y esperar las consecuencias.

Este último aspecto (esperar las consecuencias) hace alusión a otro tipo fundamental de aprendizaje. El aprendiz debe ser capaz de producir comportamientos adecuados que le permitan obtener beneficios de su entorno. Es decir, no sólo debe aprender a anticipar los acontecimientos con base en las señales ambientales, sino aprender la forma adecuada de comportarse (de ejecutar

una acción, maximizando sus esfuerzos) para obtener beneficios o evitar daños. Para ello es importante que se lleven a cabo los siguientes procesos:

- Atención: selecciona la información (material a aprenderse (novedoso, extraño, trazos)
- Percepción: captación de la información (estímulos para el registro sensorial).
- Memoria: codificar, almacenar y recuperar la información.

La memoria y el aprendizaje están interrelacionados. La memoria es un cambio en el comportamiento en respuesta a un estímulo. Se produce un cambio morfológico, funcional. El recordar consiste en buscar un cambio del sistema nervioso central cuando se percibió el estímulo. La memoria a corto término dura segundos. La memoria a medio término es intermedia. La memoria a largo término provoca cambios muy importantes que se producen cuando se encuentra bajo presión emocional fuerte. El aprendizaje funciona mejor bajo presión emocional. Puede darse por condicionamiento operante: cambia bioquímicamente, los registros encefalográficos. La memoria a corto plazo se produce si se repite una función varias veces. Se puede transformar de corto a largo plazo. La memoria positiva es la facilitación. La memoria negativa es la inhibición. La memoria a medio plazo es cuando se hace repetidas veces, cada vez los canales se abren menos y se libera menos calcio y después no se libera neurotransmisor. Se produce una inhibición. Si se estimulan las 2 neuronas al mismo tiempo (sensitiva y nociceptiva), es como si se aprendiese bajo presión emocional.

La memoria es un proceso de facilitación. La facilitación sólo implica repetición. La memoria se almacena en la superficie de la corteza. Implica toda la corteza cerebral, también el sistema límbico.

Existen diferentes tipos de aprendizaje: el aprendizaje sensomotor que se produce mediante una interacción de las áreas 3, 1, 2, 39, 40, 4 y 6 en los lóbulos frontal y parietal. El aprendizaje perceptivo visual en las áreas 17, 18, 19 del lóbulo occipital. El aprendizaje perceptivo auditivo en las áreas 21, 22, 41, 42. El aprendizaje gustativo en el área 43 en el lóbulo parietal. El aprendizaje olfativo en el área 12 del lóbulo frontal. El aprendizaje de conceptos, juicios y raciocinios en el área 4, 6, 8, 10, 44 del lóbulo frontal.

Con todo lo anterior, el mecanismo del aprendizaje se define como la forma en que los aprendices prestan atención a los sucesos del medio, codifican la información que deben aprender y la relacionan con los conocimientos que ya tienen, almacenan la nueva información en la memoria y la recuperan cuando la necesitan.

El razonamiento es también una forma general adaptativa de la conducta. La capacidad de desarrollar conceptos, crear y dirigirse por principios generales, organizar las experiencias pasadas en diferentes maneras, resolver problemas independientemente de la forma física particular que éstos adopte o de los elementos sensoriales o motores propios de la situación, se puede llamar raciocinio (Detheier y Stellar, 1967). El razonamiento posibilita el modificar los comportamientos de aprendizajes erróneos o maximizar y mejorar los aprendizajes funcionalmente adecuados. Siendo el razonamiento una forma elaborada de pensar (establecer relaciones entre proposiciones), parte de verdades establecidas (o certezas) y lleva a nuevos conocimientos. Esta y otras formas de relacionar los eventos u objetos son lo que permite enmendar los aprendizajes o hacerlos más eficaces y eficientes.

Bueno y todo esto, ¿Y esto como afecta a los procesos de aprendizaje de la persona? De muchas maneras, en primer lugar el conocer como opera el cerebro nos hará conscientes de la forma en que logramos mayor efectividad en la apropiación e integración de conocimientos a nuestra estructura cognitiva.

Esto confirma, la expresión “el aprendizaje es óptimo cuando el cuerpo y la mente están equilibrados y cuando la información se aborda teniendo en cuenta algunos principios de la anatomía y la fisiología del hombre”.

El aprendizaje de nuevos conocimientos se logra cuando la persona sabe crear un estado de gran receptividad para recibir con mayor facilidad los contenidos conceptuales y así comprenderlos con profundidad, asimilarlos e integrarlos logrando una mejor retención y el dominio de dichos conocimientos en forma autónoma. El conocer como opera el cerebro facilita esa labor.

Las ondas alfa y theta proporcionan un estado de inmersión en las actividades, activando las facultades intelectuales del estudiante, ello permite que afloren el discernimiento y la valoración crítica, lo cual pone en alerta intelectual a toda la persona, es decir, dispuesta a aprender en forma efectiva y productiva.

El funcionamiento del cerebro es sólo una de las variables involucradas en el aprendizaje, la otra que mayor influencia puede ejercer es la respiración, la cual está directamente asociada a la generación de las ondas alfa y theta en el cerebro.

La respiración puede ser modificada mediante un entrenamiento adecuado, por lo que se proponen los ciclos 2, 4, 2 o 4,8,4; como los ciclos respiratorios mas efectivos para el aprendizaje. Un ciclo respiratorio tiene 3 fases: inspiración, retención y expiración. La inspiración llena los pulmones de aire. La retención mantiene el oxígeno que llega a sangre y alcanza al cerebro. La expiración es la expulsión del aire para sacar gases tóxicos de organismo.

La primera cifra corresponde al tiempo de inspiración medida en segundos, la segunda cifra la retención y la tercera a la expiración. Es decir, 2 segundos para la inspiración, 4 para la retención 2 para la expiración. Seguramente llevará un poco de tiempo y práctica, adoptar uno de estos ciclos, pero los beneficios que obtendrá serán muy superiores al esfuerzo dedicado al dominio y automatización de esta forma de respiración.

Las neuronas requieren de un insumo constante de oxígeno y glucosa para funcionar, es decir para elaborar de manera constante conexiones y neurotransmisores. De aquí que el aprendizaje en ambientes cerrados con pobre recambio de oxígeno no son idóneos y en una persona con pobre aporte de nutrimentos. Esto explica el porqué la desnutrición pone en desventaja a los individuos en cuanto a su capacidad de aprendizaje (promover nuevas conexiones). Es por esto importante contar con un adecuado aporte nutricional que cada vez que nos enfrentamos a estímulos de aprendizaje debemos de tomar en cuenta para estar preparados.

II. Enfoque Constructivista

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación determinan un proceso de interacción más amplio y complejo que en los sistemas convencionales de educación en los que básicamente refiere a la que se da entre profesor y alumnos. En cambio a través de éstas, la interacción está determinada en función de los medios de comunicación disponibles para la transferencia, almacenamiento y recuperación de información entre profesores y alumnos. Al respecto, McLusac y Gunawardena describen cuatro tipos:

- Estudiante-Profesor: que proporciona motivación, retroalimentación, diálogo, orientación personalizada, etc.
- Estudiante-Contenido: acceso a los contenidos instruccionales, a la materia de estudio.
- Estudiante-Estudiante: propicia el intercambio de información, ideas, motivación, ayuda no jerarquizada, etc.
- Estudiante-Interfase Comunicativa: toda la comunicación entre los participantes del proceso formativo y el acceso de éstos a la información relevante se realiza a través de algún tipo de interfase, sea material impreso, teléfono, redes informáticas, etc.

En tanto, las teorías de aprendizaje buscan reconocer la dinámica relacionada con los actos de enseñar y aprender partiendo del reconocimiento de la evolución cognitiva del hombre y tratan de explicar la relación entre el conocimiento preexistente y el conocimiento nuevo. Es dable destacar que, los estudios sobre tecnología educativa o referentes al diseño instruccional se han realizado bajo el sustento de las diferentes teorías del aprendizaje, a partir de las cuales se ha pretendido analizar y evaluar el impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de distintos programas, software educativos y apoyos para la educación en línea.

Se puede considerar las teorías más representativas en los estudios constructivistas, como si se tratasen de etapas sucesivas del desarrollo de este campo del conocimiento. Por su importancia se describirán los planteamientos generales de cada una de estas corrientes.

Conductismo

Se basa en los cambios observables en la conducta del sujeto. Se enfoca fundamentalmente en la repetición de patrones de conducta hasta que estos se realizan de manera automática.

La teoría conductista se concentra en el estudio de conductas que se pueden observar y medir (Good y Brophy, 1990). Ve a la mente como una "caja negra" en el sentido de que las respuestas a estímulos se pueden observar cuantitativamente ignorando totalmente la posibilidad de todo proceso que pueda darse en el interior de la mente. Algunas personas claves en el desarrollo de la teoría conductista incluyen a Pavlov, Watson, Thorndike y Skinner.

En este sentido, un objetivo conductista conlleva en términos específicos la cuantificación del aprendizaje. Es decir, cada uno de los objetivos implica una tarea de aprendizaje que debe segmentarse mediante el análisis hasta lograr tareas específicas medibles. Por tanto, el éxito del aprendizaje se determina mediante la aplicación de pruebas para medir cada objetivo.

Cognoscitivismo

Se basa en los procesos que tienen lugar atrás de los cambios de conducta. Estos cambios son observados para usarse como indicadores para entender lo que está pasando en la mente del que aprende. Los teóricos del cognoscitismo reconocen que "el aprendizaje involucra una serie de asociaciones que se establecen mediante la proximidad con otras personas y la repetición.

También reconocen la importancia del reforzamiento, pero resaltan su papel como elemento retroalimentador para la corrección de respuestas y sobre su función como un motivador. Sin embargo, inclusive aceptando tales conceptos conductistas, los teóricos del cognoscitismo ven el proceso de aprendizaje como la adquisición o reorganización de las estructuras cognitivas a través de las cuales las personas procesan y almacenan la información." (Good y Brophy, 1990).

Si bien la psicología cognitiva surgió a principios de los años 50's y comienza a ser importante en el dominio de la teoría del aprendizaje, no fue sino hasta a finales de los 70's cuando comenzó a tener influencia real sobre el diseño instruccional. Asimismo, el enfoque cognitivo se desvió de las prácticas conductistas que ponen el énfasis en las conductas externas, para preocuparse por los procesos mentales y de cómo éstos, se pueden aprovechar para promover aprendizajes efectivos.

