



ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS CENTRADAS EN LA TEORÍA COGNITIVA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y EL USO DE LA ESTRATEGIA MNEMOTECNIA PALABRA CLAVE

IDEAS PARA EL DISEÑO DE AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

Educational activities based on cognitive theory of information
processing and strategy Use keyword mnemonics

Favorable ideas for the design of virtual learning environments

Nicolás García Doncel*

Resumen: en este artículo se presentan los resultados obtenidos al indagar el nivel de comprensión alcanzado por los estudiantes de primer semestre de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, de la asignatura Fundamentos de Tecnología I, cuando aprenden mediante actividades pedagógicas centradas en la teoría cognitiva

del procesamiento de la información (Bruning, Schraw, Bruning, y Roninng, 2005) El trabajo se desarrolló con 40 estudiantes de ambos géneros, entre los 16 y 21 años de edad.

Esta investigación hace parte del conjunto de estudios desarrollados por el grupo de investigación Episteme desde el 2006, con el fin de determinar los «Elementos favorables para el diseño pedagógico de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)».

*Docente de la Universidad Piloto de Colombia, Especialista en Tecnologías de la información aplicadas a la educación de la UPN. Candidato a Magíster en Tecnologías de la información aplicadas a la educación de la UPN. Bogotá – Colombia, nicolas-garcia@unipiloto.edu.co

Fecha de recepción: 08 de febrero de 2013
Fecha de aceptación: 04 de junio de 2013

Palabras clave: procesamiento de la información, estrategia palabra clave, comprensión, ambientes virtuales de aprendizaje, cognición.

Abstract: this paper discusses the results of a survey aimed at assessing the level of comprehension achieved by students of the Universidad Pedagógica Nacional de Colombia during their first semester class Fundamentals of Technology I, when they learn through educational activities focused on the cognitive theory of Information Processing (Bruning, Schraw, Bruning, & Roninng, 2005). The survey used a sample of 40 students (men and women) aged between 16 and 21 years old.

This research is part of the set of studies conducted by the research group EPISTEME since 2006 to determine the “Favorable elements for the Pedagogical Design of Virtual Learning Environments.”

Keywords: information processing, keyword strategy, Comprehension, Virtual Learning Environments, Cognition.

INTRODUCCIÓN

Tres son los referentes que dan origen a esta investigación: el uso cada vez mayor de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) en los procesos educativos en todos los niveles de formación y todas las modalidades (Guitert y Area, 2005; Unigarro, 2001), los paulatinos y cada vez más rápidos cambios que asumieron las universidades nacionales e Internacionales desde los noventa para responder a las exigencias del contexto global: aumento de cobertura a poblaciones geográficamente distantes, exigencias del mercado educativo global, la construcción de una cibernación y una cibercultura (Jones, 2003; Joyanes, 1997, Lévy, 2007), y los cambios curriculares que la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) asumió desde el año 2000 y que se recogen en el Acuerdo 035 de 2006, en sus artículos 2° y 6°.

Estas transformaciones llevaron a los programas académicos de la UPN a la reducción de tiempo presencial y la transferencia de responsabilidades para lograr las características de aprendizaje autónomo y permanente, lo que coincidió inmediatamente con las prácticas de educación virtual, así el trabajo en AVA (Jones, 2003) se convirtió en exigencia. Se pasó de trabajar con las Unidades de Labor Académica -ULA- a créditos académicos, lo cuales señalan

la relación entre la cantidad tiempo que es necesario que el estudiante invierta para alcanzar los propósitos de formación frente a la cantidad de trabajo académico que es necesario realizar para lograr esta formación.

Desde estos tres referentes, se desprenden algunos interrogantes que exigen pronta respuesta: ¿Los modelos pedagógicos y estrategias didácticas que subyacen a la creación de los AVA generan los mismos resultados en contextos diversos? ¿Qué estilo de actividad pedagógica resulta mejor o potencialmente mejor para promover el aprendizaje de las personas en los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA)? ¿Qué las caracteriza?

Los miembros del grupo *Episteme* han asumido, desde el 2006, el reto de indagar estos y otros tantos interrogantes asociados con la educación en ambientes virtuales de aprendizaje. Se ha cuestionado por el impacto que produce la interfaz gráfica de usuario en el aprendizaje, la incidencia que tiene el rol que asume el tutor virtual en dicho aprendizaje, por los tipos de aprendizajes asociados en el trabajo a foros virtuales y sus estrategias, entre otros interrogantes.

En el presente estudio se da cuenta de uno de esos asuntos: ¿qué nivel de comprensión alcanzan los estudiantes de

primer semestre de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia de la asignatura Fundamentos de Tecnología I, cuando aprenden mediante actividades pedagógicas centradas en la teoría cognitiva del Procesamiento de la Información?

La anterior pregunta permite el planteamiento de un propósito de la investigación centrado en determinar el nivel de comprensión que alcanzan los estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional en la asignatura Fundamentos de Tecnología I, cuando estudian las temáticas *máquinas simples* y *poleas simples*, a través de actividades pedagógicas centradas en la teoría cognitiva del Procesamiento de la Información estrategia «palabra clave». Frente a ello se hace necesario, en primera instancia caracterizar las condiciones pedagógicas, tecnológicas, cognitivas y comunicativas que rigen el diseño de actividades pedagógicas para ambientes virtuales de aprendizaje.

En la búsqueda de este propósito la investigación se soporta en cuatro aspectos teóricos y referenciales: ¿qué entendemos por actividad pedagógica?, ¿qué por ambiente virtual de aprendizaje?, ¿qué por procesamiento de la información? y ¿qué por comprensión?

