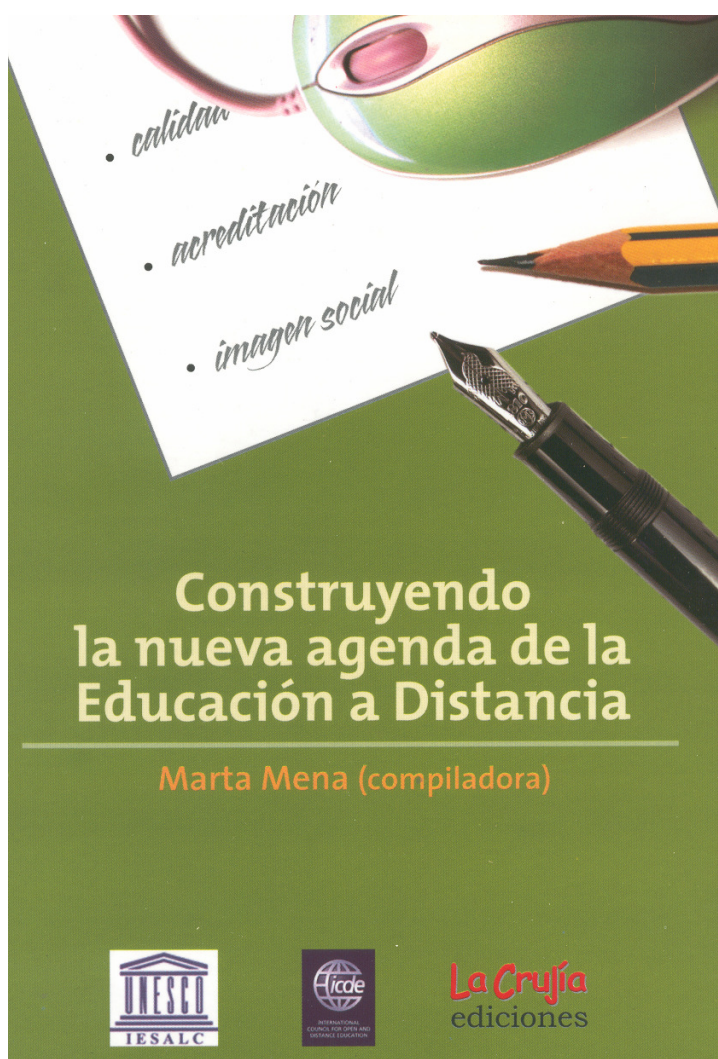


Construyendo la nueva agenda de las Educación a Distancia

Por
Marta Mena (Compiladora)



**Ediciones La Crujía.
Ediciones Stella.**

Buenos Aires.

**Primera edición:
2007.**

**Este material
es de uso
exclusivamente
didáctico.**

Índice

Presentación.....	13
MARTA MENA	

Capítulo 1

PRESENTACIÓN DE LA AGENDA.....	19
La agenda actual de la educación a distancia.....	21
MARTA MENA	

Capítulo 2

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR A DISTANCIA.....	53
Acerca del movimiento para la mejora de la calidad de la educación superior a distancia. Estado actual en América Latina y el Caribe.....	55
MÓNICA GEORGINA LUQUE	
Reflexiones claves y acciones sobre calidad en educación superior a distancia en Latinoamérica.....	97
LUIS MIGUEL ROMERO FERNANDEZ MARÍA JOSÉ RUBIO GÓMEZ	
Algunas consideraciones sobre la calidad en instituciones de educación a distancia.....	127
MARIA YEE SEURET	
ANTONIO MIRANDA JUSTINIANI	

Capítulo 3

LOS PROCESOS DE ACREDITACIÓN EN LA EDUCACIÓN VIRTUAL.....	147
La evaluación y acreditación de la educación virtual: consideraciones pedagógicas desde una perspectiva internacional.....	149
ÁNGEL H. FACUNDO DÍAZ	
Estudio comparativo: la reglamentación para la acreditación y regulación de la educación superior virtual en América Latina. Normas y criterios para la acreditación y regulación de la educación superior virtual transfronteriza.....	171
JUAN ANTONIO GARCÍA ROCHA	

Capítulo 4

TENSIÓN GLOBALIZACIÓN-CONTEXTUALIZACIÓN.....	221
La educación virtual en los posgrados: una nueva relación entre el escenario global y los ámbitos nacionales.....	223
CLAUDIO RAMA	

Capítulo 5

IMAGEN SOCIAL DE LA EDUCACIÓN A DISTANCIA.....	237
Las representaciones sociales como objeto de estudio: nuevas perspectivas en las investigaciones en torno de programas de educación a distancia. La tensión entre lo global y lo local.....	239
ALICIA GARRO	
ADRIANA MURRIELLO LILIANA PASCUAL	
Imagen social de la educación a distancia.....	251
JAIME RICARDO VALENZUELA GONZÁLEZ	

Capítulo 6

RECONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN A DISTANCIA.....	281
Nueva universidad ante la sociedad del conocimiento.....	283

MIGUEL CASAS ARMENGOL	
Nueva técnica teórica: la educación a distancia como una innovación.....	309
JUAN MELÉNDEZ ANADEL CASTRO	
JOSÉ SANCHEZ LUGO	
ANTONIO VANTAGGIATO	
CARMEN BETANCOURT MARQUEZ	
El marco europeo: un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje en la universidad.....	329
FRANCISCO JAVIER TEJEDOR ANA GARCÍA-VALCARCEL	

Capítulo 7

NUEVO MODELO PEDAGÓGICO.....	355
Modelo integral de educación a distancia.....	357
ANA MARÍ BAÑUELOS MÁRQUEZ	
ALFREDO DÍAZ MATA	
GUSTAVO GONZÁLEZ BONILLA	
RINA MARÍA MARTÍNEZ ROMERO ALBERTO MORENO BONETT	
Representación del conocimiento en ambientes digitales de aprendizaje.....	379
LUIS FACUNDO MALDONADO GRANADOS	
Curriculum vitae de autores.....	401

7

NUEVO MODELO PEDAGÓGICO

Modelo integral de educación a distancia

Ana María Bañuelos Márquez*

Alfredo Díaz Mata♦

Gustavo González Bonilla▲

Rina María Martínez Romero*

Alberto Moreno Bonett*

Todos los autores forman parte de la Comisión de Lineamientos de Educación a Distancia del Consejo Asesor de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Resumen

En este documento se presenta un modelo integral de educación a distancia producto del análisis y experiencia de los autores, como grupo multidisciplinario de trabajo académico. El modelo tiene como particularidad la unificación de un diseño educativo enmarcado en un currículo, apoyado en diversas tecnologías y en un sistema de gestión y administración institucional. Se conceptualiza la educación a distancia como aquella modalidad que incluye programas desarrollados en ambientes educativos que implican la separación espacial-temporal de profesores y alumnos, donde se desenvuelven y articulan los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de materiales didácticos y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para propiciar interacciones sincrónicas y asincrónicas.