El diseño de modelos que se habían desarrollado para el conductismo tradicional, no se desecharon sino que se enriquecieron con el "análisis de actividades" y el "análisis del aprendizaje". Los nuevos modelos incluyen componentes de procesos de aprendizaje como codificación y representación de conocimientos, almacenamiento y recuperación de información así como, incorporación e integración de los nuevos conocimientos con los conocimientos previos (Saettler, 1990).

Una manera para diferenciar los planteamientos conductistas y cognoscitivistas radica en que, para el primero el profesor busca un método más eficiente a prueba de fallas para que su aprendiz logre su objetivo y subdivide una tarea en pequeñas etapas de actividades. En tanto que para el segundo involucra el análisis la tarea, la segmenta en pequeñas partes y utiliza esa información para desarrollar una estrategia que va de lo simple a lo complejo.

Consecuente con lo anterior, se establece que las computadoras procesan la información de manera similar a como lo hacen los investigadores cognitivos dado que conciben el proceso de información de los humanos: la información se recibe, se almacena y se recupera. Esta analogía abre la posibilidad de que una computadora "piense" al igual que lo hace una persona, es decir que tenga *inteligencia artificial*.

Constructivismo

Este enfoque se sustenta en la premisa de que cada persona construye su propia perspectiva del mundo que le rodea a través de sus propias experiencias y esquemas mentales desarrollados. El constructivismo se enfoca en la preparación del que aprende para resolver problemas en condiciones ambiguas.

El pionero de la primera aproximación constructivista fue Barlett (1932, en Good y Brophy, 1990) el constructivismo se sustenta en que "el que aprende construye su propia realidad o al menos la interpreta de acuerdo a la percepción derivada de su propia experiencia, de tal manera que el conocimiento de la persona es una función de sus experiencias previas, estructuras mentales y las creencias que utiliza para interpretar objetos y eventos." "Lo que alguien conoce es aterrizado sobre las experiencias físicas y sociales las cuales son comprendidas por su mente" (Jonasson, 1991).

A su vez, Merrill ofrece una serie de planteamientos en los que encuentra sustento el constructivismo (Merrill, 1991 en Smorgansbord, 1997):

- El conocimiento se construye a partir de la experiencia.
- El aprendizaje es una interpretación personal del mundo.
- El Aprendizaje es un proceso activo en el cual el significado se desarrolla sobre la base de la experiencia.
- El crecimiento conceptual proviene de la negociación de significado, del compartir múltiples perspectivas y de la modificación de nuestras propias representaciones a través del aprendizaje colaborativo. El aprendizaje debe situarse sobre acuerdos realistas; la prueba debe integrarse con las tareas y no con actividades separadas.

Cabe destacar que las diferencias entre el conductismo y el constructivismo son mucho más significativas que con el cognoscitivismo, en el sentido de que tanto el conductismo como el cognoscitivismo son de naturaleza objetiva, ambos soportan la práctica sobre el análisis de tareas y en su segmentación en partes pequeñas con objetivos propios y el rendimiento se mide con el logro de esos objetivos. Por el contrario, el constructivismo promueve experiencias de aprendizaje más abierto, en los que los métodos y resultados del aprendizaje no son tan fácilmente medibles y podrían ser diferentes entre cada estudiante.

El conductismo y el constructivismo son totalmente diferentes desde sus perspectivas teóricas, pero el cognoscitivismo comparte algunas similitudes con el constructivismo. Un ejemplo de su compatibilidad es el hecho de que comparten la analogía de comparar el procesamiento mental de la información con el de las computadoras. Al respecto Perkins establece: "...los modelos de procesamiento de la información han adoptado el modelo de computadora de la mente como un procesador de información. El constructivismo agrega que este procesador de información debe verse justamente como un sorteador de datos, pero manejando su flexibilidad durante el aprendizaje: haciendo hipótesis, probando las interpretaciones tentativas, etc." (Perkins, 1991, p.21 en Schwier, 1998).

Por otro lado, Jonassen refiere una lista de implicaciones del constructivismo para el diseño instruccional de la que subyace su enfoque filosófico, a saber (Jonassen, en línea): "...la construcción de conocimientos propuestos podría facilitarse mediante un ambiente de aprendizaje que proporcione múltiples representaciones de la realidad.

- Evite sobre simplificaciones de la instrucción por la representación de la complejidad natural del mundo.
- Realice actividades reales auténticas que estén contextualizadas.

- Proporcione un mundo real, ambientes de aprendizaje basados en casos, en lugar de instrucciones secuenciales predeterminadas.
- Refuerce la práctica de reflexión.
- Faculte contextos y -contenidos- conocimientos dependientes de la construcción.
- Soporte la construcción colaborativa de conocimientos a través de la negociación social, no ponga a competir a los estudiantes por el reconocimiento.

"...un proceso de diseño instruccional constructivista debe estar relacionado con el diseño de ambientes que favorezcan la construcción de conocimiento, el cual..." o esté basado en la negociación interna: (un proceso de articulación de esquemas mentales, utilizando aquellos esquemas que expliquen, predigan e infieran y reflexionen sobre su utilidad) (acomodación de Piaget, ajuste y reestructuración de Norman y Rumelhart). A este basado en la negociación social (un proceso de compartir una realidad con otros usando los mismos o procesos similares a los de la negociación interna).

Sea facilitado mediante la exploración del medio ambiente del mundo real y por la incorporación de nuevos entornos: (procesos que están regulados por cada intención, necesidades y/o expectativas individuales.)

Los resultados se identifican en nuevos esquemas mentales y por ello, tiene sentido para el que aprende, contextos reales para el aprendizaje y el uso del conocimiento construido.

Debe soportarse mediante problemas basados en casos que se hayan derivado de una situación del mundo real con toda su incertidumbre y complejidad y basados en una práctica auténtica de la vida real. Requiere del entendimiento de sus propios procesos de pensamiento y de los métodos de solución de problemas.

Los problemas de un contexto son diferentes a los de otro.

Modelado para el aprendiz mediante el desarrollo de habilidades pero no necesariamente tienen que ser expertos realizadores. Requiere de la colaboración tanto del que aprende como del que facilita el aprendizaje. Aquí el profesor funciona más como un entrenador u orientador que un proveedor de conocimientos. Proporciona un conjunto de herramientas intelectuales que facilitan la negociación mental interna necesaria para construir esquemas mentales nuevos.

En su método, los estudiantes tienen un cierto conocimiento previo y son orientados para desarrollar sus propias estrategias metacognitivas y a crear medios que les permitan regresar a la trayectoria de aprendizaje que se habían trazado, evitando así "perderse" (Davison, 1998).

Cuando se diseña desde la posición conductista/cognoscitivista, el diseñador analiza la situación y el conjunto de metas a lograr. Las tareas o actividades individuales se subdividen en objetivos de aprendizaje. La evaluación consiste en determinar si los criterios de los objetivos se han alcanzado. En esta aproximación el diseñador decide lo que es importante aprender para el estudiante e intenta transferirle ese conocimiento. El paquete de aprendizaje es de alguna manera un sistema cerrado, a pesar de que estaría abierto en algunas ramificaciones o

remediaciones, aquí, el aprendiz de cualquier manera está confinado al "mundo" del diseñador o del instructor.

Para el diseño desde una aproximación constructivista se requiere que el diseñador produzca estrategias y materiales de naturaleza mucho más facilitadora que prescriptiva.

Los contenidos no se especifican, la dirección es determinada por el que aprende y la evaluación es mucho más subjetiva ya que no depende de criterios cuantitativos específicos, pero en su lugar se evalúan los procesos y el aprendiz realiza autoevaluaciones.

La prueba a base de papel y lápiz estándar de dominio de aprendizajes no se usa en un diseño instruccional constructivista; en su lugar se realizan evaluaciones basadas en resúmenes o síntesis, trazos, productos acabados y publicaciones. (Assessment, en línea).

Ello se puede atribuir a que el corazón del constructivismo considera al alumno como centro de la enseñanza y como sujeto mentalmente activo, al tiempo que se toma como objeto prioritario el potenciar sus capacidades de pensamiento y de aprendizaje. Así mismo, posibilita una mejor integración cognoscitiva del conocimiento al conectarse éste con la experiencia del alumno y el fortalecerse por la propia elaboración que implica el proceso de construcción; genera una motivación intrínseca por el saber, en el placer de sentirse autor y en la satisfacción de encontrar soluciones a los problemas planteados; además de propiciar mayor efectividad en el aprendizaje (Hernández P., 1999).

Consecuentemente, se destaca como una de las fortalezas que se atribuyen al constructivismo y que representa a su propia connotación al interior de sus posiciones, consiste en que "el que aprende es capaz de interpretar múltiples realidades, está mejor preparado para enfrentar situaciones de la vida real. Si un aprendiz puede resolver problemas, estará mejor preparado para aplicar sus conocimientos a situaciones nuevas y cambiantes" (Schuman, 1996).

Con base en lo anterior, la presente propuesta metodológica estará sustentada teóricamente en los planteamientos que subyacen del constructivismo, por considerar que es la más adecuada para los objetivos que pretenden con la misma así como por el proceso que se pretende crear con los objetos de aprendizaje digitales.

Según el constructivismo la realidad está en el cerebro de cada persona, por eso no existe una realidad objetiva única. El que aprende construye el conocimiento a partir de sus experiencias, estructuras mentales y creencias. Ese modo personal de crear una realidad es lo que según el constructivismo determina que no haya un mundo más real que otro. La mente es el filtro que permite la interpretación de eventos, objetos o perspectivas de la realidad por lo que el conocimiento resultante es, totalmente idiosincrásico y personal (Jonassen, 1991, 1994; Jonassen, Pek y Wilson, 1999).

Esta concepción acerca de la generación del conocimiento aporta importantes implicaciones desde el punto de vista del diseño de la instrucción, ya que considera la instrucción en un contexto más amplio, formando parte de lo que se denomina un ambiente de aprendizaje directamente ligado a la construcción de conocimientos significativos (2). En este sentido, diseñar objetos de aprendizaje para ambientes constructivistas "requiere de un cambio en los

supuestos de cómo se aprende y del cómo se toman las decisiones instruccionales" (Winn, 1991). Una definición que resume lo expresado es la de Wilson (1996), quien señala:

Un ambiente de aprendizaje constructivista es el lugar en donde los participantes manejan recursos de información, materiales impresos, visuales; y herramientas tales como, programas de procesamiento, correo electrónico, instrumentos de búsqueda, etc. que permiten la construcción de soluciones significativas a diversos problemas. (Wilson, p. 3).