DE LAS ACTIVIDADES PEDAGÓGICAS

Una actividad es por esencia aquella acción, actuación, realización de orden dinámico, que realiza una persona en busca de un resultado cuya finalidad no siempre está claramente identificada (Merchán, 2009). Existen actividades de aprendizaje, de evaluación, de diagnóstico, de exploración, de acompañamiento, de selección, de integración, entre otras. El *apellido* que se le da a la actividad define su finalidad: actividad de evaluación, finalidad evaluar; actividad diagnóstica, explorar saberes, etc. Otros apellidos suelen ser comunes en el ámbito educativo, así tenemos actividades pedagógicas, de enseñanza, educativas, de formación. Apellidos estos que

señalan ya no el resultado (intención y producto esperado) sino la esencia, fundamento de la actividad, por ende la estructura con que son organizadas.

Cuando se dice actividad pedagógica se hace referencia a las acciones pensadas sobre la base de la pedagogía (Merchán, 2009), y en ese sentido su intención está sustentada desde factores como:

- **Significatividad.** Esto sugiere que las acciones diseñadas deben generar, en la persona, relaciones entre lo que está aprendiendo y lo que ya sabe, de manera tal que le permita crear nuevas y complejas relaciones ampliando su base de conocimiento, para posteriores aprendizajes, lo que implica un cambio en sus estructuras cognitivas.

Esta significatividad se aseguró con el diseño de la siguiente secuencia, ver Anexo 1:

- **Introducción.** En donde se define la intencionalidad de la actividad y la importancia del tema.
- **Activación cognitiva.** Referida a la predisposición cognitiva para la adquisición de información (Bruner, 1972).
- **Definición del contexto pedagógico** que para la presente investigación el modelo se refiere al procesamiento de la información.
- **Invitación al aprendizaje.** Indicación de lo que el estudiante tiene que realizar en el desarrollo del curso.
- **Aseguramiento del aprendizaje.** La revisión del aprendizaje de la palabra clave y de las temáticas de máquinas y poleas simples.
- **El contenido.** El éxito de un AVA tiene que ver muchas veces con la selección, el rigor, la profundidad, la actualización y el tratamiento pedagógico de sus contenidos.
- **La Estructura.** Las actividades deben estar fuertemente estructuradas, es decir debe encontrarse completamente definidas de manera que permitan

una valoración acertada de los aprendizajes conllevando a resultados válidos y que impida diversas interpretaciones. La estructura fuerte mejora los rendimientos en términos de eficiencia y eficacia de los estudiantes.

- Interactividad. Referido a la comunicación establecida entre hombre máquina. De allí que las actividades deben brindar la posibilidad de comunicación entre las partes.
- Actuaciones. Las actividades deben diseñarse teniendo presente la forma como los agentes van a interactuar, es decir si asumirán roles pasivos o activos, cooperativos o colaborativos o individuales.

Es importante resaltar el hecho de que para el diseño de estas actividades se ha utilizado la ruta de aprendizaje, ver Anexo 2, resultado de un análisis denominado *protocolo verbal* realizado con el fin de reconocer la estructura, actividad mental y el conocimiento implicado durante la utilización de la estrategia mnemotécnica palabra clave. Esta metodología, desarrollada ampliamente por Newell y Simón (1972),

no centra su objetivo en valorar los resultados de la solución, a diferencia de la evaluación, sino en identificar y comprender la calidad de los procesos implicados en la toma de decisiones y la manera cómo cambia el pensamiento durante la ejecución.

Por otro lado, los docentes diseñan actividades para promover el estudio del tema, practicar alguna habilidad, adquirir alguna destreza, competencia o valor. Los maestros apuestan a una estructura de actividad que en ocasiones corresponde con alguno de los modelos más divulgados en educación: asociacionista o cognitivista y dentro de este último están por extensión el cognitivista

constructivista, el social cognitivo, el aprendizaje verbal significativo, la enseñanza para la comprensión, el procesamiento de la información, el aprendizaje por hipótesis, el estructuralismo, el personalismo, entre otros; y dentro del primero, la tecnología educativa (que no es lo mismo que educación en tecnología, educación para la tecnología, educación con tecnología, educación con nuevas tecnologías o tecnologías para la educación); y el empirismo.

Ello lleva a aseverar que el diseño de las actividades pedagógicas difiere según el discurso pedagógico o modelo que se asuma; es decir, si estamos centrados en un discurso asociacionista posiblemente estas actividades se reduzcan a un objetivo de aprendizaje evidenciable en cambios de conducta; si estamos en un modelo del procesamiento de la información estas actividades se centrarán en metas de aprendizaje evidentes en los procesos de percepción, atención y memoria, entre otros; pero si el modelo es cognitivo estructuralista-social-funcionalista, tendremos una actividad centrada en el desarrollo de competencias, habilidades de pensamiento, roles sociales, entre otros.

DE LOS AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE

Cuando se hace referencia a la construcción de AVA, es importante considerar la educación de las personas, la manera de enseñar los saberes, la educación del mediador, la didáctica, los ambientes virtuales de aprendizaje, la historia de la pedagogía y la comunicación educativa, cuestiones centrales de la pedagogía, y el acto educativo, que subyace a su desarrollo e implementación; (Merchán Basabe y Salazar Blanco, 2004; Merchán, 2009). Es claro con ello, que la transición de un ambiente presencial a uno virtual, no radica solamente en la digitalización de contenidos, en el traslado de prácticas y recursos, sino que es necesario pensar en una nueva pedagogía, una pedagogía computacional.