Se describen los elementos de un diseño educativo (alumnos, docentes, material didáctico y evaluación del aprendizaje); los componentes de un entorno de aprendizaje a distancia (herramientas de autor, repositorio de objetos y plataformas de aprendizaje), y se explican los sistemas de gestión de dos universidades que, por su aplicación, alcance y dimensiones, son buenos ejemplos a seguir. Una es la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con su sistema de administración escolar.

Se concluye que en los sistemas de educación superior a distancia es necesario el desarrollo de diversas estrategias y mecanismos de flexibilidad en su estructura curricular y administrativa,

* Maestra en Psicología Educativa. Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F. Tel. 5622-8712. E-mail: anam_banuelos@cuaed.unam.mx.

♦ Doctor en Ciencias de la Administración. Facultad de Contaduría y Administración, UNAM. Circuito Exterior s/n, Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F. Tel. 5622-8457. E-mail: adiaz@servidor.unam.mx.

▲ Médico Cirujano. Dirección General de Administración Escolar, UNAM. Circuito de la Investigación Científica s/n, Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F. Tel. 5616-2398. E-mail: gbonilla@galois.dgae.unam.mx.

* Doctora en Psicología. Secretaría de Desarrollo Institucional, UNAM. Torre de Rectoría 8° piso, Ciudad Universitaria, 04510 México, D. F. Tel. 5622-11.81. E-mail: rinam@servidor.unam.mx.

* Maestro en Ingeniería. Facultad de Ingeniería, UNAM. Tacuba 5, Col. Centro, 06000 México, D. F. Tel. 5512-8955. E-mail: bonett@servidor.unam.mx.

con el fin de satisfacer las necesidades de formación profesional y para el desarrollo científico, tecnológico y humano del país.

Abstract

This paper is an introduction to an integral model of distance education which is the result of its authors' extensive analysis and experience and their integration into a multidisciplinary academic work group. The model has as particular characteristic the unification of an education design within a school curriculum supported by several technologies and a managerial and institutional administration system. Distance Education is defined as an education modality including programs that are developed in educational environments implying the separation in time and distance among students and teachers; and where the elements of the teaching-learning process are articulated through the use of teaching materials and information technologies and communications (ITC) to encourage synchronic and asynchronous interactions.

It also includes a description of the elements of an educational design: students, teachers, teaching materials and learning assessment. The components of a distance education environment are also explained, such as the author's tools, object repository and learning platforms, as well as the explanation of the managerial systems in two universities which are good examples to be followed due to their application, scope and dimensions. One of these examples is the National Autonomous University of Mexico (UNAM) with its school administration system.

The conclusion drawn is that for the higher distance education systems it is necessary to develop several strategies and flexibility mechanisms regarding the curriculum and administration structures in order to meet the needs of professional training as well as the country's scientific, technological and humanistic development.

Introducción

En las sociedades de la información y del conocimiento (SIC), a diferencia de la sociedad industrial, "se considera que son el conocimiento y la tecnología, y ya no la mera producción industrial, los elementos de mayor impacto para el desarrollo económico y social de las comunidades" (Ginés Mora, 2004, p. 21). Más particularmente, podemos decir que tanto la velocidad con que se produce el conocimiento, como con la que se vuelve obsoleto, será una de las gradas características que definen a estas nuevas sociedades (Casas y Dettmer, en prensa).

Así pues, un modo de entender esta nueva forma de organización en las SIC, es a partir del conocimiento que "se ha convertido en objeto de inmensos desafíos económicos, políticos y culturales" (UNESCO, 2005, p. 5). En la actualidad, el conocimiento está remplazando en forma significativa a los recursos naturales y al dinero como principales fuentes de distribución del poder en la sociedad.

De esta forma, la capacidad creativa para la generación del nuevo conocimiento, el talento innovador y el talento para determinar relevancia en la solución de problemas prioritarios (Casas y Dettmer, en prensa) constituyen ejes fundamentales en la cultura del conocimiento.

Para adquirir tales capacidades cabe destacar el papel que asume entonces el sistema de educación superior, en particular para la construcción de conocimiento a través de la investigación (Nonaka e Hirotaka, 1999).

Podemos decir que la educación (básica, media superior, superior y continua) representa, entonces, una forma casi segura de entrada y permanencia a las SIC, pues mediante ella se forman personas críticas, creativas y capaces de comprender y de organizar la complejidad del conocimiento, para construirlo, transformarlo y transferirlo haciendo uso de un sentido ético y social del mismo (Díaz, 2002).

Para lograr este objetivo, es indispensable que los alumnos accedan a una educación de alto nivel académico en la que perfeccionen y desarrollen conocimientos y capacidades para aprender a lo largo de toda su vida personal y profesional. La emergencia y el revolucionario desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han incidido en la

educación creando nuevas formas de enseñar y aprender, adjudicando nuevos roles y relaciones -activos y participativos- al alumno y al docente. Tal es el caso de la educación a distancia.

Premisas como estimular la innovación, favorecer el desempeño profesional y, de forma primordial, contribuir a la formación integral del individuo, son funciones que dan sentido actualmente a la educación y que deben estar presentes en cualquier sistema educativo a distancia.

Es en este marco de las SIC que damos a conocer un modelo integral de educación a distancia, cuya singularidad radica en la conjunción del diseño educativo contextualizado a determinado currículo, con el soporte de las tecnologías de la información y la comunicación y el apoyo de un sistema de gestión institucional que sirva de marco referencial de los grandes componentes que se deben tener en cuenta al momento de incorporar la modalidad a distancia en los sistemas educativos, acordes a una nueva agenda de la educación a distancia a la luz del nuevo milenio.

A continuación, se plantea la conceptualización de la educación a distancia, los elementos de diseño educativo, las tecnologías de la información y la comunicación, para finalizar con la gestión y administración de la educación a distancia.

1. Conceptualización de la educación a distancia

La educación a distancia (ED) "es una metodología, una modalidad, un sistema o un subsistema educativo, según el criterio clasificatorio o concepción que de ella se tenga" (García Aretio, 1999. p. 44). Al igual que cualquier programa educativo, requiere de su fundamentación así como de la sistematización de sus principios, normas y modos de operación.

Los agentes que participan en la ED son variados y cada vez más complejos, pues son diversos los elementos mundiales a los que ella responde y que en gran medida la orientan. Entre esos agentes podemos destacar la existencia de sociedades cada vez más informatizadas; el aumento considerable en el acceso y participación de mayor número de personas de todas las edades en la formación superior y en la educación continua; el incremento en el uso de las tecnologías, particularmente la informática y la telemática; y una tendencia cada vez más acentuada hacia la innovación educativa en general.

Es así que la ED, en su evolución, contempla continuos y vertiginosos cambios en las sociedades civiles, científicas, tecnológicas y humanísticas del mundo actual, a las que da respuesta.

Podemos conceptualizar entonces, a la educación a distancia como aquella modalidad que incluye programas desarrollados en ambientes educativos que implican la separación espacial-temporal de profesores y alumnos, donde se desenvuelven y articulan los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el uso de materiales didácticos y tecnologías de la información y la comunicación para propiciar interacciones sincrónicas y asincrónicas.

En este sentido, los programas a distancia incluyen, entre otras, actividades estructuradas, planeadas e impartidas mediante videoconferencias, audioconferencias, teleconferencias, actividades en línea, semipresenciales o una combinación de diversos medios y formas de enseñanza.