El que aprende condiciona su situación de aprendizaje a una gran variedad de experiencias donde están sus creencias, valores, significados y su propia biología, de tal manera que las interpretaciones que resultan, constituyen una realidad propia. Por ello, los efectos de las variables instruccionales influyen en cada estudiante de manera diferente. De allí que el aprendizaje sea un proceso de construcción de conocimientos e interpretaciones, de asimilación de información, y de ajuste de significados previos, que se acomodan de acuerdo a la nueva información, integrando conocimientos existentes y nuevos (Duffy y Cunningham, 1996). Adicionalmente, el carácter social del ambiente influye en esta generación del conocimiento, que surge como resultado de la confrontación e intercambio permanentes.

Este enfoque ha permitido un gran interés para las aplicaciones del constructivismo en el diseño de ambientes de aprendizaje (Bednar, Cunningham y otros, 1991; Jonassen, 1991; Duffy y Jonassen, 1991) ya ello propone una provisión de herramientas y recursos en forma flexible, y en función de las necesidades del que aprende, por ello es importante comprender el concepto de objetos de aprendizaje más que de ambientes "instruccionales" (Wilson, 1996).

En un ambiente de esta naturaleza cabe preguntarse qué elementos lo configuran. En este sentido, Driscoll (1994) identifica algunas condiciones como mínimas que deberían ser incorporadas tales como:

- A) Enfatizar la instrucción centrada en el que aprende, permitiéndole al estudiante participar tanto en la determinación de sus necesidades u objetivos de aprendizaje y en el cómo resolverlos, lo que significa darle "voz" al estudiante, por lo que debe ser necesario que los objetos de aprendizaje contengan un apartado que permite seleccionar o construir objetivos de aprendizaje, metas y evidencias de aprendizaje a lograr.
- B) Proveer de objetos de aprendizaje complejos formados por otros más simples que incorporen tareas auténticas; que posean relevancia y utilidad en el mundo real, ya que son las que permitirán que el estudiante se "apropie" del conocimiento.
- C) Proveer múltiples perspectivas y otras formas de presentación que le permita a los que aprenden examinar argumentos desde diversos ángulos (una imagen puede enseñar más que mil palabras). Así el estudiante puede desarrollar un pensamiento crítico y reflexivo.
- D) Todo objeto de aprendizaje debe ofrecer mecanismos de evaluación que profundicen este proceso reflexivo.

III. ENFOQUE DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

La característica esencial de las tecnologías de información y comunicación es proveer al aprendiz de un gran nivel de autonomía, lo cual implica que los estudiantes deben ser más activos y poseer un cierto dominio de la tecnología (Kearsley, 2000).

Sus características esenciales son:

- Promueven un enfoque centrado en el que aprende.
- Estimulan un aprendizaje autónomo, entendido desde la autoplanificación, autoorganización y autoevaluación de los aprendizajes.

Internet como innovación tecnológica se ha convertido en un verdadero paradigma de cambio y ha afectado la forma en la que las personas se comunican, hacen negocios y aprenden. En el contexto educativo ese cambio se refleja en la forma en que los materiales son diseñados, desarrollados y distribuidos a los estudiantes. Una propuesta denominada "Objetos de Aprendizaje", se perfila como innovación tecnológica en la próxima generación de diseño instruccional, debido principalmente a su potencial generativo, adaptativo y escalable.

El proceso de Diseño de Objetos de Aprendizaje utilizado se fundamenta en el trabajo de David Wiley (2000) en torno a la Teoría de Objetos de Aprendizaje. Básicamente el constructo de objetos de aprendizaje se sitúa en el nivel de una tecnología, tecnología instruccional, no opera como una teoría del diseño instruccional, sino más bien sirve para construir mensajes, espacios, artefactos que permitan dar un determinado tipo de instrucción. Esto puede ser discutido, ya que esta supuesta neutralidad teórica es cuestionable pensando en que toda tecnología implica una teoría de cómo funcionan las cosas, en este caso esta tecnología instruccional tiene a la base una teoría de lo que es enseñar y lo que es aprender y como se realizan ambos procesos.

Para hacer referencia a los objetos de aprendizaje se ha recurrido al empleo de distintos términos tales como: objeto instruccional, objeto educacional, objeto de aprendizaje, objeto de conocimiento, objeto inteligente, objeto-datos; que si bien van orientados a prácticamente la misma dirección no dejan de crear confusión y han dificultado, en cierta forma, la comunicación entre los grupos interesados en su utilización. Por tal motivo, fue necesario llegar a un consenso para elegir el término de mayor aceptación entre la comunidad. Con el objetivo de promover el uso de los objetos de aprendizaje, el LTSC (*Learning Technology Standards Committee*) del IEEE (LTSC, 2000), seleccionó el término *Learning Objects* (Objetos de Aprendizaje) para describir esos pequeños componentes instruccionales, además de que se estableció un grupo de trabajo, el cual se encargó de proporcionar una definición: "cualquier entidad digital, o no digital, que puede ser usada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje soportado en ordenador.

Cabe precisar que si bien se puede considerar un concepto actual en 1969 Gerard describió a los objetos de aprendizaje como "unidades curriculares que pueden ser pequeñas y combinarse bajo ciertos estándares de programación e instruccional. Los cuales incluían una gran variedad de programas accesibles al aprendiz, evidentemente sin los avances que actualmente ofrecen las nuevas tecnologías.

En tanto David A. Wiley (2000), uno de los precursores y que más han contribuido en el desarrollo de este nuevo campo del conocimiento, propuso una definición basada en la propuesta por el LTSC (IEEE), en la que se refiere a los objetos de aprendizaje como "cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para soportar aprendizaje". Esta es una definición en apariencia más "estrecha", pero que sintetiza mucho mejor la idea de lo que debe ser un objeto de

aprendizaje. Se diferencia de la definición del LTSC en dos aspectos fundamentales. En primer lugar, descarta explícitamente los recursos no digitales y no reutilizables y elimina la frase "soportados en tecnología", puesto que implícitamente todos los objetos de aprendizaje son digitales (es decir, se representan digitalmente). En segundo lugar, la palabra "durante" en la definición del LTSC se sustituye por la frase "para soportar", puesto que al decir *el uso de un objeto "durante" el aprendizaje* no conecta al objeto con su uso en el aprendizaje.

El carácter técnico de ambas definiciones dificultan su comprensión, por ello en el presente trabajo habremos de entender por objetos de aprendizaje como "cualquier entidad informativa digital desarrollada para la generación de conocimientos, habilidades y actitudes que tienen sentido en función de las necesidades del alumno y que corresponde a una realidad concreta" (CUDI, 2001). Los objetos de aprendizaje van desde una imagen en formato *JPG*, una presentación *Power Point* o cualquier documento de *Word*. Un objeto de aprendizaje se vuelve entonces un ladrillo o una pieza importante dentro de la construcción de un curso.

Los objetos de aprendizaje son elementos de un nuevo tipo de instrucción basada en computadora originados en el paradigma de orientación a objetos. Se entienden como entidades digitales que se pueden distribuir a través de Internet, por lo cual mucha gente puede acceder a ellas simultáneamente y los diseñadores pueden utilizarlos para construir pequeñas piezas de componentes instruccionales reutilizables en diferentes contextos. Estas piezas pueden ser autocontenidas y pueden incluir en su estructura otros objetos. Además, la noción de pequeñas piezas de material instruccional, sugiere que esas partes se pueden reensamblar para soportar objetivos instruccionales individuales.

El planeamiento de trabajo y esencialmente de un diseño orientado a objetos, apunta a definir un entorno de aprendizaje que pone a disposición de los usuarios objetos y artefactos que les van a permitir desarrollar experiencias de aprendizaje. Así, los objetos de aprendizaje no son otra cosa que los elementos más pequeños que forman un curso en línea y que la mayoría de las veces responde a las preguntas ¿qué, cómo, cuándo y dónde?, estos objetos son la porción más pequeña de instrucción o información, que por sí sola es significativa para el estudiante. Se requiere entonces que un curso esté creado a partir de lo anterior, ya que los objetos permiten ser reutilizados en diversos sistemas y cursos, lo cual se traduce en la migración de contenidos a diferentes sistemas.

Para construir un curso, se parte entonces de los objetos de aprendizaje, los cuales se ordenan de forma secuencial, dependiendo de las necesidades del estudiante. Entonces las primeras especificaciones o pasos para la estandarización surgen de la necesidad de etiquetar ("poner datos") a estos objetos de aprendizaje, con la finalidad de poder localizarlos fácilmente dentro de nuestros archiveros para que estén a disposición siempre que se requieran.

Desde la perspectiva de la reusabilidad la definición de componentes hace decrecer el tiempo y el costo de desarrollo de contenidos, y desde la perspectiva de distribución, un alto nivel de individualización permite la personalización curricular de acuerdo con los intereses y necesidades individuales. Además, el uso de Objetos de Aprendizaje en el desarrollo de cursos, favorece la implementación de más y mejores sistemas de categorización y búsqueda, mecanismos robustos para actualización y envío de datos, y la estructuración y definición de recursos educativos.

Es importante que cada objeto de aprendizaje debe ser creado para interactuar con su usuario, enviándole mensajes de avance, errores, rutas de abordaje, nivel de avance, diálogos genuinos, basándose en una sencilla regla; información, control por parte del usuario de la presentación de la información, planteamiento de problemas, aceptar cualquier acción o respuesta, juicio de las respuestas, y ofrecer una retroalimentación.