Por otro lado es importante tener presente las investigaciones realizadas en el grupo *Episteme*, de la Universidad Pedagógica Nacional, en donde a través del investigador Carlos Merchán y su grupo de trabajo realizaron un estudio con el propósito de determinar el impacto que genera el diseño de la Interfaz Gráfica de Usuario (Graphical User Interface -GUI) en los AVA frente al aprendizaje.

El conjunto de elementos gráficos de carácter interdependiente y funcional que median la comunicación entre dos agentes de naturaleza distinta, el hombre (sujeto analógico) y la máquina (ente digital), para que el usuario pueda, bajo criterios de usabilidad, accesibilidad y navegabilidad, acceder a la información, medios y recursos contenidos en un ambiente computacional y realizar con ellos acciones de forma eficiente y eficaz que finalmente conforman la GUI (Pozo, 2006).

Esta comunica y traduce acciones del lenguaje natural en lenguaje máquina y viceversa, permitiendo la interactividad entre el usuario y el programa. Este estudio concluyó que la interfaz gráfica sí impacta, positiva o negativamente, en la velocidad del aprendizaje y en el procesamiento de la información por el número de elementos, medios y formatos que se empleen para su diseño; es decir a mayor número de componentes gráficos, multimediales y más actividades para acceder a la información mayor complejidad tiene la tarea de aprendizaje y su procesamiento. La investigación deja algunas cuestiones por indagar: ¿Si se mantiene una interfaz favorable habrá otro factor decisivo en el aprendizaje? por ejemplo: ¿el contenido? ¿Las estrategias didácticas? ¿El modelo pedagógico? ¿El rol del estudiante o del docente?

TEORÍA COGNITIVA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Pozo (2006) señala que existen tres teorías psicológicas del aprendizaje: el asociacionismo, el procesamiento de la información y el cognitivismo, cada una genera diversos resultados en relación con el aprendizaje. Modelos que se han transferido a la enseñanza en AVA. Dado que los modelos dictan las formas particulares de las actividades pedagógicas, en este trabajo de investigación hemos asumido el reto de diseñar una actividad pedagógica centrada en los postulados de la teoría del procesamiento de la información (Wiener, 1972) como modelo pedagógico (Joyce y Weil, 2006).

El Procesamiento de la Información sustenta que

el hombre es un sistema de procesamiento simbólico de propósitos generales, por tanto el hombre, como el computador, son funcionalmente equivalentes, ya que intercambian información con su entorno mediante la manipulación de símbolos, símbolos del lenguaje.

Los postulados que soportan esta teoría son, entre otras, la Cibernética de Wiener (1948), la Teoría General de Sistemas (Von Bertalanffy, 1968), la Teoría Matemática de la Comunicación (Bruner, 1983; Chomsky, 1957; Newell y Simon, 1972; Shannon y Weaver, 1948), y los aportes de quien se considera el padre de esta nueva teoría: Miller (1956); que permitieron comprender el valor de los procesos autorreguladores y de la retroalimentación, del procesamiento modular, la memoria como estructura y como proceso.

El supuesto fundamental del procesamiento de la información, radica en la descomposición recursiva de los procesos cognitivos, lo que quiere decir que un

proceso cognitivo en la medida que se desagregue en unidades más pequeñas puede aún ser explicado sin perder su esencia, desde estas unidades simples. Este postulado de linealidad y aditividad en el procesamiento de información descansa, además, en el supuesto de la independencia entre las distintas partes o segmentos del proceso, y es la base del uso de la cronometría mental o medición de los tiempos de reacción, como uno de los métodos más eficaces para el estudio del procesamiento de información humano. (Pozo, 2006, p.45)

El procesamiento de la información, una vez que se encarga del estudio de las representaciones, concibe teorías acerca de la memoria. Es así como se considera la memoria como una estructura básica del sistema de procesamiento de la información, y como un conjunto de procesos; ambos son complementarios entre sí. Como proceso, la memoria encarna cinco acciones fundamentales, interdependientes y secuenciales entre sí (al menos durante el proceso de entrada de información): adquisición, decodificación/codificación, almacenamiento y recuperación de la información.

Como estructura la memoria consta de:

- Una Memoria Sensorial. A través de la cual se retiene, brevemente, los estímulos que nos llegan por los sentidos. La percepción, el reconocimiento de patrones, la asignación de significado y la atención están presentes en esta memoria.
- Una Memoria de Corto Plazo. Procesa la información que recibe de la memoria sensorial y le asigna un significado.
- Una Memoria de Trabajo (Baddeley, A. y Hitch, 1974) procesa la información codificada según el tipo (visual, sonora, episódica).
- Una Memoria a largo plazo. Encargada de almacenar y disponer toda la información que hemos acumulado a lo largo de la vida para su uso en posteriores actividades y contextos.

Algunas investigaciones han empleado esta teoría con el fin de mejorar la capacidad de procesamiento de la

información y memoria de un sujeto cuando aprenden un tema particular.

Ello consiste en mejorar la memoria tanto como proceso (calidad y velocidad de los mismos) como estructura (ampliar la capacidad y la calidad de cada componente de memoria), empleando diversas estrategias nemotécnicas, diversos tipos de información, diversos canales de adquisición, decodificación/codificación. Los resultados son amplios y divergentes.

PALABRA CLAVE

En este estudio se empleó la estrategia de la palabra clave como mnemotécnica para la recuperación de la información codificada. La mnemotecnia son estrategias de carácter memorísticas que facilitan la recuperación de la información que ha sido almacenada. La mnemotecnia de la palabra clave se debe a Atkinson (1975), quien elaboró dicha regla mnemotécnica como una estrategia de utilidad para la adquisición de vocabulario perteneciente a lenguas diferentes a la propia.