En esta nueva cultura del aprendizaje a distancia, caracterizada por el uso de la información, la producción y transferencia del conocimiento y en particular por el aprendizaje continuo, se requiere la integración y la puesta en marcha de diversos recursos didácticos.

De esta forma, podemos destacar cómo algunas de las principales cualidades de la ED, además de ampliar la oferta educativa y el volumen de acceso a la formación universitaria, democratiza la formación superior y la educación continua para que un mayor número de personas tenga acceso al conocimiento.

Entre los componentes de un sistema de ED -que en la realidad educativa están presentes e interactúan de forma permanente- podemos enfatizar (García Aretio, 1999; González Boticario, Gaudioso Vázquez y Hernández del Olmo, 2000):

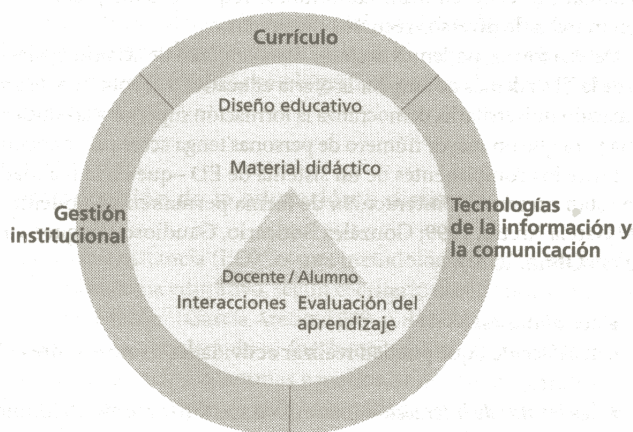
- los *alumnos*;
- los *docentes*, que pueden realizar actividades como asesores y/o como tutores;

- las *formas de interacción* (comunicación entre alumno/alumno, alumno/docente, docente/docente);
- las *formas de evaluación* (del aprendizaje del alumno, de la actividad del docente, de la efectividad del programa);
- las *formas de organización institucional* (académica, administrativa, tecnológica); y
- los *materiales o recursos didácticos y/o tecnológicos* que apoyan la enseñanza y el aprendizaje (impresos, audiovisuales y digitales).

El modelo integral de ED y la conceptualización que hacemos de ella en este capítulo se sustentan principalmente en la promoción del aprendizaje autónomo y autorregulado en los alumnos (ver figura 1).

Podemos decir, entonces, que los modelos actuales de ED giran en torno del fomento de una nueva cultura del aprendizaje, en la cual los papeles de los agentes del proceso educativo asumen actitudes y desarrollan habilidades transformadoras. En este sentido, el alumno se convierte en el promotor de su propia actividad cognitiva a partir de objetivos educativos, con la guía y el apoyo de asesores y tutores así como con la ayuda de diversos materiales y recursos didácticos (Carré, Moisan y Poisson, 1997; Schellens y Valcke, 2000; Sarramona López, 1999).

Figura 1. **Modelo integral de educación a distancia**



2. El diseño educativo en la educación a distancia

El diseño educativo es un procedimiento que permite decidir sobre los métodos de enseñanza que se deben instrumentar para alcanzar determinados objetivos educativos, así como sobre los resultados de aprendizaje esperados. Es el medio que da cuenta del arreglo de situaciones de enseñanza-aprendizaje para lograr que el alumno construya su propio conocimiento de manera significativa. Dicho diseño cobra particular importancia en la ED toda vez que debe incorporar las particularidades del ambiente de aprendizaje del alumno y de la tecnología de uso. Además, debe promover una interacción adecuada entre el alumno y el docente, y considerar las actividades planeadas para el desarrollo del programa a distancia (sesiones presenciales, en línea, audio- conferencias, videoconferencia, televisión educativa, etcétera).

El rasgo diferencial de la ED es el de la comunicación mediada entre docentes y alumnos (García Aretio, 2001). Las interacciones entre éstos obedecen a la manera en que el docente indica o sugiere la forma de abordar un contenido, y no deben limitarse a la asesoría individual o al estudio independiente sino fomentar el trabajo grupal.

Mortera (2002) identifica distintos tipos de interacciones. Los alumnos interactúan con sus pares, contenido, docente y tecnología, mientras que los segundos lo hacen con el alumno, contenido, tecnología y, además, con otros docentes, con personal de apoyo (técnicos) y con la institución.

El diseño educativo en una modalidad a distancia debe considerar el desarrollo de diversas actividades que contribuyan a la adquisición de conocimiento y a "cubrir la distancia", como plantea Moore y Thompson (citado en Mortera, 2002). Existen actividades que conectan al alumno con los conocimientos previos; otras, organizan conocimientos o actividades que permiten, a partir de la reflexión, aplicar lo aprendido, etcétera. Se sugiere diseñar actividades de aprendizaje y/o evaluaciones variadas, interrelacionadas, no disgregadas, de manera secuencial, por grado de dificultad y de autoevaluación, ya sean individuales, grupales, sincrónicas o asincrónicas, así como la creación de comunidades de aprendizaje.

Como hemos señalado, si bien el alumno cobra particular importancia en la ED, consideramos que el docente que elabora contenidos y/o materiales didácticos es el otro protagonista de esta modalidad. Él es el especialista que realiza un trabajo arduo previo al inicio del programa educativo, durante éste a través de la asesoría académica y finalizado el programa, en un ejercicio de evaluación y mejora continua. Por esta razón lo situamos al mismo nivel del alumno.

Otra característica relevante del alumno es que para alcanzar los objetivos del programa educativo, necesita considerar los conocimientos y habilidades propias de la ED así como los del manejo de recursos tecnológicos, por lo que se deberán tener en cuenta la formación previa y/o los requisitos de ingreso.

El espacio académico donde el docente lleva a cabo sus funciones es a través de la asesoría y/o la tutoría. Éstas no están planeadas para que el profesor presente un contenido de manera unidireccional o como acción transmisora de información que lleve a una relación de dependencia. La acción principal es ofrecerle al estudiante una orientación sistemática para la adquisición del conocimiento.

Al igual que los alumnos, la planta docente que participe en un programa educativo a distancia deberá contar con los conocimientos y habilidades que exige la modalidad (pedagógicos y tecnológicos), por lo que se deberá prever la formación académica al respecto.

En cuanto a los materiales didácticos, éstos son medios de información y en ellos se soportan los diferentes tipos de contenidos de los programas educativos a distancia. Su propósito es que el alumno construya determinados conocimientos. A través del material didáctico se establece la interacción entre los contenidos, el docente y el alumno.

Es importante indicar claramente los materiales didácticos (documentos, videos, audios, etc.) que se utilizarán para realizar las actividades de aprendizaje y/o de evaluación, así como los medios de comunicación (correo electrónico, foros de discusión, *chat*, etc.) en que se apoyarán éstas.

Aunque son diversos los materiales que se utilizan en la ED, cabe destacar la *guía del alumno* como un material esencial. En ella se integra la metodología de trabajo, la descripción de otros materiales disponibles, la manera en que establecerá contacto con el docente y sus compañeros, el calendario y tipo de actividades que se le solicitarán, los criterios de acreditación y evaluación, los medios de información y comunicación presentes en el programa, y la manera en que se manejará, si es el caso, dentro de la plataforma tecnológica.