Funciones

Los objetos de aprendizaje en sintonía con la instrucción basada en la computadora pretende cumplir con las siguientes funciones:

- Favorecer la generación, integración y reutilización de Objetos de Aprendizaje, aprovechando las funcionalidades ofrecida por las herramientas que soportan esta tecnología.
- Estimular el estudio autogestivo.
- Promover el trabajo colaborativo.
- Posibilitar el acceso remoto la información y contenidos de aprendizaje. Tanto profesores como alumnos pueden acceder remotamente a los en cualquier momento desde cualquier lugar con conexión a Internet.
- Multiplataforma. Algunas herramientas son multiplataforma ya que utilizan estándares que pueden ser visualizados en cualquier ordenador. Este es un aspecto clave tanto con relación a las posibilidades de acceso de mayor número de alumnos como a la adaptabilidad de futuros desarrollos.
- Estructura servidor-cliente.
- Acceso restringido (Internet 2).
- Interfaz gráfica: los cursos son desarrollados utilizando un interfaz gráfico. Posibilitan la integración de diferentes elementos multimedia: texto, gráficos, vídeo, sonidos, animaciones, etc.
- Contribuye a la actualización permanente de profesores y alumnos.
- Presentación de la información en formato multimedia. Además del texto pueden utilizarse gráficos, animaciones, audio y vídeo (tanto a través de la transferencia de archivos como a tiempo real).
- Estructuración de la información en formato hipertextual. La información es estructurada a través de vínculos asociativos que enlazan diferentes documentos.
- Diferentes niveles de usuarios. Este tipo de herramientas presenta tres niveles de usuario con privilegios distintos: el administrador, que se encarga del mantenimiento del servidor y de la creación de los cursos; el diseñador, es la figura del profesor el cual diseña, elabora materiales y responsabiliza del desarrollo del curso; y el alumno responsable de la construcción de su propio aprendizaje.

Características

Para diferenciar los objetos de aprendizaje del resto de los recursos que se ofrecen a través de Internet, éstos deben de reunir algunas de las siguientes características:

Interoperabilidad: corresponde a la capacidad que tiene un sistema para trabajar en otro.

Reusabilidad: es la capacidad de los objetos para ser combinados dentro de nuevos cursos (o entornos de aprendizaje).

Escalabilidad: característica de los objetos que les permite ser integrados a estructuras más complejas o extensas dentro del dominio de aprendizaje para el que fueron creados, así como también que las capacidades (multiusuarios) que se le anexen no implique un incremento proporcional en costos.

Generatividad: característica que del objeto que permite generar otros objetos derivados de él.

Gestión: facilidad que brinda el sistema para tener la información concreta y correcta acerca de los contenidos que aborda y de las posibilidades de estudio que ofrece al estudiante.

Interactividad: capacidad que posee el objeto para generar la actividad y la comunicación entre los sujetos involucrados en el proceso de aprendizaje.

Accesibilidad: facilidad que ofrece al usuario para acceder libremente a los contenidos apropiados en el tiempo apropiado.

Durabilidad: refiere a la vigencia de la información de los objetos a fin de eliminar su obsolescencia.

Adaptabilidad: característica del objeto de aprendizaje para acoplarse a las necesidades de aprendizaje de cada individuo.

Autocontención conceptual: capacidad de los objetos para autoexplicarse y posibilitar experiencias de aprendizaje integras.

Componentes y elementos

Los objetos de aprendizaje se distinguen por los componentes que los integran. En primera instancia destacan las unidades de información, de contenido y didácticas como los ejes principales sobre los que se construye toda la estructura del objeto, como se presenta a continuación:

a) Unidad de Información

Están formadas por contenidos multimedia individuales (texto, imágenes, audio, vídeo, etc.), en el que el usuario tiene la posibilidad de generar contenido textual mediante el acceso a editores de texto (tanto para texto plano como formato HTML). Las unidades de información se almacenarán en la base de datos (metadatos).

b) Unidad de Contenido

Define las ubicación en las que se encuentran albergados los contenidos de texto, vídeo e imágenes, facilitando la generación de diferentes plantillas de composición considerando el tipo de contenidos que el usuario desee utilizar para cada unidad de contenido en particular.

El entorno en el que se concentra la unidad de contenido ofrece la posibilidad al usuario de generar sus propias plantillas de composición. El usuario podrá visualizar los resultados de su composición accediendo desde el entorno a un visor *SMIL* (v.g. *GriNS*, 2000). Además de que podrá editar las unidades de contenido generadas y almacenar los resultados de la composición final en la base de datos diseñada para tales efectos.

c) Unidad Didáctica

Las unidades didácticas están formadas por unidades de contenido y otras unidades didácticas. Abarcan cada uno de los elementos que permiten generar planteamientos de aprendizaje significativo, determinar criterios de evaluación, contenidos, recursos y actividades de enseñanza-aprendizaje. Haciendo una analogía, cada una de estos elementos representaría una pieza de un *puzzle*, cuya integración permitirá la construcción del *puzzle* completo.

Por otro lado, debemos destacar que los objetos de aprendizaje se constituyen por los siguientes elementos para su identificación y manejo, a saber:

- **Prerrequisitos(s):** refiere a los conocimientos y habilidades previas del usuario, necesarias para su adecuado manejo.
- **Objetivo:** establece de manera clara y específica lo que se pretende o espera del alumno que lo emplee.
- **Actividad(es):** corresponde a lo que el alumno debe hacer para adquirir las habilidades o conocimientos planteados en el objetivo, por ejemplo: la solución de problemas, de casos, elaboración de ensayos, resúmenes, participación en grupo, entre otras.
- **Recurso(s):** Son los apoyos básicos y complementarios que favorecen una mayor interacción con el alumno, como pueden ser: definiciones, explicaciones, artículos, videos, entrevistas, lecturas, opiniones, escenarios, casos, proyectos entre otros. Es decir, todo lo necesario para apoyar al alumno en el cumplimiento del objetivo del objeto de aprendizaje.
- **Evaluación:** constituye el apartado en el que alumno podrá verificar, a través de diferentes instrumentos, el grado de conocimientos adquiridos y la evidencia de lo que aprendió.

A los puntos anteriores habremos de destacar el papel de los metadatos, es decir, la forma en la que se pretende etiquetar los contenidos es a partir de los metadatos, (término que se ha adoptado para mencionar un concepto bastante poderoso), ya que los metadatos no son más que la información acerca de la información, por ejemplo las tarjetas (fichas bibliográficas) que nos dan datos acerca de un libro en una biblioteca, con éstas sabemos el año de la edición, el autor, el tema, la editorial, etc., y al mismo tiempo, cuando consultamos el libro, éste nos da información acerca de un tema en específico, de ahí que se diga que la arquitectura de las plataformas es en forma de ficheros.

En este sentido, los metadatos son información acerca de información. Los metadatos consisten en un conjunto de propiedades de un documento. Por definición, los metadatos son datos, además de datos sobre datos. (BERNERS-LEE, 2000).

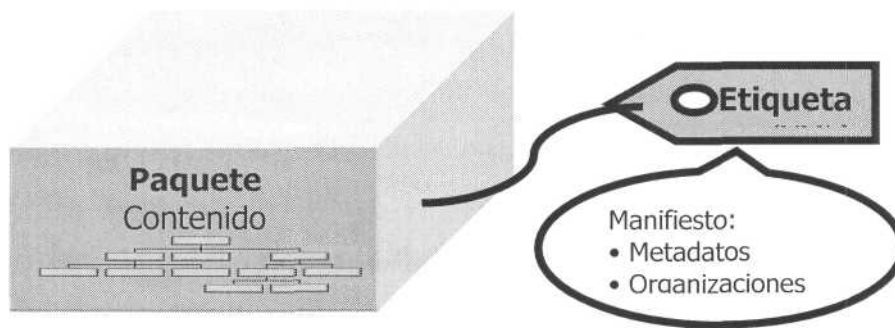
Este empaquetamiento se basa fundamentalmente en el empleo de un lenguaje más avanzado que el HTML (Hypertext Markup Language), el lenguaje XML (Extensible Markup Language), desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C), que es una forma flexible de crear formatos con información, que al mismo tiempo comparten el formato y los datos dentro del World Wide Web y las intranets, el XML al igual que HTML contienen símbolos que describen los contenidos de una página o archivo.

Algunos de los metadatos o descriptores son: título, idioma, palabras clave, estructura, nivel de estudio, autor, ciclo de vida (autor, estado, etc.), así como también otros datos añadidos por el autor como pueden ser tamaño y precio en caso de ser necesario.

Al usar el empaquetamiento y etiquetación de contenidos, tendremos por ejemplo que cuando un alumno quiera tomar una clase en específico (objeto de aprendizaje), podrá leer la etiqueta del objeto, saber quién lo hizo, cómo, cuándo, dónde y para qué, y si éste llena sus expectativas podrá entonces tomar el objeto y ponerlo dentro de un programa de estudios significativos.

Una manera práctica de representar la estructura de los metadatos se puede apreciar en el siguiente esquema:

Etiquetados por tópico por lección



Plataforma de administración y exposición de objetos de aprendizaje

Implementación de estándares

Para analizar la implementación de estándares nos basaremos en la experiencia que nos ha generado el diseño de la plataforma de administración y exposición de objetos de aprendizaje, la cual se basa en la recomendación AMS v3.2, la cual proporciona una infraestructura tecnológica que soporta la indexación, gestión y almacenamiento de objetos educativos basados en el estándar LOM y el KPS (Knowledge Pool System).

KPS, es el módulo del proyecto ARIADNE dedicado a la localización de recursos y está compuesto por lo que denominan elementos pedagógicos (Pedagogical Elements, PE). Cada elemento pedagógico está compuesto por un documento pedagógico (Pedagogical Document, PD), que almacena los contenidos educativos y por una cabecera pedagógica (Pedagogical Header, PH), que describe el documento pedagógico utilizando los metadatos LOM.

LOM (Learning Object Metadata) es un estándar que especifica la sintaxis y la semántica de los metadatos de objetos educacionales", LOM se encuentra definido por el IEEE P1484.12 (Learning Objects and Met Learning Technology Standards Committee), actualmente se denomina a esta iniciativa LTSC.

Los estándares del LOM se centran en el conjunto mínimo de propiedades que permiten que los objetos educacionales sean gestionados, ubicados y evaluados.

Considerando el esquema base de LOM que se compone de 9 categorías y 47 elementos, y basados en la recomendación de ARIADNE a continuación se describe el esquema base de metadatos de la Plataforma de administración y exposición de objetos de aprendizaje de la Universidad de Colima.