La palabra clave consta de dos fases: un vínculo acústico y un vínculo de imagen. Consiste en crear una palabra cuando se estudia una información con el fin de establecer una clave de memorización que facilite el almacenamiento y la recuperación. La palabra otorga una nueva codificación a la información estudiada. El vínculo acústico determina la información que se desea aprender (Levin y Pressley, 1983; Levin et al., 1984). El vínculo de imagen se refiere a la creación de una imagen visual de la palabra clave que se escogió, de tal forma que esta imagen interactúe con el significado de la palabra que se desea aprender. De esta manera cuando se quiera recordar la

palabra original evocará la imagen interactiva en la memoria, lo que permitirá recordar su significado.

Teniendo en cuenta los dos pasos que componen la técnica de la palabra clave, Mastropieri y Scruggs (1991) han afirmado que la premisa básica de este tipo de mnemotecnia es la de convertir una información no familiar en familiar, a la vez que la de integrar las definiciones de las nuevas palabras con las de las palabras claves, fortaleciendo, de esta manera, tanto la codificación como la recuperación de la información.

Atkinson y Raugh (1975), señalaron tres criterios que se deben seguir para una adecuada elección de la palabra clave:

- Su sonido debe ser lo más parecido posible a la palabra que se desea aprender o a una parte de la misma. Parece ser que cuando la palabra clave es derivada de la primera sílaba de la palabra a almacenar resulta más efectiva que cuando se deriva de cualquiera de las otras sílabas que componen dicha palabra.
- La palabra que se escoge como palabra clave debe facilitar la elaboración de una imagen interactiva recordable, una vez puesta en relación con la traducción de la palabra a aprender.
- La palabra clave elegida no puede coincidir con traducciones de otras palabras extranjeras, también presentes en la tarea.

El proceso de ejecución de la mnemotecnia de la palabra clave es conocido como el proceso de las tres erres: reconstrucción, relación y recuperación (Levin, 1983; Mastropieri y Scruggs, 1991). La reconstrucción se da cuando se crea la palabra clave, considerado este como la parte fundamental en la aplicación de la estrategia.

La relación está dada por el hecho de relacionar de forma interactiva el significado de la palabra clave con el de la palabra que debe ser aprendida, a través de la generación de la imagen. La recuperación, está relacionada con la forma en que debe recuperarse la información cuando esta ha sido adquirida mediante la técnica de la palabra clave; aquí se debe realizar una evocación a la interacción (imagen) que permitió relacionar la palabra clave con el significado de la palabra no conocida, y de esta manera recuperar de la memoria a largo plazo la respuesta deseada.

LA COMPRESIÓN

La comprensión es un proceso continuo consistente en:

Representar mentalmente el significado de algo, un texto, un discurso, una acción, un contenido y asimilarlo, integrarlo, incorporarlo a [en] nuestros esquemas, con lo cual podemos ver las relaciones que se presentan entre sí y un contexto global (Burón, 2005), realizar una gama de actividades... , por ejemplo, explicarlo, encontrar evidencias y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlos de una manera nueva (Perkins y Blythe, 1994).

Para Gardner (2000), Perkins y Blythe (1994), y otros miembros del proyecto CERO de la Escuela de Harvard, se reconocen cuatro niveles de comprensión: el nivel ingenuo, el novato, el aprendiz y magister. La comprensión depende de los niveles de procesamiento de información que realice la persona los cuales pueden ser: literal, interpretativo-inferencial o crítico.

Para la presente investigación, la comprensión es la intercepción entre estas dos dimensiones, por un lado los niveles de procesamiento de la información (literal, interpretativo y crítico) y por el otro los niveles de comprensión (ingenuo, aprendiz, novato, magister). Así se obtienen 6 niveles de comprensión, ver Tabla 1.

Tabla 1. Definición de los niveles de comprensión

| Niveles de Comprensión vs. Niveles de Procesamiento de la Comprensión | INGENUO | NOVATO | APRENDIZ | MAGISTER |
|---|--|--|--|--|
| LITERAL (L) | El aprendiz expresa lo que está escrito en el texto sin ir más allá de la explicación dada. A veces lo que expresa no coincide con lo dicho en el texto, siendo errada su opinión. | El aprendiz tiende a realizar descripciones imaginativas pero incorrectas del proceso, presenta ciertos elementos reflexivos pero en última instancia termina por realizar una transcripción de lo dicho por el autor en el texto, sin ir más allá | | |
| INTERPRETATIVO-INFERENCIAL (I-I) | | El aprendiz expresa con sus palabras elementos que se encuentran explícitos en el texto, pero no sin tener mucha claridad en lo expresado, a veces las deducciones son erróneas, mostrando que no ha entendido el significado del concepto. No presenta dominio del tema, pese a que trata de hacer algunas reflexiones. | Se basa en su experiencia o en su saber disciplinar para deducir y hacer inferencias sin aún realizar interpretaciones del concepto en otras áreas del conocimiento, y mucho menos sus aplicaciones. | |
| CRÍTICO (C) | | | El aprendiz se expresa utilizando los conceptos aprendidos dentro de su disciplina, empleando los conceptos que usan los expertos acerca del tema, pero aún no puede relacionar lo aprendido con el mundo de la vida, de manera que le permita realizar construcciones propias de nuevos significados. | El aprendiz realiza una interpretación interdisciplinaria de los conceptos, relacionándolos con los previos, y así construye unos nuevos, establece nuevas relaciones, nuevas formas de interpretar el mundo. Puede realizar aplicaciones, en otros contextos, de lo aprendido |

Fuente: Grupo Episteme, Universidad Pedagógica Nacional

Para efectos de este trabajo de investigación, hemos entrecruzado dos teorías que explican la comprensión. Los primeros son los supuestos teóricos propuestos por Baker (1985), que advierte que la comprensión está determinada por niveles de procesamiento de la información (literal, interpretativo-inferencial y crítico); por el otro, los postulados teóricos de Blythe (1999) y Stone (1999) que recogen los realizados por Perkins y Blythe, (1994) y Gardner (2000) del proyecto CER0 de la Escuela de Harvard.