Si aceptamos que el aprendizaje es un proceso dinámico donde quien aprende modifica sus esquemas cognoscitivos, el objeto de la evaluación es la valoración de este proceso y sus resultados, permitiendo comprobar el logro de los objetivos.

Acorde a la ED, hoy se habla de evaluación alternativa, cuyo énfasis está en documentar el crecimiento del individuo en un período determinado, destacar las potencialidades de los alumnos y tomar en cuenta los estilos de aprendizaje, capacidades lingüísticas, experiencias culturales y educativas, y los niveles de estudio.

Entre las técnicas de evaluación alternativa para desempeños, se sugieren la solución de problemas, el método de caso, los proyectos, los mapas conceptuales, los debates, los ensayos y los portafolios; dichas técnicas pueden valorar conocimientos, habilidades o actitudes (López Frías e Hinojosa Kleen, 2001).

Por otro lado, el uso de las TIC permite ampliar las estrategias de evaluación utilizables en una modalidad a distancia. Sin embargo, la decisión final de la evaluación y la acreditación se deberán hacer considerando los objetivos educacionales y los medios disponibles.

3. Las tecnologías de la información y la comunicación en la educación a distancia

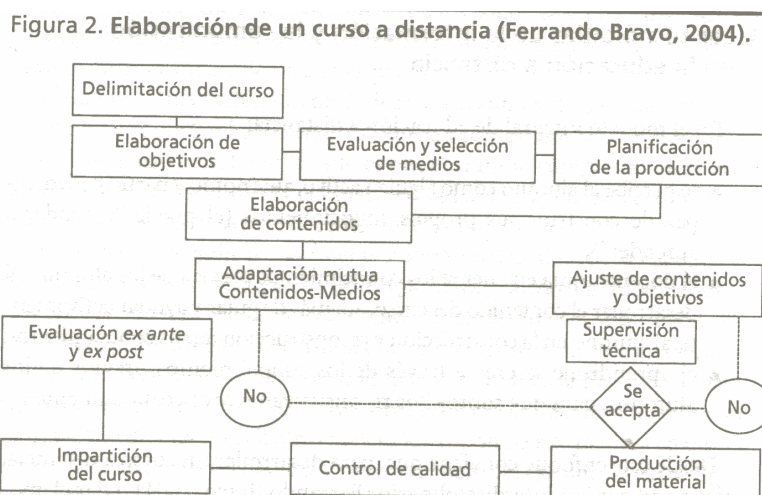
En el modelo integral de educación a distancia:

- se percibe al alumno como alguien activo, autónomo y participativo, capaz de construir sus propios conocimientos (él puede "aprender a aprender");
- el docente toma en cuenta los conocimientos previos de los alumnos al desarrollar el contenido del curso, además de guiar y ayudar activamente al alumno en la construcción y reconstrucción de sus conocimientos;
- el aprendizaje se crea a través de los conocimientos previos de los alumnos, para que sobre ellos reconstruyan nuevos conocimientos.

Desde este enfoque conviene que, para desarrollar un curso a distancia, se forme un equipo interdisciplinario (Ferrando Bravo, 2004) o dar el apoyo correspondiente al docente con el fin de:

- cubrir los aspectos especializados propios del curso (docentes);
- revisar que las estrategias didácticas de los docentes sean funcionales y garanticen la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje a distancia (andragogos y psicopedagogos);
- elaborar un ambiente funcional y visualmente agradable para el alumno en cuanto a texto, colores, imágenes, sonido y videos (diseñadores gráficos);
- trasladar el curso diseñado al espacio cibernético (uso de software especializado y de plataformas) y solucionar las dificultades con las que se enfrentan los alumnos al detectar problemas en la red (ingenieros en computación y en comunicaciones).

El trabajo del equipo interdisciplinario es totalmente interactivo durante todo el desarrollo de un curso a distancia, siguiendo el proceso que en forma abreviada se ilustra en la figura 2. En este proceso se fomenta la creatividad de los integrantes del equipo interdisciplinario, para lo cual se aplican diversas técnicas (*percept sight, mind mapping*).



El modelo de ED también considera que, para los demandantes, la capacitación para ese tipo de aprendizaje no se limita a la actualización de habilidades técnicas y profesionales específicas sino que incluye además competencias más amplias. Por ejemplo, la capacidad de analizar y resolver problemas, sobre todo para encontrar alternativas frente a las situaciones que ellos plantean; la capacidad de trabajar en equipo; la aptitud de aprender y de adaptarse. Lo anterior permite que se cumplan las características de los cursos a distancia y de sus potencialidades para el aprendizaje señaladas por Coll (2005), que se muestran en el cuadro 1.

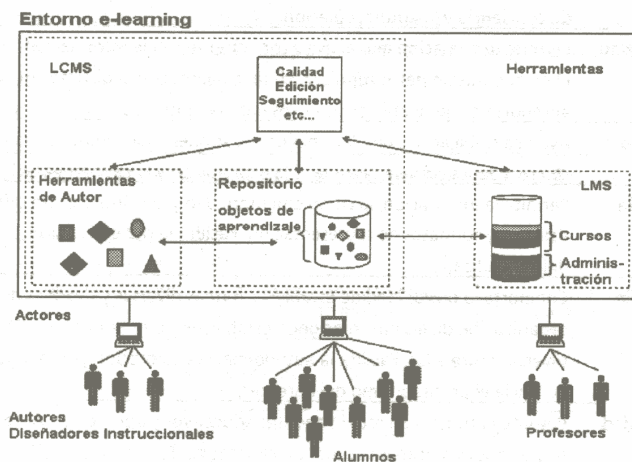
Cuadro 1. Características de los entornos simbólicos basados en las TIC y sus potencialidades para el aprendizaje

Formalismo	Implica previsión y planificación de las acciones. Favorece la toma de conciencia y la autorregulación.
Interactividad	Permite una relación más activa y contingente con la información. Potencia el protagonismo del aprendiz. Facilita la adaptación a distintos ritmos de aprendizaje. Tiene efectos positivos para la motivación y la autoestima.
Dinamismo	Ayuda a trabajar con simulaciones de situaciones reales. Permite interactuar con realidades virtuales. Favorece la exploración y la experimentación.
Multimedia	Permite la integración, la complementariedad y el tránsito entre diferentes sistemas y formatos de representación. Facilita la generalización del aprendizaje.
Hipermedia	Comporta la posibilidad de establecer formas diversas y flexibles de organización de las informaciones, estableciendo relaciones múltiples y diversas entre ellas. Facilita la autonomía, la exploración y la indagación. Potencia el protagonismo del aprendiz.
Conectividad	Permite el trabajo en red de agentes educativos y aprendices. Abre nuevas posibilidades al trabajo grupal y colaborativo. Facilita la diversificación en cantidad y calidad, de las ayudas que los agentes educativos ofrecen a los aprendices.

Cada vez es más frecuente que la ED haga uso de herramientas virtuales para apoyar el aprendizaje, lo que ha permitido un amplio desarrollo del aprendizaje virtual o *e-learning* que se soporta, en gran medida, en entornos en línea o a través de Internet.