1. Estructura del esquema base de metadatos:

- Información general del recurso
- Semántica del recurso
- Atributos pedagógicos
- Características técnicas
- Condiciones de uso
- Meta-metadatos
- Descripción de las categorías
- Información general del recurso.adata Working Group, que es parte del IEEE

Nombre	Descripción	R/O	Tipo de dato	Ejemplo
--------	-------------	-----	--------------	---------

1.0 Identificador	Un identificador alfanumérico único para el recurso. Invisible al creador del metadato y es generado por la Plataforma de administración y exposición de objetos de aprendizaje.	R	Auto numérico	'L1EPFL923', 'IND7456'
1.1 Título	Título del recurso educativo.	R	Texto libre	'Evaluación de interfaces gráficas'
1.2 Autores	Autores o creadores del recurso electrónico, aun si es un trabajo original o está basado en un documento previo, el cual a partir de ahora llamaremos <i>documento fuente</i> . (Por ejemplo, un hipertexto basado en un libro escrito por otra persona)	R	Texto con formato	'Alejandro Sánchez; asanchez@ucol.mx; Tel.: +52 (312) 3161093' 'Ana Galindo,,'
1.3 Fecha de publicación	Fecha de publicación o puesta en línea.	0	Fecha	'30-12-2003'
1.4 Institución	El editor o la Universidad a la cual el autor pertenece o trabaja cuando el recurso educativo fue liberado o publicado. Para autores independientes, la información de los mismos debe ser incluida, en este caso, puede ser la misma del elemento 1.2 .	R	Texto con formato	'Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos; Madero 123; Colima, México' 'Universidad de Colima; Av. Universidad 333; Colima, México'
1.5 documento(s) fuente(s)	El documentos fuente -si existe- en el cual el recurso pedagógico fue basado.	O	Lógico	1
1.5.1 Título	Título del documento fuente.	O	Texto libre	'Libro de texto gratuito de Segundo grado'
1.5.2 Información del autor	Información sobre el autor del documento fuente e información relacionada.	—	Texto libre	'Irma Fuenlabrada, SEP'
1.5.3 Fecha	Fecha de publicación del documento.	O	Texto libre	'1989'
1.5.4 Comentarios	Comentarios o información adicional sobre el documento fuente.	0	Texto libre	'Texto publicado en colaboración con la CONALITEG'
1.6 Información de la versión	Información sobre la versión anterior del recurso pedagógico actual.	0	Lógico	1
1.6.1 Identificador	Un identificador único, de la versión anterior del recurso pedagógico actual.	O	Texto libre	'Matemáticas_v3_1'
1.6.2 Cambios principales	Los cambios semánticos hechos en ésta versión respecto a la versión anterior.	O	Texto libre	'Errores de captura corregidos' 'Nueva información incluida' 'Cambio de vocabulario' ¹

1.7 Descripción	Breve descripción del recurso pedagógico actual.	O	Texto libre	'Este objeto, introduce, a los niños que cursan el segundo grado de primaria, los conceptos básicos de la geometría'
-----------------	--	---	-------------	--

2. Semántica del recurso

Nombre	Descripción	R/O	Tipo de dato	Ejemplo
2.1 Tipo de disciplina	Uno de las dos grandes disciplinas generalmente aceptadas.	R	Lista estática	'Ciencias Sociales' 'Ciencias Exactas Naturales o Ingenierías'
2.2 Disciplina	El campo del conocimiento en el contexto donde el aprendizaje o enseñanza tiene lugar, elegida de una lista estática de 10 a 20 valores por cada tipo de disciplina.	R	Lista estática	'Electrónica y Microelectrónica' 'Artes'
2.3 Subdisciplina	El subcampo más específico de conocimiento en el contexto donde el aprendizaje o enseñanza tiene lugar.	R	Lista extensible	'Electrónica Digital' 'Literatura'
2.4 Concepto principal	El concepto principal que es cubierto por el recurso educativo. Es muy frecuente similar o idéntico al objetivo educativo del recurso, abreviado en uno o muy pocos términos.		Lista extensible	'Circuitos integrados', 'Poesía en México'
2.5 Sinónimos del concepto principal	Términos equivalentes para especificar el concepto principal.	O	Lista extensible	'Circuitos digitales integrados'. Poetas
2.6 Otros conceptos	Lista de los más importantes temas educacionales, además del concepto principal, que son cubiertos por el recurso.	O	Lista extensible	'CMOS', 'poetas jóvenes en México'

3. Atributos pedagógicos.

Nombre	Descripción	R/O i	Tipo de 1 dato	Ejemplo
3.1 Tipo de usuario final	Tipo de usuario final más relevante para el cual fue creado el recurso educativo. Este campo puede tomar alguno de los siguientes valores: 'alumno', 'profesor', 'autor', 'administrador'.	R	Lista estática	'alumno'

3.2 Tipo de documento	<p>Este campo puede tomar uno de dos posibles valores: 'expositivo', 'activo'. Los documentos expositivos, son comúnmente usados en el aprendizaje como lecturas, mientras que los documentos activos requieren la composición de un resultado semánticamente significativo, por el aprendiz, en la forma de un texto de entrada o de la manipulación de la interfase de la aplicación.</p> <p>En un recurso expositivo, la información fluye principalmente del recurso al aprendiz, mientras que en un recurso activo, la información fluye también del aprendiz al recurso.</p> <p>Los documentos expositivos incluyen ensayos, video, todo tipo de material gráfico y documentos de hipertextos. Los documentos activos incluyen simulaciones, cuestionarios y ejercicios. La navegación a través de hipertextos no es considerada como resultado de un raciocinio crítico. Por lo tanto, la navegación de documentos de hipertexto son considerados comúnmente documentos expositivos.</p>	R	Lista estática	'activo'
-----------------------	---	---	----------------	----------

3.3 Formato del documento	Este campo toma un valor de una lista, cuyo contenido depende del tipo de documento (ver elemento 3.2). Ejemplos de esto son hipertexto y video para material expositivo; ejercicios, simulaciones y cuestionarios para material activo.	R	Lista estática	'Hipertexto', 'Simulación'
3.4 Contexto didáctico	Descripción del tipo y contexto de los usuarios, que son comúnmente el objetivo del recurso.	O	Lógico	T
3.4.1 País	País en el que el entorno didáctico es definido. Todos' es un valor válido.	0	Lista estática	'mx' 'es'
3.4.2 Contexto	Puede incluir el nivel educativo destinado: 'Primaria', 'Secundaria', 'Bachillerato', 'Vocacionai', 'Licenciatura', 'Posgrado', 'Profesional o formación continua', 'Otros', 'Todos'.	O	Lista estática	'Primaria'
3.4.3 Nivel	Una valoración numérica, indicando el año pertinente de enseñanza dentro del contexto. Valor entre 1 y 10.	O	Lista estática	T

3.5 Nivel de dificultad	Indica una valoración a la cantidad de esfuerzo que el recurso demandará sobre un típico usuario final. Puede tomar los valores: 'Muy bajo', 'Bajo', 'Medio', 'Alto', 'Muy alto', y es relativo al contexto didáctico (ver elemento 3.4).	O	Lista estática	'Alto'
3.6 Nivel de interactividad	Nivel de interactividad entre el recurso y el usuario final; es especialmente relevante en el caso de ser un recurso activo. Puede tomar los valores: 'Muy bajo', 'Bajo', 'Medio', 'Alto', 'Muy alto'.	O	Lista estática	'Medio'
3.7 Densidad semántica	La cantidad del contenido semántico en el recurso, respecto a su duración o tamaño, esto es especialmente relevante en caso de un recurso expositivo. Un valor que puede ser: 'Muy bajo', 'Bajo', 'Medio', 'Alto', 'Muy alto'.	0	Lista estática	'Medio'
3.8 Duración pedagógica	Una estimación en minutos del tiempo necesario para que un usuario típico (como el indicado en el contexto didáctico) trabaje en el objeto.	R	Entero	'30' '120'
3.9 Granularidad	La granularidad funcional del recurso. Un valor que puede ser: 'No especificado', 'Documento', 'Sesión o Lección', 'Módulo', 'Curso'.	0	Lista estática	'Sesión o Lección'

4. Características técnicas

Nombre	Descripción	R/O	Tipo de dato	Ejemplo
4.1 Manejador del documento	Una cadena de texto que indique como iniciar o llamar el recurso. El tipo de valor depende del tipo de documento. Por ejemplo, puede ser el nombre del archivo principal (como index.html) o un paquete que consista de un archivo HTML y algunas imágenes.	R	Texto libre	'inicio.html'
4 T ~ Tipos de archivos de medios	Una lista ordenada (el más importante primero) de los tipos MIME que aplican al recurso, o, si es apropiado, sus componentes. Esta información puede ser usada para determinar el software necesario para acceder a el documento.	^d	Lista extensible	'video/ mpeg', 'application/x-toolbook', 'text/html'

4.3 Tamaño del paquete	El tamaño en kiloBytes del recurso electrónico. Nota: Es decir, el tamaño real del recurso y no al tamaño del recurso comprimido que podría ser usado posiblemente en un almacén de recursos.	R	Entero	'124' '60324'
4.4 Sistema operativo	Sistema Operativo requerido. Valor de una lista, que pudiera incluir el valor 'Otro'.	R	Lista extensible	'MS-Windows' ¹ 'MacOs' ¹ 'Unix' 'Multi-OS'
4.5 Versión del Sistema Operativo	La versión mínima necesaria del Sistema Operativo requerido.	0	Texto libre	'3.1' '8'
4.6 Requerimientos de otras plataformas	Descripción de algún otro software o hardware necesario para correr el recurso educativo. Ejemplos de esto, son capacidades multimedia, tarjetas decodificadoras de video, asistentes de aplicación, etc.	O	Texto libre	'Este documento requiere DivX para poder visualizar los contenidos de video.'
4.7 Observaciones de la instalación	Descripción de cualquier procedimiento especial requerido para instalar correctamente y usar el recurso electrónico.	O	Texto libre 1	Es necesario después de instalar los CODEC DivX reiniciar el equipo de cómputo'

5. Condiciones de uso

Nombre	Descripción	R/O	Tipo de dato	Ejemplo
5.1 Permisos de acceso	Especifica si el recurso se encontrará disponible gratuitamente o se requiere hacer algo para obtener el derecho de uso del mismo. Los valores pueden ser: 'gratuito' o 'restringido'	R	Lista estática	'gratuito'
5.2 Restricciones	Las restricciones que se aplican en el uso del recurso. Los valores son: 'Sin restricciones', 'Notificación al autor', 'Cita requerido', 'Pago requerido', 'Comunicarse con el autor', 'Material con derechos de autor' u 'Otros'. Nota: Las restricciones también pueden aplicar a documentos 'gratuitos'.	R	Lista estática	'Pago requerido'