METODOLOGÍA

Se empleó el diseño pre-experimental número dos: pretest-posttest (Campbell y Stanley, 1963) para el ejercicio

investigativo y la estrategia análisis de contenidos, para el análisis de las respuestas dadas.

Se diseñó un AVA centrado en el procesamiento de la información, empleando la estrategia de codificación: palabra clave (Bruning et al., 2005). El ambiente fue diseñado bajo los postulados del cuadrante Noroeste (NO) propuesto por de Coomey y Stephenson (2001) de modo que los procesos de aprendizaje, las tareas y actividades están ampliamente definidas por el docente, y el estudiante debe cumplirlas; la navegabilidad del ambiente es lineal, ver Anexo1, con ramificación en árbol (Díaz Camacho y Ramírez Velázquez, 2002) lo que fortalece la heterogeneidad.

El ambiente consta de tres temas, cada uno dividido en cinco partes: 1) Activación cognitiva, donde se explora el saber previo sobre la temática; 2) invitación al aprendizaje, donde se realiza una presentación de la temática; 3) Acciones de aseguramiento, donde se realizan lecturas, operaciones, otras con el fin de construir el conocimiento del tema; 4) Prueba de verificación del aprendizaje; que evalúa el resultado de la comprensión inmediatamente después de haber estudiado el tema; y, 5) evaluación del aprendizaje; esta prueba evalúa el nivel de comprensión logrado por el estudiante luego de la intervención.

El pretest se realizó el primer día de la experimentación, al día siguiente se dio inicio al desarrollo del curso, y un día después de terminado el desarrollo del curso, se aplicó el postest. El tiempo empleado entre el pretest y el postest estuvo alrededor de ocho días.

Cada prueba, para cada sujeto, fue analizada mediante la estrategia cualitativa de análisis de contenidos, con el fin de caracterizar el nivel alcanzado por el sujeto dentro del grupo, y del grupo en general en relación con la estrategia. Esta estrategia de análisis hizo posible analizar las respuestas dadas por los estudiantes en las pruebas realizadas (Pretest, Postest y las pruebas de aseguramiento del aprendizaje). Las respuestas a cada pregunta realizada fueron clasificadas previamente en los niveles de procesamiento de la información, y las observaciones dadas por los estudiantes permitieron determinar su nivel textual, ver Tablas 1 y 2.

La población objetivo de esta investigación estuvo conformada por 40 estudiantes de primer semestre, matriculados en los programas académicos de Licenciaturas en Diseño y Electrónica de la UPN, cuyas edades oscilan entre los 17 y 21 años de edad, pertenecientes a los géneros masculino y femenino.

El dominio de conocimiento se centró en las temáticas de *Máquinas y Poleas Simples* del curso de Fundamentos de

Tecnología I, el cual es un espacio académico compartido entre las dos licenciaturas mencionadas.

Cada sujeto realizó dos pruebas de evaluación en línea, consistentes en: diligenciamiento de la ficha de conceptualización (definiciones, atributos, procedimiento, ejemplos, no ejemplos, usos y transferencias del tema máquinas simples y poleas); prueba de conocimientos prácticos, selección de diseños apropiados para resolver problemas cálculo de fuerzas y ventaja mecánica. Las preguntas de las pruebas de verificación y de evaluación dispuestas en el ambiente se diseñaron con base las categorías de comprensión ya descritas (ingenuo-literal, aprendiz-interpretativo, etc.), cada prueba constaba de diez preguntas.

El ambiente vinculado a una base de datos en MySQL a través de sentencias construidas en PHP, asignaba de manera automática un nivel de comprensión al estudiante con base en las respuestas seleccionadas, lo que determinaba el nivel de procesamiento de información en que se encontraba; este nivel era revisado durante el análisis de contenidos con el fin de caracterizar el nivel de acuerdo con las argumentaciones realizadas por el estudiante. Finalmente dichas argumentaciones señalaron el cambio o no, de nivel del estudiante entre una prueba y otra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Son resultados de este proceso de investigación los aspectos de diseño del ambiente virtual de aprendizaje, el AVA obtenido y los hallazgos encontrados entre la relación AVA nivel de comprensión, los cuales fueron organizados con base en los tres momentos de trabajo experimental: pre-test, intervención, post-test.

En relación con la comprensión, los hallazgos del pre-test señalan que cuatro de cada cinco estudiantes presentan un nivel de comprensión literal. Esto nos permite afirmar

que el 80% de los estudiantes, que ingresaron al curso de Fundamentos de Tecnología I, han egresado de las instituciones de educación media con pobres habilidades de lectura y comprensión del discurso. Ello podría ser una de las explicaciones de los bajos resultados en pruebas como el ICFES (Saber 11) y en pruebas de ingreso a las universidades. El 20% restante presenta un nivel ingenuo

interpretativo, lo que significa una diferencia no tan significativa.

En la Tabla 2, se muestra el ejemplo del tipo de argumentación dada, por un estudiante, frente a un interrogante que le exige justificar la selección de una respuesta.