Diversos sistemas para la adaptación mutua entre contenidos y medios están formados por módulos diferentes que, al integrarse, dan como resultado lo que se conoce como plataformas de aprendizaje o LMS (*Learning Management System*). Son sistemas complejos que controlan e integran los contenidos del curso, el diseño gráfico y la comunicación con el profesor. Si, además, se incluyen tareas administrativas -como la matriculación de alumnos, cobros, resultados en evaluaciones, certificados y otros aspectos se generan los llamados sistemas administradores de contenidos o LCMS (*Learning Content Management System*) según se ilustra en la figura 3.

Figura 3. Componentes de un entorno e-learning



Fuente: López Guzmán y García Peñalvo, 2005.

Las herramientas de autor son aplicaciones de software que sirven para la construcción o elaboración de contenidos y pueden estar ya incluidas dentro del LCMS o pueden operar como aplicaciones independientes.

Los repositorios son unidades de almacenamiento que concentran los recursos educativos de forma ordenada, para facilitar su localización y reutilización.

La interoperabilidad de los sistemas es un factor clave para la modalidad a distancia, particularmente en línea, ya que se busca la posibilidad de intercambiar información entre sistemas con diferentes funcionalidades y objetivos. Al respecto, se pueden citar los modelos SCORM e IMS. El primero es un conjunto de estándares y especificaciones que definen cómo empaquetar los contenidos (para ser importados y exportados entre plataformas) y describe las reglas que un LMS debe seguir a fin de presentar un aprendizaje específico. La versión más reciente se conoce como SCORM 2004 (ADL, 2004).

El modelo IMS (2004) propone el uso de un lenguaje común basado en XML para la identificación homogénea de recursos entre los sistemas de aprendizaje. Detalla cómo cubrir las necesidades de interoperabilidad entre sistemas de diferente naturaleza.

EduTools (2005) ha estudiado 78 productos LMS. De ellos, 49 tienen la capacidad de soportar algún estándar educativo, lo que muestra una tendencia clara hacia la inclusión de los estándares como parte básica de las funcionalidades de los LMS.

Existen LMS de fuente abierta y distribución libre que son gratuitos, modificables y, en general, no tan robustos como los comerciales; suelen estar mal documentados. A estos sistemas se los identifica como LMS-FLOSS (Free/Libre/Open Source Software). Bazaar, Drupal, OLAT, Claroline, Moodles e Ilias son algunos de los más utilizados.

Los LMS-FLOSS pueden ser el inicio, desde luego perfectible, para quienes emprenden el camino de la educación a distancia, aunque la tendencia de las instituciones de educación superior (IES) es la de desarrollar sus propias plataformas. Ese camino ha seguido la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Con el uso cada vez más intenso de las nuevas tecnologías educativas y la necesidad de seguir elevando la calidad del aprendizaje en línea, se han establecido diversos organismos e instituciones en el ámbito internacional-sobre todo en Estados Unidos y Europa- para definir, organizar y desarrollar estándares sobre educación a distancia. Ferrando Bravo (2005) enumera algunos de ellos:

- Alliance of Remote Instructional Authoring and Distribution Networks for Europe (ARIADNE), <http://ariadne.unil.ch>.
- European Committee for Standardization (CEN) <http://www.cenorm.be/>.
- IMS. Global Learning Consortium, Inc. <http://www.imsproject.org/learningdesig/index.cf/mn>.
- Promoting Multimedia Access to Education and Training in European Society (PROMETEUS). <http://www.prometeus.org>.
- Michigan Virtual University (2004). Standards for Quality Online Courses. <http://standards.mivu.org/standards/id>.
- European Foundation for Quality in eLearning (EFQUEL). www.qualityfoundation.org.

Cabe citar el modelo europeo de excelencia (European Foundation of Quality Management), más conocido por sus siglas EFQM. Se trata de un modelo no normativo cuyo concepto fundamental es la autoevaluación basada en un análisis detallado del funcionamiento del sistema de gestión de la organización usando como guía los criterios del modelo. Ha generado el Proyecto ALFA II 0180 A "Matriz de autoevaluación EFQM para centros de educación continua" (2003) que tampoco es normativo y no incluye la educación a distancia.

En Latinoamérica se está trabajando en el proyecto BID (Banco Interamericano de Desarrollo) denominado "Centro virtual para el desarrollo de estándares de calidad para la educación superior a distancia en América Latina y el Caribe" auspiciado por la Asociación

Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD)¹ y el Consorcio Red de Educación a Distancia (CREAD)². Para este proyecto colaboran varias instituciones internacionales y universidades de América y Europa. Del 17 al 20 de octubre de 2005 se mostraron los avances del proyecto en el "I Congreso CREAD-ANDES" y el "I Encuentro iberoamericano virtual Educa" celebrados en la ciudad de Loja, Ecuador.

Sin embargo, no se ha tomado en cuenta que cada país tiene sus propias características y que las normas deben ser legitimadas por sus propias comunidades. No es lo mismo desarrollar cursos a distancia para el sector rural que para el sector urbano; diseñar cursos propios de la educación superior o desarrollarlos en el ámbito de la educación continua. Dentro de éstos, a la vez, son muy diferentes los destinados para ingenieros de aquellos que actualizarán a trabajadores sociales. Todas estas diferencias -de por sí enormes en cada país- se acentúan de país a país. Las normas se deberían desarrollar en cada nación y después convenir las equivalencias con otras naciones dando así origen a normas internacionales que habrían contemplado las peculiaridades de cada país. Por ello, la UNAM ha desarrollado sus propios criterios para la evaluación de programas educativos a distancia poniendo atención, desde luego, en lo que acontece en el ámbito internacional.

4. La gestión y la administración en la educación a distancia

Las formas en que se administran los cursos o las actividades académicas, así como el uso de diversos métodos de gestión, constituyen otro elemento importante en el modelo integral de educación a distancia.

La premisa de cualquier modelo de gestión y administración que se le brinde a alumnos y docentes en la ED es facilitar todos los procesos necesarios que requieran, mediante mecanismos sencillos y accesibles. Para ello, cobra vital importancia el poner a disposición de estos usuarios un sistema que ofrezca cobertura para todas las necesidades que surjan.

Existe gran cantidad de sistemas desarrollados en cada una de las instituciones, que por lo general dan respuesta al tipo de educación que se va a impartir. Para contextualizar este tema, describiremos sintéticamente tres tipos de sistemas que, por su aplicación, alcances y dimensiones experimentados en dos universidades, son buenos ejemplos a seguir.

El primero de ellos, es el denominado "Módulo Sistema de Información Universitaria (SIU)-Guaraní" (Bollo, 2003), de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Su objetivo general es "asegurar el desarrollo de la gestión académica de las universidades y sus unidades, mediante un sistema que registre todas las actividades académicas de la universidad como apoyo de las acciones operativas y de toma de decisiones, para producir datos académicos con diverso destino".