5.3 Observaciones de uso	Describe como adquirir el derecho de uso del recurso cuando se aplican restricciones.	R, si el elemento 5.2 es diferente a 'Sin restricciones'	Texto libre	'Envía una orden de pago válida, a nombre de la Universidad Tecnológica, al autor de éste recurso'
--------------------------	---	--	-------------	--

6. Meta-metadatos

Nombre	Descripción	R/O	Tipo de dato	Ejemplo
6.1 Autor	El nombre de la persona que es responsable de la descripción del recurso, por ejemplo, el creador del metadato del recurso.	R	Texto libre	'Rodolfo Herrera M.'
6.2 Fecha de creación	Fecha de creación del metadato.	R	Auto Date	'02-11-2004'
6.3 Fecha de la última modificación	Fecha de la última modificación del metadato. Nota: Se refiere únicamente a la modificación del metadato, NO a cualquier variación del recurso pedagógico.	R	Auto, Date	'30-11-2004'
6.5 Autorización	El nombre del supervisor que validó el metadato.	0	Texto libre	'Eddy Forte'
6.6 Fecha de validación	Fecha de la validación y autorización hecha por el supervisor, sobre el metadato.	0	Fecha	'10-12-2004'

Estándares Tecnológicos y Pedagógicos

Al hacer referencia de estándares para el diseño y producción de entornos virtuales para la enseñanza y el aprendizaje en redes, es preciso clarificar lo que entendemos por una norma o estándar, cómo se adopta y que implicaciones derivan de tal adopción. Estas aclaraciones son importantes desde el punto de vista pedagógico, pues el sólo término aunque es de uso muy común en el ambiente informático, podría sugerir ideas erróneas al extrapolarlo a la educación.

Dentro de este contexto, los estándares tratan de elaborar abstracciones de alto nivel o arquitecturas que representen a toda una gama diversa de implementaciones prácticas de las mismas. A su vez, debemos entender por Arquitectura de un Sistema, la descripción de sus componentes básicos (subsistemas) y su interacción con otros Sistemas. En tanto se denomina como especificación a un documento técnico que describe los componentes (parte estática) y el comportamiento (parte dinámica) de un determinado sistema.

A partir de la definición de la arquitectura de un sistema, podemos entender mejor las relaciones de sus componentes básicos con otros sistemas relacionados. Este hecho nos permitirá el diseño e implementación de estos componentes de forma reusable, económica y adaptable.

En el proceso de creación de un estándar a nivel internacional están involucrados diversos Organismos. En el caso del desarrollo de un estándar para Entornos Tecnológicos de E-A, el proceso ha seguir puede representarse según el siguiente esquema:

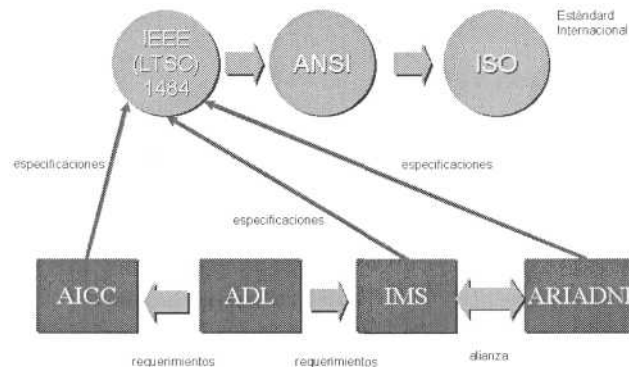


Fig. 1. El Proceso de creación de un estándar en el marco de los Entornos Tecnológicos de Enseñanza-Aprendizaje (Farance et al. LTSA Specification 4.00; 1998).

Por su importancia se considera como uno de los problemas que inhibe el desarrollo de la tecnología educativa a la falta de estándares que soporten interoperabilidad y reusabilidad. Por ello, los esfuerzos de instituciones tanto del sector educativo como del empresarial se enfocan hacia la estandarización de la tecnología de aprendizaje, para lograr un máximo aprovechamiento e integración en los sistemas de formación y educación con diversos propósitos. Algunas de estas iniciativas han sido:

Dublin Core (2000). Originalmente concebido para la descripción de recursos Web (1995), extendió su trabajo a la descripción de museos y bibliotecas. Su propósito es hacer que la búsqueda y recuperación de materiales y recursos a través de Internet sea más fácil y eficiente.

Permitir que los nuevos contenidos de aprendizaje sean creados como Objetos de Aprendizaje independientes, de modo que puedan ser ensamblados y combinados de acuerdo a las necesidades individuales de aprendizaje, incrementando así la productividad personal, a través del desarrollo de estándares industriales para arquitecturas de aprendizaje y Objetos de Aprendizaje.

Warwick Framework (Lagoze, 1996). Este esquema construido sobre los resultados de Dublín Core proporciona una formulación más concreta y operacionalmente más usable que Dublín Core. Promueve la interoperabilidad entre proveedores, catalogadores e indexadores de contenido, y el descubrimiento automatizado de recursos y la descripción de sistemas.

ARIADNE (Alliance or Remote Instructional Authoring and Development, 2000). Ha construido un gran repositorio de elementos pedagógicos llamado *Knowledge Pool System*. Pretende resolver dos problemas prácticos: por un lado la indexación y recuperación de los recursos y por otro, la búsqueda de material didáctico. Las técnicas de etiquetado se basan en Dublin Core.

IMS (Instructional Management System) (Graves, 2000). Es un consorcio originado en Estados Unidos, formado por productores de software y universidades, en el que cada miembro contribuye a la financiación del grupo. El consorcio cuenta con la publicación de importantes

especificaciones, algunas de ellas para la descripción de Objetos de Aprendizaje y otras que describen algunas partes del soporte de infraestructura administrativa. También trabajan en el desarrollo de herramientas para la validación de los estándares de modo que permitan su uso con contenidos reales. Existen centros IMS alrededor del mundo; los más reconocidos se encuentran en Australia, Singapur y Reino Unido. Este último actualmente trabaja en el desarrollo de herramientas software que se basan en las especificaciones. El IMS también ha realizado modificaciones de Dublin Core y Warwick Framework.

IEEE P1484.12 (*Learning Objects and Metadata Working Group*, que es parte el IEEE *Learning Technology Standards Committee*, 2000). Actualmente se denomina a esta iniciativa TSC. Su trabajo consiste en desarrollar estándares técnicos, recomendaciones, guías para componentes software, herramientas, técnicas de diseño, desarrollo, mantenimiento e interoperación de sistemas y componentes educativos basados en el computador.

ADL (*Advanced Distributed Learning*, 2000). En 1997, el Departamento de Defensa y la Oficina de Ciencia y Tecnología de la Casa Blanca acogieron la iniciativa de ADL. Su propósito es crear contenido reutilizable a bajo costo con herramientas basadas en objetos, y desarrollar la próxima generación de tecnologías de aprendizaje. Se basa en las especificaciones del IMS y en las técnicas de etiquetado de Dublin Core.

Cabe señalar, que en todas estas iniciativas se encuentra un común denominador, la noción de etiquetado de recursos con la información que los describe, conocida como *Metadatos*. Los metadatos tienen el propósito de identificar el material de modo que sea comprensible por los humanos y por los motores de búsqueda. De esta forma los Objetos de Aprendizaje quedan bien descritos y pueden ser fácilmente recuperados de las bases de datos que los almacenan. Soportados en las iniciativas descritas anteriormente, se han desarrollado diversos proyectos interesados en la aplicación de la tecnología de Objetos de Aprendizaje entre ellos caben destacar:

RIO: Reusable Information Objects, 2000.

ESM-BASE: Educational Systems based on Multimedia Databases, 2000.

OLA: Oracle Learning Architecture, 2000.

SCORM: Shareable Courseware Object Reference Model Initiative, 2000.

En cada uno de ellos se han definido Objetos de Aprendizaje bajo nombres diferentes, pero con la misma finalidad: proporcionar componentes intercambiables y adaptables en diferentes contextos.

En el campo pedagógico, la frase "estándares del aprendizaje" (learning standards), es hoy en día una de las más utilizadas y al mismo tiempo una de las menos entendidas dentro de los diversos aspectos de la revolución *e-learning*, ya que lo que se busca es brindar al usuario los contenidos y actividades que sean "perfectos" para él, ficheros generales en los cuales pueda escoger objetos específicos para su aprendizaje y que puedan reutilizarse, ensamblarse, almacenarse

y acomodarse en el sitio de tal manera que cualquier usuario pueda utilizar estos recursos conforme a sus necesidades.

Por esto se busca una estandarización de objetos de aprendizaje lo que beneficiará en reunir, intercambiar, ensamblar - desensamblar, reusar, e incrementar la calidad y cantidad de estos recursos dentro de cualquier curso a un bajo costo.

Algunos de los estándares que se han venido empleando en la Universidad de Colima, particularmente en el Centro Universitario de Producción de Medios Didácticos (CEUPROMED), son los siguientes:

1. Utilizan teclados y otros mecanismos comunes de entrada y salida en forma efectiva y eficiente.
2. Utiliza el software y recursos on line adecuado identificando sus ventajas y desventajas para consultar la información
3. Exhiben comportamientos legales y éticos cuando utilizan información y tecnología y discuten las consecuencias de usarlo inadecuadamente. Discuten sobre conceptos básicos relacionados con el uso responsable de la tecnología y la información, y describen las consecuencias personales de usos no adecuados.
4. Utilizan herramientas de uso general y periféricos para apoyar la productividad personal, remediar déficit de habilidades y facilitar el aprendizaje en todo el plan de estudios.
5. Utilizan herramientas tecnológicas (por ejemplo: presentaciones multimedia, herramientas de Internet, cámaras digitales, scanners o digitalizadores) para actividades individuales y colaborativas de escritura, comunicación y publicación que les permita crear productos de aprendizaje para audiencias internas y externas al salón de clases.
6. Diseñan, desarrollan, publican y presentan productos (páginas Web, cintas de video) utilizando recursos tecnológicos que demuestran y comunican conceptos del curriculum al público de adentro y fuera del salón.
7. Utilizan las telecomunicaciones y otros recursos en línea (correo electrónico, discusiones en línea, ambientes del Web) para participar en actividades colaborativas de resolución de problemas con el propósito de dar soluciones o crear productos para públicos de adentro y afuera del salón.
8. Utilizan recursos tecnológicos (calculadoras, instrumentos científicos, videos educativos, software educativo) para resolver problemas, aprender en forma autodirigida y realizar actividades de ampliación de aprendizaje.
9. Determinan cuándo es útil la tecnología y seleccionan las herramientas apropiadas y los recursos tecnológicos necesarios para resolver una gran variedad de tareas y problemas.
10. Evalúan la exactitud, relevancia, comprensión, conveniencia y sesgos de las fuentes de información electrónicas.