Tabla 2. Resultados del sujeto 801

| Estudiante | Observación | Hora Inicial | Hora final | Nivel procesa. | Nivel textual |
|------------|---|--------------|------------|----------------|---------------|
| 801 | Porque esta, no solo es ejercida por sí sola, sino que también ejerce una fuerza por parte del hombre. | 00:24:22 | 00:26:36 | Ingenuo | L |
| 801 | Puesto que esta ayuda un poco a liberar fuerza en el hombre, lo cual se diría que es una fuerza que se ejerce por ambos cuerpos, tanto el de la máquina como el del hombre. | 00:26:36 | 00:29:19 | Ingenuo | L |
| 801 | Como lo dice, esta tiene un punto de apoyo el cual ejerce la máquina como la persona que ejerce la fuerza, sin importar su peso. | 00:29:19 | 00:30:57 | Novato | L |
| 801 | Pienso que esta es la correcta, puesto que la máquina ejerce cierta fuerza y de paso le ayuda al hombre a liberar también carga. | 00:31:11 | 00:36:10 | Aprendiz | L |
| 801 | Pensaría que es esta, puesto que el hombre y la máquina ejercen un peso, lo cual significa que el hombre ejercería una mayor resistencia. | 00:36:10 | 00:40:29 | Ingenuo | L |
| 801 | Porque como su nombre lo indica, mecánica sería como del movimiento que ejercen ambas partes. | 00:40:29 | 00:42:14 | Ingenuo | L |

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos creada para la captura de la información suministrada por el estudiante

En la Tabla 2, se observa la argumentación dada por el estudiante 801 (código asignado al azar), del porqué ha realizado las respectivas elecciones. Estas expresiones se analizaron mediante la estrategia análisis de contenido para determinar el nivel de comprensión según Blythe (1999) y Stone (1999).

El análisis de contenido permitió identificar que además de ser literales los estudiantes, se encontraban en el nivel ingenuo de comprensión, es decir, expresan de forma idéntica lo que está escrito en el AVA, sin ir más allá de la explicación que allí se presenta, ni profundizar en las razones de sus elecciones, o a veces expresa algo que no coincide con lo dicho en el AVA, siendo una opinión errada. Esto señala que el estudiante no opera sobre los niveles semánticos de la información y que, escasamente, los parafrasea, siendo su nivel de comprensión ingenuo. Lo anterior puede explicar los bajos resultados que

presentan en pruebas de matemática, física, o aquellas que exigen un mayor nivel de procesamiento, las respuestas denominadas sosas o vacías que a veces presentan.

En términos generales, se encuentra que la población seleccionada presentó en el pretest un nivel ingenuo literal de comprensión.

Durante la intervención, caracterizada por tres momentos (aprendizaje de la estrategia palabra clave, aprendizaje máquinas simples, aprendizaje poleas simples), seis pruebas (dos de verificación, dos de evaluación del aprendizaje de cada tema), se pudo notar desde un análisis cualitativo, los avances progresivos de cada estudiante en relación con el pre-test y en comparación con el grupo y el grupo control (el grupo control operó con otras estrategias nemotécnicas).

El aprendizaje logrado en el uso de la estrategia palabra clave, mostró una diferencia en la consecución de dicho avance; al ser necesario seleccionar y codificar la palabra más importante del tema para ser recordada posteriormente, el estudiante debía operar en los niveles semántico y sintáctico del discurso, con lo que además movilizaba recursos para seleccionar, decodificar y codificar la palabra elegida otorgándole un sentido que quizá la misma palabra no tenía inicialmente.

Los niveles de comprensión pasaron de ingenuo literal a ingenuo interpretativo para el 40% de los estudiantes. La asignación de un nuevo valor semántico a la palabra clave, llevaba al estudiantado a explicitar las relaciones entre el concepto y las acciones manifiestas por este; a veces las palabras no tienen relación alguna con el concepto. Por ejemplo, la Tabla 3 muestra los resultados para tres sujetos; obsérvese al sujeto 804, la palabra no representa en nada al concepto polea simple. El sujeto ha extraído las características esenciales del mismo y las ha convertido en la clave de memorización.

Tabla 3. Comparación de tres resultados en la generación de palabra clave durante el aprendizaje del tema poleas simples

| Usuario | Palabra clave | Imagen asociada a la palabra clave | Hora inicio | Hora fin |
|---------|---------------|---|-------------|----------|
| 803 | Fuerza | Ayuda a invertir la dirección de la fuerza de las carga | 17:50:48 | 17:53:09 |
| 804 | Jd | Grande | 19:11:25 | 19:11:38 |
| 805 | Fuerza | Permite que uno haga menos esfuerzo al aplicar una fuerza | 19:39:53 | 19:44:13 |

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos creada para la captura de la información suministrada por el estudiante

Finalmente, el post-test mostró que la utilización de la estrategia nemotécnica palabra clave, fue favorable, pues el 80% de los estudiantes lo hizo bien al momento de desarrollar actividades de codificación; sin embargo este resultado no es coincidente con las actividades de recuperación donde tan solo el 50% obtuvo buenos resultados. Lo anterior permite inferir que la creación de la palabra clave es de suma importancia para que el proceso de recuperación de la información sea exitoso.

En relación con el nivel de comprensión, aquellos estudiantes que emplearon la estrategia con buenos resultados, tanto en la codificación como en la recuperación, pasaron de un nivel ingenuo literal a un nivel novato interpretativo. Lo que advierte un cambio cualitativamente significativo, ya que los estudiantes pasaron a repetir la información adquirida sin comprender el sentido del discurso que les permita relacionarlo con su experiencia y saberes previos adquiridos, para deducir y realizar inferencias sin realizar interpretaciones del concepto en otras áreas del conocimiento y mucho menos sus aplicaciones. Los restantes 50% pasaron de un nivel ingenuo literal a un nivel novato literal, mostrando también un cambio en el nivel de comprensión.