Este sistema resulta particularmente interesante ya que presta el servicio a los usuarios a través de distintas interfases y permite homogeneizar los procedimientos en cada una de ellas. Cuenta con 12 subsistemas para llevar a cabo la gestión de carreras y planes de estudio, planificación, matrícula, cursado, aulas, exámenes, equivalencias, egresados, estadísticas generales, información general, interfase SIU-Pampa-Guaraní, interfase Web y puestos de Autogestión. Se ha implementado en 80 facultades pertenecientes a 23 universidades nacionales. Otros dos sistemas dignos de ser considerados son los utilizados en la UNAM: el "Sistema incorporado" y el de "Administración escolar".

El sistema incorporado (SI) está conformado por instituciones educativas privadas autorizadas por el Consejo Universitario para impartir los planes y programas de estudios de la

¹ AIESAD (<http://www.uned.es/aiesad/>) es una entidad sin ánimo de lucro cuya creación deriva de la resolución adoptada por los participantes en el "I Simposio iberoamericano de rectores de universidades abiertas. Reunidos en Madrid del 5 al 10 de octubre de 1980, para impulsar la educación superior a distancia en beneficio de los pueblos de Iberoamérica, consideraron conveniente crear un mecanismo permanente de información, coordinación y cooperación: la AIESAD.

² CREAD (<http://www.cread.org/>): organización sin fines de lucro fundada en 1990. Su misión es fomentar el desarrollo de la educación a distancia en las Américas, a través de la cooperación interinstitucional. Hoy la integran más de 125 instituciones, en su gran mayoría de educación superior, del norte, centro y sur del continente. También cuenta con un gran número de asociados individuales.

UNAM. En la actualidad, en el SI se imparten estudios de bachillerato y licenciatura en las modalidades escolarizado y abierto, a 24 entidades federativas, en 339 instituciones con 371 sedes. La gestión y administración se realiza por medio de un sistema de cómputo denominado UNAMSI (Hernández y Suárez, 2003).

Se fundamenta en un sistema de cómputo central que brinda acceso a la información contenida en su base de datos a todas las instituciones incorporadas. Las operaciones y resultados que se procesan en la dependencia central y los documentos oficiales emitidos - resultado del proceso de enseñanza-aprendizaje-, pueden ser consultados por las instituciones, alumnos y padres de familia.

El modelo que opera en el SI de la UNAM tiene tres subsistemas: UNAMSI -Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (UNAMSI-DGIRE), UNAMSI-II y UNAMSI-WEB.

El UNAMSI-DGIRE contiene la información de las instituciones incorporadas a la UNAM (planes de estudio, profesores, grupos y alumnos).

El subsistema UNAMSI-II está diseñado con el propósito de que se pueda operar desde las instituciones incorporadas. En él se incluyen diferentes módulos para el registro de profesores, grupos y alumnos. Estos últimos, para registrarse a exámenes extraordinarios y para la captura de sus calificaciones en las actas de exámenes ordinarios y extraordinarios.

El UNAMSI-WEB tiene como objetivo principal establecer la comunicación entre la UNAM y su sistema incorporado.

El último sistema que abordaremos corresponde al de "Administración escolar". A manera de ejemplo, veamos cómo opera en la UNAM. En este sistema confluyen los estudios del bachillerato, licenciatura y posgrado que se imparten en las escuelas y facultades de la Universidad. Administra 73 carreras profesionales, con 137 planes de estudio vigentes, 81 maestrías, 48 doctorados y 156 programas de especialidad (UAP-UNAM, 2006).

El sistema con el que se administran y gestionan todas las actividades necesarias derivadas de lo enunciado, se ha denominado de tipo *distribuido* (Silva, 2003). Lo integran varios componentes, a saber:

- Información: concentra los datos de todos los otros sistemas; en él se desarrollan los procesos requeridos para poner a disposición de los usuarios la información integral.
- Cómputo: tiene como objetivo ofrecer el soporte para cada uno de ellos; por lo tanto, atiende las necesidades de cada uno. Por ejemplo, el de planes de estudio administra la información de cada uno de los planes con sus programas, su fundamentación, objetivos, requisitos de ingreso, duración de los estudios, organización del plan y requisitos de egreso; además, cada uno de los programas brinda una descripción breve de las asignaturas o módulos, según corresponda.
- Registro y control escolar: registra las calificaciones y permite el seguimiento de la trayectoria escolar de los alumnos. Adicionalmente, registra otros movimientos escolares como ingreso, reingreso y exámenes; regula la permanencia y autoriza el egreso. Es importante destacar que su operatividad está enmarcada en los ordenamientos jurídicos correspondientes. Asimismo, genera dos aspectos de suma importancia: las actas electrónicas para ser calificadas a distancia y las estadísticas que solicite el docente con base en la información recopilada de las entidades académicas.
- Planes de estudio: además de lo mencionado, brinda información ligada a los otros sistemas, indispensable para el ingreso, la permanencia y el egreso. Facilita su acceso a través de la red, con el objeto de poder ser evaluados, modificados o, en su defecto, como referencia para la estructuración de nuevos planes.
- Primer ingreso: ofrece la posibilidad de que los aspirantes resuelvan su ingreso mediante un esquema ágil y sencillo, ya que la premisa es aportarles lo necesario para evitar impedimentos al propósito de ingresar a los programas de estudios. Prevé desde el llenado de solicitudes y el pago por diversos conceptos derivados del primer ingreso, hasta la emisión de una credencial, entre otros servicios.
- Egreso: permite efectuar la certificación de los estudios y la obtención de diplomas o grados, de acuerdo con la trayectoria del alumno en un programa. Como los otros sistemas,

éste interactúa con los demás, pero también el alumno puede acceder a él para ver el progreso de su trámite desde la presentación de su último examen, hasta los diferentes pasos para la obtención de su diploma o grado.

- Seguridad: tiene como objetivo ser un garante de la calidad e integridad de la información, los servicios y la documentación, por lo que considera los riesgos que pueden surgir, desarrolla medidas de protección y diversas alternativas de recuperación.

La información que viaja a través de la red dispone de un programa de resguardos que no sólo realiza una copia de los datos escolares en medios magnéticos como respaldo, sino también de toda la operación de la red, lo que permite ubicar un ataque o falla producida por una operación mal intencionada.

Como surge de la revisión de estos modelos de gestión y administración escolar, es posible utilizarlos como puntos de referencia para el diseño *ad hoc* de un modelo integral de ED. Es por todos conocido que existen más variedades en torno de este tema., pero son pocas las descripciones disponibles al respecto.

En razón de lo expuesto, es factible deducir que los desarrollos hechos para los sistemas de educación presencial tienen comunes denominadores que son susceptibles de ser extrapolados y aplicados en la modalidad a distancia. No obstante, ella requiere un incremento de los alcances de los sistemas, un alto grado de flexibilidad, confiabilidad, seguridad, accesibilidad y facilidad de uso.

5. Conclusiones

A partir de todo lo expuesto, resulta evidente que los cambios actuales en la sociedad demandan ajustes y mejoras en el contexto educativo mundial. Las instituciones educativas deben adquirir su legitimidad social a través de la clara vinculación de la producción de conocimiento -en particular mediante de la investigación- con los principios y necesidades que la misma sociedad les demanda (Martins, 2003; Barnett, 2001).