Las características más importantes son: la escalabilidad y la generatividad, las cuales permiten la creación de redes de conocimiento que pueden llegar a ser demasiado complejas para la búsqueda de objetos que cumplan con criterios específicos.

La Universidad de Colima consciente de la relevancia de este tipo de recursos educativos ha desarrollado una plataforma de gestión de objetos de aprendizaje que permite a la comunidad académica conocer y utilizar los objetos que se han desarrollado en los distintos centros

generadores de recursos educativos dentro de la misma Universidad (CEUPROMED, Red de CIAMs, CEUVIDITE, CENEDIC, entre otros).

Con la creación de esta plataforma se ha dado origen a nuevos problemas. Por ejemplo, cuando se le agregan nuevos recursos a un objeto existente es necesario que estos recursos sean considerados por el buscador, ya que puede suceder que el objeto original no cumpla con los criterios especificados o estos no coincidan con el perfil del usuario que los solicita. Además, se puede dar el caso de que estos criterios se puedan cumplir dentro de algún recurso agregado, al combinar dos objetos relacionados o incluso al combinar un objeto con otro que se encuentre referenciado en una plataforma externa.

En este artículo se propone una mejora para esta plataforma, la cual utiliza una arquitectura multicapa basada en agentes inteligentes, que se encuentra dividida de la siguiente forma:

Capa de Presentación: proporciona la interfaz que le permite al usuario interactuar con la plataforma de gestión de objetos de aprendizaje.

Capa de Agentes: proporciona la funcionalidad necesaria para la creación, transferencia y utilización de uno o varios agentes inteligentes que facilitarán el proceso de búsqueda de objetos de aprendizaje. De igual manera, permitirá personalizar los contenidos de acuerdo a las preferencias mostradas por el usuario, basado en el comportamiento del mismo.

Capa de Gestión: proporciona la lógica de negocio necesaria para la recuperación de la información, tanto en esta plataforma como en plataformas externas.

Capa de Comunicación: proporciona el conjunto de protocolos y estándares de nivel físico que permiten interactuar a los distintos dispositivos y agentes de una red de comunicaciones.

Consideramos que el utilizar un esquema como el propuesto para gestionar los objetos del aprendizaje incrementa las siguientes ventajas a la plataforma actual:

Notificación al usuario de algún objeto que ha sido creado y que es acorde al comportamiento del mismo, dentro de la plataforma de objetos de aprendizaje.

Búsqueda inteligente de objetos, compuestos o primarios, que cumplan cabalmente con los criterios u objetivos del usuario.

Notificación del estado en que se encuentran cada uno de los recursos que componen al objeto.

Arquitectura

Como se menciono anteriormente, la Universidad de Colima, en busca de mejorar su herramienta de educación a distancia (EDUC), ha desarrollado una gama de objetos de aprendizaje en los diferentes centros de investigación y estudio de la misma institución. Estos objetos de aprendizaje comprenden una diversidad de áreas de estudio, desde medicina, ingeniería, etc. Sin embargo, el creciente número de objetos desarrollados por esta casa de estudios ha creado la necesidad de contar con una herramienta tecnológica que permita manipularlos de forma fácil y adecuada. Para

satisfacer esta necesidad, la Universidad de Colima, desarrolló una herramienta que permite gestionar los objetos previamente desarrollados que se encuentra basado en ASP y XML.

Esta herramienta se encuentra basada en una plataforma de dos capas, constituida principalmente por una capa de presentación y una capa de gestión de datos que, a su vez, se encargan de brindar la funcionalidad necesaria al usuario final. A pesar de contar con una herramienta como la anterior, la Universidad de Colima se ha encontrado con el problema de, debido al constante incremento de recursos del objeto, encontrar el objeto adecuado que pueda satisfacer la elaboración de un curso deseado.

La arquitectura de dicha plataforma se muestra en la siguiente figura:

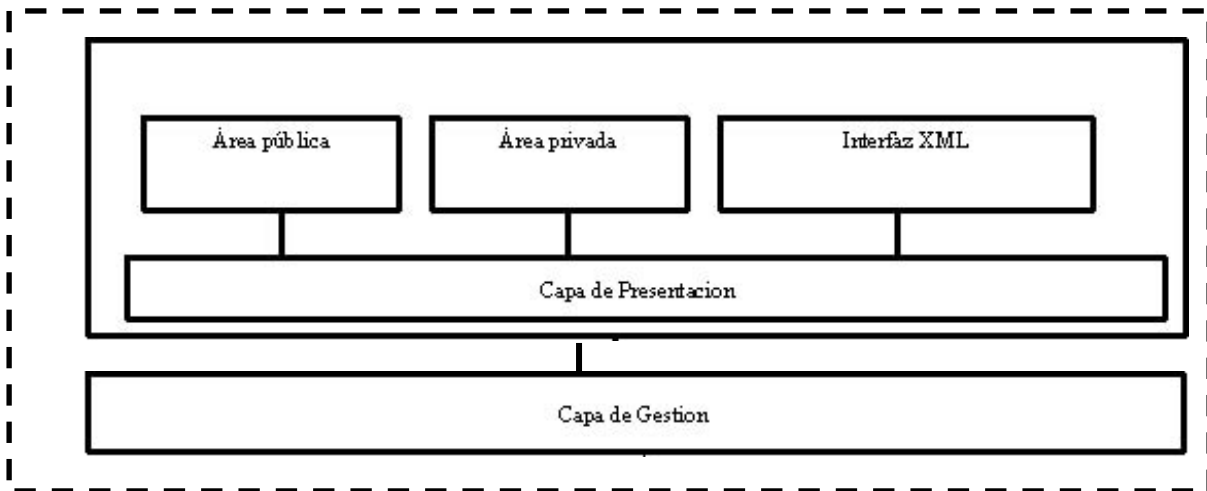


Fig. 1 Arquitectura Actual de la Plataforma de Gestión de Objetos de Aprendizaje

Basados en la necesidad anteriormente expuesta, se propone una mejora a la plataforma ya desarrollada mediante la integración de agentes inteligentes que faciliten la búsqueda de objetos o recursos adecuados a un cierto perfil. Esta integración se encuentra enfocada en la inserción de dos capas extras al modelo previamente desarrollado, logrando un alto grado de modularidad e interoperabilidad.

La arquitectura de la nueva plataforma se muestra a continuación:

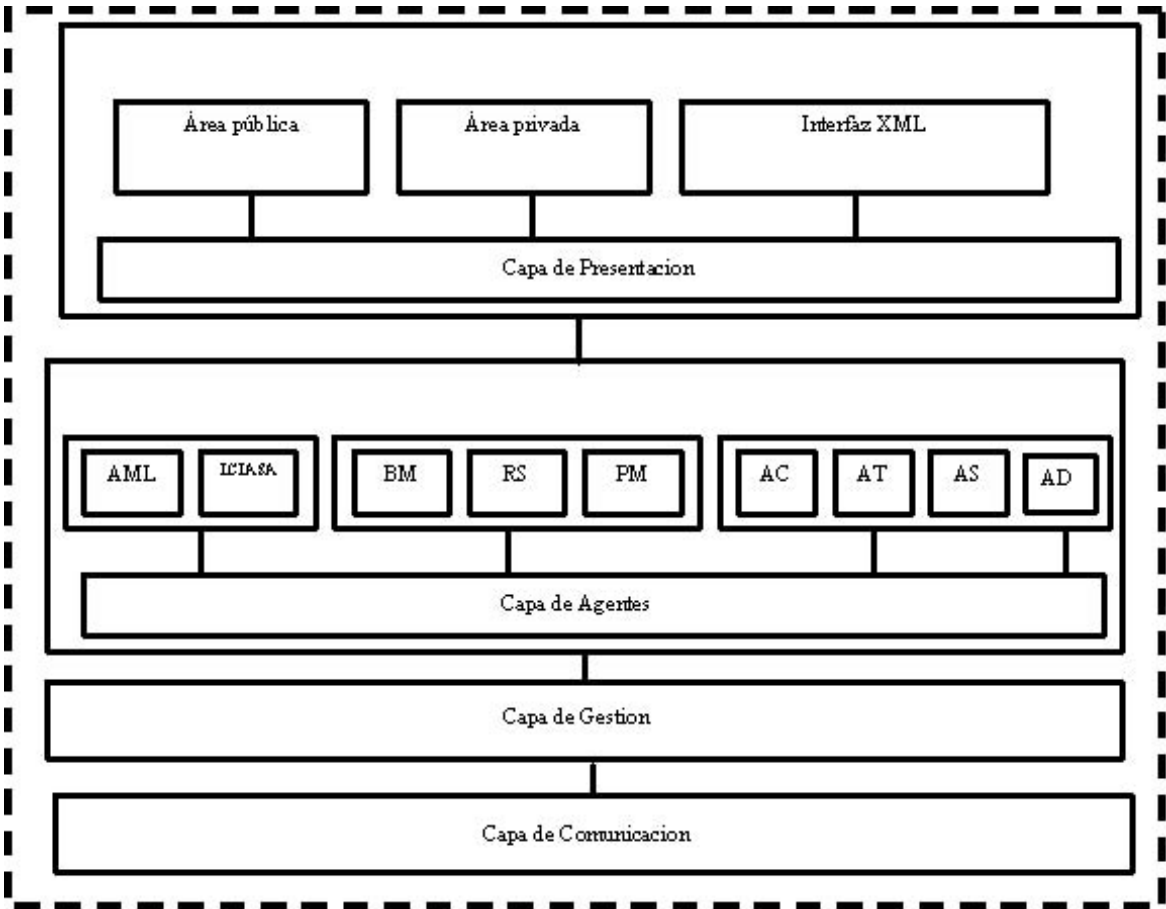


Fig. 2 Arquitectura Propuesta de la Plataforma de Gestión de Objetos de Aprendizaje

Como se puede apreciar, la arquitectura propuesta es multicapa, la cuál se comunica la una con la otra a través de una interfaz física basada en los protocolos de comunicación definida por la última capa de la arquitectura. Cabe señalar que, aunque el modelo sugiere una comunicación de forma descendente (TOP-DOWN), es posible acceder a cualquiera de ellas de forma independiente.