CONCLUSIONES

Se puede afirmar que el 80% de los estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional que tienen matriculado el curso de Fundamentos de Tecnología I, alcanzaron un nivel de comprensión novato interpretativo cuando emplearon la estrategia nemotécnica palabra clave en el estudio de las temáticas *máquinas simples y poleas simples* dispuestas en un AVA. Ello señala que:

1. La estrategia nemotécnica palabra clave genera una ventaja importante en los procesos de codificación y recuperación de la información durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje, promoviendo un cambio en el nivel de comprensión de los aprendices (de un nivel inferior a uno superior). Ello sucede porque la selección y decodificación de la información y posterior codificación de esta, en una palabra que debe ser recordada posteriormente, obliga al estudiante a operar en los niveles semántico y sintáctico del discurso, movilizándolo recursos cognitivos e información de memoria de largo plazo que le permiten asignar un nuevo sentido a la

palabra que no necesariamente debe coincidir con las características de la información. Esto genera una ventaja en la construcción de conocimiento frente aquellos que emplean otras estrategias nemotécnicas como LOCI, codificación por imágenes o perchero.

2. Los diseñadores pedagógicos e instruccionales de los AVA deben considerar, no solo la interfaz gráfica de usuario, el contenido y la evaluación como aspectos centrales del diseño, sino además deben considerar la incorporación de estrategias nemotécnicas que faciliten el procesamiento de la información y por tanto su almacenamiento y recuerdo en memoria de largo plazo.
3. Es necesario convalidar estos resultados con estudios en sentido estricto que permitan verificar si esta estrategia es igualmente poderosa con estudiantes que presentan niveles de comprensión superior, por ejemplo, novato interpretativo.

BIBLIOGRAFÍA

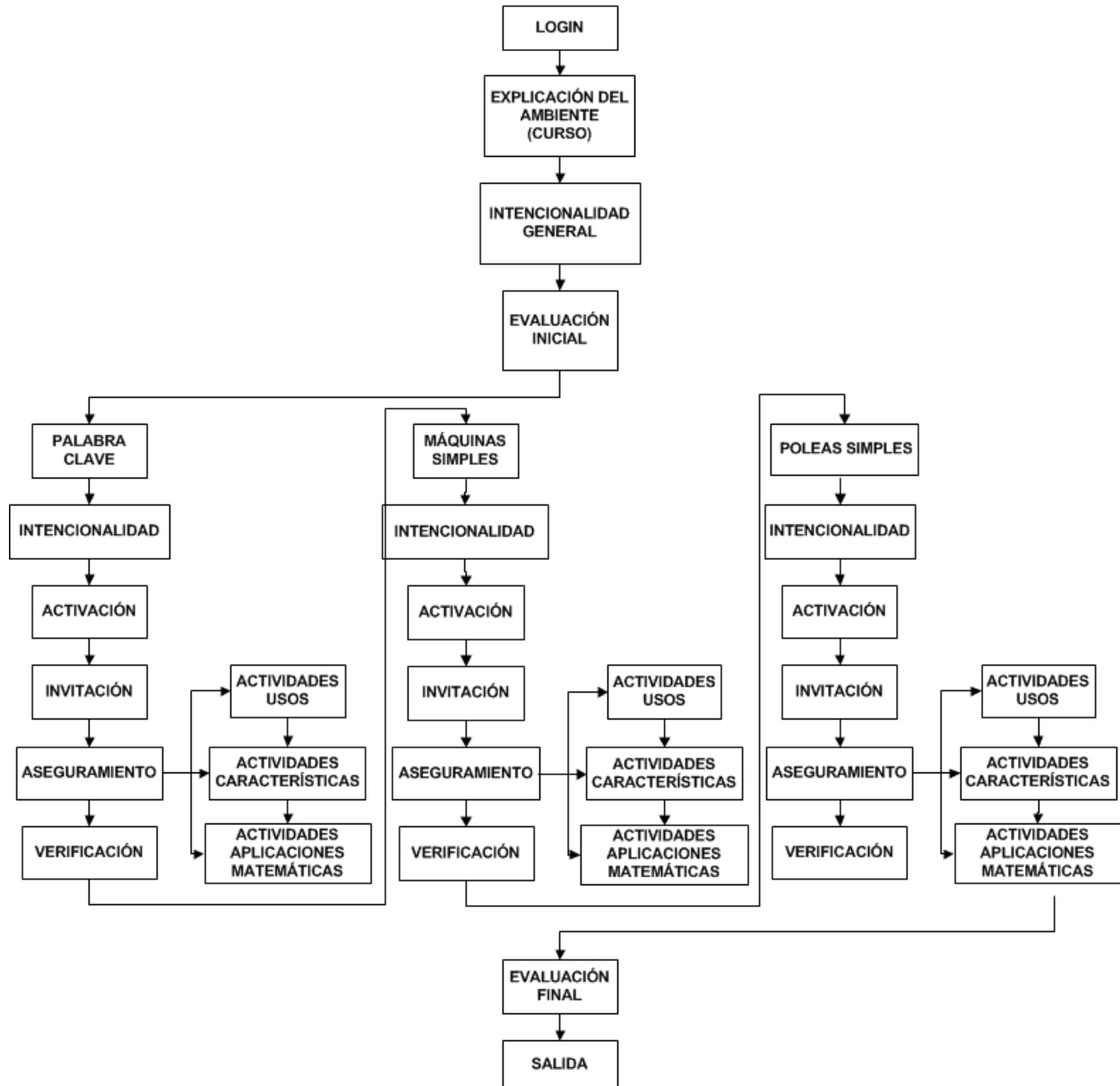
- Atkinson, R. C. (1975). Mnemotechnics in second-language learning. *American Psychologist*, 821-822.
- Atkinson, R. C., y Raugh, M. R. (1975). An application of the mnemonic keyword method to the acquisition of a Russian vocabulary. *Journal of Experimental*, 126-133.
- Baddeley, A., D., y Hitch, G. (1974). Working memory in G. H. Bower (Ed.) *the psychology and motivation. Advances in research and theory*, 47-89.
- Baker, W. E. (1985). *Advertising generated brand evaluation: a memory based information processing perspective (Master's thesis)*. Florida, Estados Unidos: University of Florida.
- Blythe, T. (1999). *Enseñanza para la comprensión. Guía para docentes*. Buenos Aires: Paídos.
- Bruner, J. (1972). *Hacia una teoría de la instrucción*. Cuba: Ediciones Revolucionarias.
- Bruner, J. (1983). *El habla del niño*. Barcelona: Paidós.
- Bruning, R., Schraw, G., Bruning, R., y Roninng, R. (2005). *Psicología cognitiva y de la instrucción*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Burón, O. J. (2005). *Psicología cognitiva y de la institución*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Campbell, D. T., y Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research on teaching. En Gage (Ed.) Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Chomsky, W. (1957). *The Eternal Language*. Filadelfia: The Jewish Publication Society of America.
- Coomey, M., y Stephenson, J. (2001). *Online learning: it is all about dialogue, involment, support and control-according to researb. En Stephenson (Ed.). Teaching and larning online: pedagogies for new technologies*. London: Kogan Page.
- Díaz Camacho, J. E., y Ramírez Velázquez, T. (12 de Diciembre de 2002). *Modelo de Diseño Instruccional*. Obtenido de <http://www.uv.mx/jdiaz/DisenoInstrucc/ModeloDisenoInstruccional2.htm>
- Gadner, H. (2000). *La educación de la mente y el conocimiento de las disciplinas*. Barcelona: Paídos.
- Guitert, M., y Area, M. (2005). *Introducción al e-learning. La educación en la sociedad de la información*. Barcelona: Universidad Oberta de Cataluña.
- Jones, S. G. (2003). *Iformación, internet y comunidad: apuntes para una comprensión de la comunidad en la era de la información. En Jones, S., G. Cibersociedad 2.0. Una nueva visita a la comunidad*