La comunicación se constituye, entonces, en uno de los grandes pilares de esta sociedad del, conocimiento y del aprendizaje permanente. Así, las estrategias de trabajo colectivo y colaborativo, y el aprendizaje en redes académicas y científicas, permiten el desarrollo de nuevas capacidades, como la negociación de significados, la construcción compartida del conocimiento y el ejercicio de la tolerancia (López Zavala, 1999; Didriksson, 1998).

Podemos destacar (Scott, 1996, citado en Ginés Mora, 2004) una acelerada innovación científica y tecnológica y una mayor rapidez de los flujos de información como dos de las grandes cualidades exigidas al contexto universitario a distancia.

Para que estas cualidades sean reales, es necesario que los sistemas de educación superior a distancia desarrollen diversas estrategias y mecanismos de flexibilidad en su estructura curricular y administrativa. Esto con el fin de satisfacer las necesidades (individuales y colectivas) para la formación profesional y para el desarrollo científico, tecnológico y humano que requiere un país. Todas estas innovaciones institucionales deben ser pertinentes, estar contextualizadas y articuladas en los sistemas educativos de cada nación (Martins, 2003; Bleiklie, 2005), para

- a. elaborar un adecuado diseño educativo;
- b. formar integralmente al estudiante;
- c. asegurar la asesoría y la tutoría del alumno;
- d. facilitar el trabajo docente y la elaboración propia de materiales didácticos pertinentes;
- e. garantizar la calidad del programa educativo; f. facilitar el trabajo multi e interdisciplinario;
- g. fortalecer la eficiencia de los sistemas de gestión y administración; e
- h. incorporar las tecnologías de la información y la comunicación como apoyos fundamentales en la enseñanza y el aprendizaje.

Bibliografía

- ADL, 2004, *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004*, 2a ed. (resumen), <http://www.adlnet.org/index.cfm?fuseaction=DownFile&libid=648&bc=false>.
- BARNETT, R. 2001. *Los límites de la competencia. El conocimiento, la educación superior y la sociedad*, Barcelona, Gedisa.
- BLEIKLIE, I. 2005. "Organizing higher education in a knowledge society", en *Higher Education*, N° 49, pp. 31-59.
- BOLLO, D. 2003. "Un proyecto nacional exitoso", memoria del 8° *Encuentro Internacional de Sistemas para la Administración Escolar*, pp.1-13.
- CARRÉ, Ph.; A. MOISAN y D. POISSON. 1997. *L'autoformation*, París, PUF. Citado en J. Sarramona López. 1999. "La autoformación en una sociedad cognitiva", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 2, N° 1, pp. 41-59.
- CASAS, R. y J. DENMER (en prensa). "Sociedad del conocimiento, capital intelectual y organizaciones innovadoras. Módulo 1, tema 1, en *Sociedad de conocimiento*, FLACSO, McGraw-Hill.
- COLL, C. 2005. "Psicología de la educación y prácticas educativas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación: una mirada constructivista", *Sinéctica* N° 25, Separata, México (agosto 2004-enero 2005), pp. 1-24.
- DÍAZ, M. 2002. *La flexibilidad en la educación superior*, Bogotá, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES).
- DIDRIKSSON, A. 1998. "La universidad en la transferencia de conocimiento hacia la sociedad", en A. Mungaray y G. Valenti (coords.). *Políticas públicas y educación superior*, México, ANUIES.
- EDUTOOLS. 2005. "Compare Management Systems. Compare AII Products by AII Features" en <http://www.edutools.info/course/compareall.jsp>.
- FERRANDO BRAVO, G. y A. MORENO BONEN. 2004. "Present State of Online Continuing Education for Engineers in Mexico and Latin America", *9th World Conference on Continuing Engineering Education, Conference Proceedings*, Japón, 496-500.
- FERRANDO BRAVO, G. y A. MORENO BONEN. 2005. "Educación Continua a Distancia: modelos, entornos, desarrollo y especificaciones", *I Congreso CREAD Andes en el XV aniversario del CREAD -I Encuentro iberoamericano virtual Educa sobre acreditación en educación superior*, Ecuador.
- GARCIA ARETIO, L. 1999. "Fundamento y componentes de la educación a distancia", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 2, N° 2, pp. 43-61.
- GARCIA ARETIO, L. 2001. *La educación a distancia*, España, Ariel Educación.
- GINÉS MORA, J. 2004. "La necesidad del cambio educativo para la sociedad del conocimiento", *Revista Iberoamericana de Educación*, N° 35, pp. 13-37.
- GONZALEZ BOTICARIO, J.; E. GAUDIOSO VAZQUEZ y F. HERNANDEZ DEL OLMO. 2000. "Una organización de los recursos de internet para la enseñanza a distancia", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 3, N° 1, pp. 51-73.
- HERNÁNDEZ, G. M. y M. O. SUAREZ. 2003. "Sistema para la Administración Escolar del Sistema Incorporado ala UNAM", memoria del 8° *Encuentro Internacional de Sistemas para la Administración Escolar*, México, pp. 1-29.
- IMS Global Learning Consortium, Inc. 2004. *Specifications Download*, <http://www.imsglobal.org/specifications.cfm>.
- LOPEZ FRIAS. B. y E. HINOJOSA KLEEN. 2001. *Evaluación del aprendizaje*, México, Trillas.
- LOPEZ GUZMAN, C. y F. I. GARDA PEÑALVO. 2005. "Estándares y especificaciones para los entornos e-learning: convergencia en contenidos y sistemas", *Encuentro Internacional de Educación Superior*, México, UNAM-Virtual Educa 2005 (20 al 24 de junio).
- LOPEZ LAVALA, R. 1999. "Valores en la educación universitaria ante la sociedad del conocimiento: ética y competitividad", *Revista electrónica del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos*, Universidad Autónoma de Sinaloa, vol. I, N° 0, agosto, <http://www.uasnet.mx/cise/rev/Cero>.

- MARTINS, J. 2003. "Higher education in Latin America", *Higher Education in Europe*, vol. XXVIII, N° 1, abril.
- MORTERA, F. 2002. *Educación a distancia y diseño instruccional*, México, Taller Abierto.
- NONAKA, I. y T. HIROTAKA. 1999. *La organización creadora de conocimiento*, México, Oxford.
- SARRAMONA LOPEZ, J. 1999. "La autoformación en una sociedad cognitiva", *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 2, N° 1, pp. 41-59.
- SCHELLENS, T. y M. VALCKE. 2000. "Re-engineering conventional university education: Implications for students learning styles", *Distance Education*, vol. 21, N° 2, pp. 361-383.
- SILVA, G. L. 2003. "El sistema de administración escolar en la UNAM", memoria del 8° *Encuentro internacional de sistemas para la administración escolar*, México, pp. 1-15.
- UAP-UNAM. 2006. *Documento interno de trabajo*, información proporcionada por la Unidad de Administración del Posgrado de la DGAE. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México.
- UNESCO. 2005. *Hacia las sociedades del conocimiento*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Francia.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA. 2003. *Matriz de autoevaluación EFQM para centros de educación continua. Proyecto ALFA II 0180 A*, Universidad Politécnica de Valencia, Centro Formación Posgrado, España (noviembre).