Una vez que el usuario ha decidido acceder a la plataforma, la capa de presentación se encarga de autenticar la identidad del usuario y de presentar la información al usuario. Esta capa, realiza un doble trabajo, por un lado autentifica al usuario y por el otro lado formatea la información recuperada en cada interacción del usuario con la herramienta. A continuación, la capa de agentes organiza la información de acuerdo a las preferencias y necesidades del usuario. Esta situación provoca que la capa de gestión realice la labor de recuperación de la información de los distintos repositorios que maneja la plataforma. Una vez que ha sido obtenida la información, la capa de comunicación se encarga de realizar la transferencia de la misma, basada en los protocolos que se encuentran definidos dentro de dicha capa, al usuario final.

En cuanto a la parte de seguridad, el modelo propuesto cuenta con dos mecanismos de seguridad principales que controlan el acceso fiable a los recursos de la plataforma. El primero es el método de autenticación proporcionado por la capa de presentación que permite al usuario utilizar las prestaciones completas de la solución a través de un nombre de usuario y una contraseña personalizada. Sin embargo, para asegurar la interoperabilidad de la plataforma, se propone que este acceso se encuentre basado en XML mediante el estándar de IEEE para firmas digitales basadas en XML[] en el futuro. El segundo se encuentra basado en una agente inteligente que asegura la invocación de otros agentes u objetos de manera confiable.

Al respetar el diseño modular de la solución, se logra no solo una reutilización de la tecnología ya desarrollada, sino que también se produce una solución que pudiera ser utilizada en plataformas similares para la gestión de objetos de aprendizaje.

3. LA CAPA DE PRESENTACIÓN

La capa de presentación de la plataforma se encuentra dividida en 3 áreas principales: área pública, área privada y la Interfaz XML. Cada una de ellas brinda distintos tipos de acceso a los usuarios de la plataforma, permitiendo acceder a distintos conjuntos de prestaciones ó, en el caso de la Interfaz XML a través de una interfaz estándar para otros usuarios e incluso conectar otras plataformas externas. La capa de presentación también tiene la peculiaridad de formatear la información recuperada mediante XSL para brindarle al usuario la mejor vista posible de la información. La figura 3 muestra en detalle las áreas que componen a la capa de presentación.

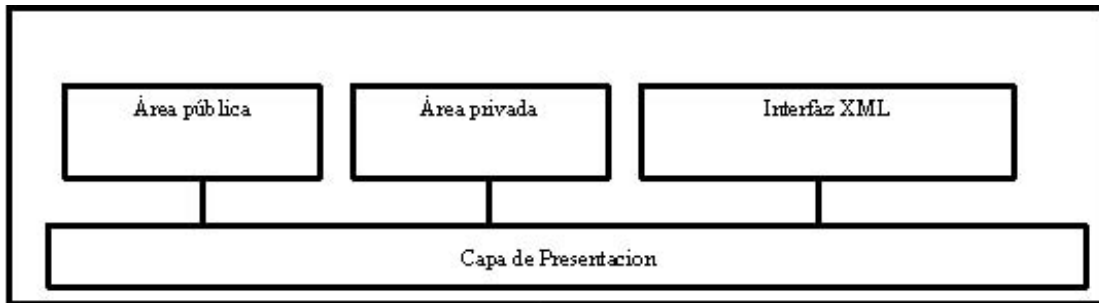


Fig. 3 Capa de Presentación

La primer área, permite que el usuario se autentifique, muestra los objetos recientemente agregados en un repositorio al usuario, los objetos más visitados y las disciplinas en que se clasifican. Además, permite realizar búsquedas y provee un resumen del contenido de los objetos que son devueltos como resultado; También, el usuario puede crear una cuenta que le permita ingresar y obtener mas información o el contenido completo de los objetos. La finalidad de que el usuario se identifique es la de crear un perfil que permita observar su comportamiento y que servirá de apoyo para ofrecer sugerencias.

En la segunda área, se requiere la autenticación del usuario mediante un nombre de usuario y una contraseña personalizada. Una vez autenticado, la plataforma ofrece la posibilidad de realizar consultas que muestran la ficha completa y la ubicación del objeto, así como agregar a cada uno de ellos: comentarios, recursos y agendas. En esta sección también se pueden definir las preferencias y perfiles del usuario, lo que permite un fácil acceso en ocasiones posteriores. Aunque todo usuario puede también agregar objetos a la plataforma mediante esta sección, estos serán revisados por un comité observador de la misma institución. Esta revisión solo se llevará a cabo en lo referente a la estructura y forma, esto con la finalidad de asegurar que la información proporcionada corresponda con el tema del objeto.

La tercer área permite que cualquier aplicación pueda realizar consultas a la plataforma haciendo uso de XML. Solo si la consulta es en área privada, será necesaria la identificación del usuario, ya que de lo contrario se devolverá un mensaje de error. Esta prestación permite la integración de la plataforma con otras plataformas externas, compatibles o incompatibles, a la misma. Como XML es un estándar ampliamente utilizado, creemos que el brindar esta característica provocara una extensa colaboración entre instituciones, académicas y privadas, para compartir los diferentes repositorios de objetos de aprendizaje creados en todo el mundo.

Referencias Bibliográficas

- Abrambon, C.I. A PRIMER OF INVERTEBRATE LEARNING. A.P.A. Washington, 1994.
- Ayala, F. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL HOMBRE. Alianza. Madrid, 1980.
- Boring, E.G. HISTORIA DE LA PSICOLOGÍA EXPERIMENTAL. Trillas. México, 1990.
- Berger, P. y Luckmann, T. LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE LA REALIDAD. Amorrortu. Buenos Aires, 1983.
- Campbell, B. ECOLOGÍA HUMANA. Salvat. Barcelona, 1986.
- Cavalli-Sforza, L.L. GENES, PUEBLOS Y LENGUAS. Crítica. Barcelona, 1997.
- Cerec y Fundación Alejandro Ángel Escobar. NUESTRA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Grupo editorial 87. Bogotá, 1993.
- Chomsky, N. LENGUAGE AND MIND. Harcourt, Brace & Wiold. New York, 1968.
- Dethier, V.G. y Stellar, E. EL REINO ANIMAL. CONDUCTAS. SUS BASES EVOLUCIONARIA Y NEUROLÓGICA. UTEHA. México, 1967.
- Dawkins, R. EL GEN EGOÍSTA. Salvat. Barcelona, 1986.
- Eibl-Eibesfeldt, I. AMOR Y ODIO. Siglo XXI. México, 1972.
- Eibl-Eibesfeldt, I. ETOLOGÍA. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO COMPARADO DEL COMPORTAMIENTO. Omega. Barcelona, 1979.
- Eibl-Eibesfeldt, I. EL HOMBRE PREPROGRAMADO. Alianza. México, 1980.
- Eibl-Eibesfeldt, I. BIOLOGÍA DEL COMPORTAMIENTO: MANUAL DE ETOLOGÍA HUMANA. Alianza. Madrid, 1993.
- Eaton, G.G. ORGANIZACIÓN SOCIAL DE LOS MACACOS JAPONESES. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. No. 3. Pág. 70-81, 1976.
- Frisch, K.V. LA VIDA DE LAS ABEJAS. Labor. Barcelona, 1982.
- Glenn, S.S. Contingencies and Metacontingencies: Toward and Synthesis of Behavior Analysis and Cultural Materialism. THE BEHAVIOR ANALYST. 11. Pág. 161-179, 1988.
- Goetsch, W. LA VIDA SOCIAL DE LAS HORMIGAS. Labor. Barcelona, 1983.
- Greenspan, R.J. GENÉTICA DEL COMPORTAMIENTO. INVESTIGACIÓN Y CIENCIA. Pág. 42-47, 1995.
- Harris, M. CULTURAL MATERIALISM. Random Hause. New York, 1979.
- Harris, O. Y Young, K. ANTROPOLOGÍA Y FEMINISMO. Anagrama. Barcelona, 1979.
- Hess, E.H. IMPORTACIÓN. Trillas. México, 1978.
- Leith, B. EL LEGADO DE DARWIN. Salvat. Barcelona, 1986.
- Lewontin, R.C. y Kaimin, L.J. NO ESTÁ EN LOS GENES. CRÍTICA EL RACISMO BIOLÓGICO. Grijalbo. Barcelona, 1996.
- Lorenz, K. EL COMPORTAMIENTO ANIMAL Y HUMANO. Plaza y Janés. Barcelona, 1974.
- Luria, S. LA VIDA, EXPERIMENTO INACABADO. Alianza. Madrid, 1976.
- Lumsden, C. And Wilson E.O. GENES, MIND AND CULTURE. THE COEVOLUTIONARY PROCESS. Mass: Harvard Univ. Press. Cambridge, 1981.
- L. Galeana, La Plataforma de Gestión de objetos de aprendizaje, Universidad de Colima. 2003

- Farías M.N., Ramos C.F.F., LCIASA:Lenguaje de “Capacidad de Interacción” de Agentes en Sistemas Abiertos: LCIASA, *ELECTRO 2000* technologic Institute of Chihuahua. Published in proceedings, pp. 337-343. , Méx. 2000.
- **Prototipo de patrimonio público de recursos educativos basados en una red institucional y un repositorio distribuido de objetos de aprendizaje**
- Chan, Ma. Elena; Martínez Jorge, Morales Rafael, Sánchez Víctor (UDG-UNAM-IIELANIA)
- No publicada, Guadalajara, Jal. 2003
- **Espacios de aprendizaje altamente interactivos,**
- Ostróvskaya Yulia, Galeana Lourdes (UDLAP-UCOL) Puebla, 2004 (No presentada)
- **Connecting learning objects to instructional design theory:**
- David A. Wiley, II; Digital Learning Environments Research Group (Reporte Técnico)