y la comunicación mediada por ordenador. (pp. 1-23). Barcelona : UOC.

- Joyanes, L. (1997). *Cibersociedad los retos sociales ante un nuevo mundo digital*. Madrid: McGraw-Hill.
- Joyce, B., y Weil, M. (2006). *Modelos de enseñanza*. Barcelona: Gedisa.
- Levin, J. R. (1983). Pictorial strategies for school learning: Practical illustration. In Pressly y Levin (Eds.), cognitive strategy research. *Educational Applications*, 63-87.
- Levin, J. R., y Pressley, M. (1983). Understanding mnemonic imagery effects: A dozen "obvious" outcomes. En M.L.Fleming y D.W.Hutton (eds) *Mental Imagery and Learning*. *Educational Technology*, 33-52.
- Levin, J. R., Johnson, D. D., Pittelman, S. D., Levin, K. M., Shriberg, L. K., Toms-Bronowski, S., y Hayes, B. L. (1984). A comparison of semantic- and mnemonic - based vocabulary learning strategies. *Reading Psychologic*, 1-15.
- Lévy, P. (2007). *Cibercultura. La cultura en la sociedad digital*. Barcelona: Anthropos.
- Mastropieri, M. A., y Scruggs, T. E. (1991). *Teaching students ways to remember. Strategies for learning mnemonically*. Cambridge University (Inglaterra): Brookline Books.
- Merchán Basabe, C. A., y Salazar Blanco, C. P. (2004). Elementos favorables para el diseño de Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA). *Cuestiones. Universidad Autónoma de Bucaramanga*, 45-49.
- Merchán, B. C. (2009). *Condiciones pedagógicas para el diseño de actividades de aprendizaje en ambientes virtuales de aprendizaje*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two. *Psychological Review*, 81-97.
- Newell, A., y Simon, H. A. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood, NJ: Prentice Hall.
- Perkins, D., y Blythe, T. (1994). Putting Understanding upfront. *Educational Leadership*, 4-7.
- Pozo, J. I. (2006). El procesamiento de la información como programa de investigación. En J. I. Pozo, *Teorías cognitivas de aprendizaje*. (pág. 45). Madrid: Morata.
- Shannon, C., y Weaver, W. (1948). *Teoría matemática de la comunicación*. Madrid: Forja.
- Sotne, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica*. Buenos Aires: Paidós.
- Unigarro, M. (2001). *Educación virtual: encuentro formativo en el ciberespacio*. Bucaramanga: UNAB.
- Von Bertalanffy, L. (1968). *General Systems Theory*. New York: George Brasilier.
- Wiener, N. (1972). *Cybernetics: or control and communication in the animal and the machine*. Pittsburgh, PA: Englewood cliffs.

Anexo 1. Mapa de navegabilidad del aplicativo

MAPA DE NAVEGACIÓN



Anexo 2. Ruta de aprendizaje

Este anexo corresponde a la ruta de aprendizaje construida a partir del protocolo verbal realizado, el cual permitió modelar los procesos cognitivos y metacognitivos realizados por el estudiante en el proceso de aprendizaje de una temática específica.