Representación del conocimiento en ambientes digitales de aprendizaje

Luis Facundo Maldonado Granados*

Resumen

La representación de conocimiento está naturalmente involucrada en las actividades de educación, y su importancia es aún mayor cuando se trata de educación a distancia y de *e-learning*. Entiendo la representación como la asociación de símbolos a modelos mentales de entidades, fenómenos y procesos que encontramos en nuestro entorno o de aquellos que imaginamos. Como resultado, construimos modelos conceptuales que compartimos con una comunidad.

Se estudian cinco dimensiones de la representación: referencia, ontología, granularidad, precisión y formato. Los estudiantes, la mayoría de las veces, desarrollan construcción de conocimiento comparando modelos conceptuales. Esta aproximación provee un marco teórico para entender el papel de los ambientes multimediales y de *e-learning*.

Abstract

Knowledge representation is naturally involved in education activities and its relevance increases when dealing with distant education and e-learning. I understand it as the association on symbols to mental models of those entities, phenomena and processes which we found in our environment or those we could imagine. As a result we construct conceptual models to be shared in a community.

Five dimensions of the representation are discussed: reference, ontology, granularity, precision and format. Students develop knowledge construction most of the time comparing conceptual models. This approach provides a framework to understand the role of multimedia and e-learning environment.

1. Representación, enseñanza y aprendizaje

La representación de conocimiento forma parte integral de casi todos los ambientes de aprendizaje, con excepción de algunos entornos diseñados para el descubrimiento. Sin embargo, cuando se trata de ambientes artificiales, aun estos últimos involucran en su estructura alguna forma de aquélla.

La actividad de comunicar conlleva forzosamente la de representar, al igual que la de enseñar, que constituye una forma especializada de comunicación. Los escenarios educativos que se apoyan en el conocimiento construido socialmente combinan representaciones hechas por muchas personas. El escritor del libro de texto, el autor de un artículo que se usa en clase y, por fuerza, el mismo educador desarrollan una actividad sistemática de representación. Un profesor hace representación de conocimiento en su discurso oral, los materiales que elabora, las carteleras, las gráficas o las simulaciones.

El aprendizaje se puede ver también a través de la representación, y eso es lo habitual. Cuando un estudiante elabora un resumen, escribe un ensayo, explica a otro o presenta un examen, hace representaciones.

Las evaluaciones son formas de contrastar representaciones del estudiante con otras representaciones que sirven de referencia.

En la educación basada en medios, la dinámica de la representación, por parte de los instructores y de los estudiantes, ocupa la mayor parte del esfuerzo educativo.

* Ph. D. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Coordinación Nacional de Investigación, Colombia. E-mail: luchoupn@hotmail.com.

2. Naturaleza de la representación

En esencia, la representación de conocimiento es la actividad por la cual asociamos símbolos a las imágenes mentales que tenemos de las entidades, fenómenos y procesos que hallamos en nuestro entorno, y a las que podemos imaginar.

La figura 1 muestra este concepto, presentado por Aristóteles. Según él, las palabras habladas son símbolos de la experiencia psíquica y las palabras escritas son símbolos de las palabras habladas. Los símbolos escritos y hablados pueden variar de un idioma a otro, pero las experiencias y los objetos son esencialmente los mismos para todos. Un objeto genera en nuestra mente una imagen, modelo mental o concepto que asociamos a un símbolo; el símbolo asociado, suscita el concepto que tenemos del objeto (triángulo inferior de la figura 2). Cuando tenemos la experiencia de representar la tortuga con un símbolo, esa experiencia genera en nuestra mente un modelo mental o concepto de representación, al cual le asociamos dos palabras "animal; tortuga"; ésta constituye una meta-representación o representación de una experiencia de representar.

Figura 1. La experiencia que genera la imagen mental puede tener diferentes niveles de integración

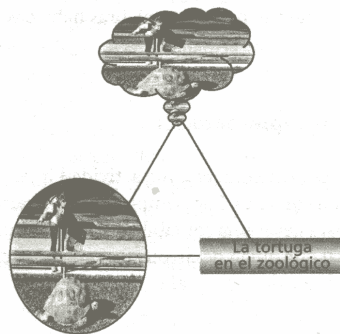
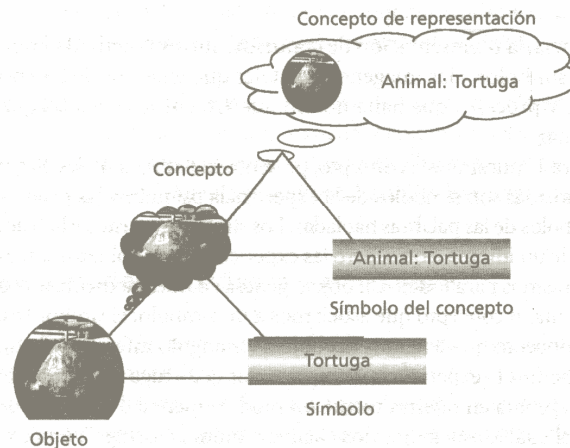


Figura 2. El triángulo de la significación y la representación



La expresión "La tortuga en el zoo", para la persona que vivió la experiencia, puede corresponder a un único triángulo de significación como el que muestra la figura 2. Pero para alguien que está leyendo, es posible que encadene dos triángulos de significación, uno para tortuga y otro para zoológico. Esta figura también pone de relieve dos formas de representación: es diferente si la comunicación se hace con palabras habladas o escritas, de si se usa una fotografía.

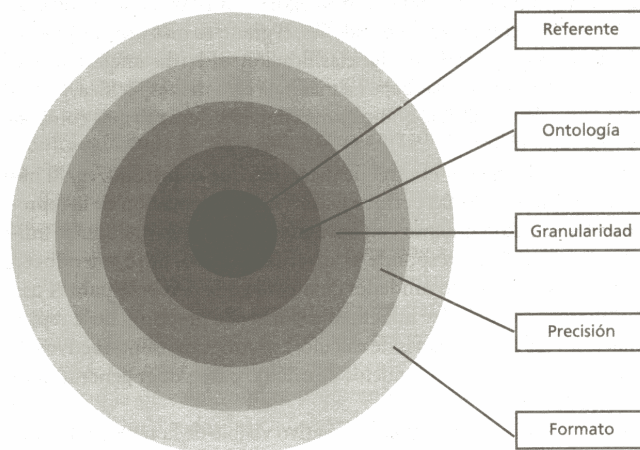
3. Dimensiones de la representación

La representación es normalmente una actividad intencional. Quien la hace actúa dentro de un contexto. Por ejemplo, quien desarrolla un programa de computación para llevar una

contabilidad persigue un objetivo en un contexto social, al igual que quien desarrolla un programa de computación para facilitar el aprendizaje de la geografía.

Las representaciones tienen dimensiones que forzosamente se asumen cuando se desarrollan. La figura 3 muestra un análisis de estas dimensiones.

Figura 3. Las dimensiones de la representación.



1. *Referente*. En el corazón de toda representación está el referente. Las representaciones se originan en la necesidad de dar a conocer el conocimiento que tenemos de algún conjunto de entidades que constituyen el referente de la representación. Ésta es la base para la formación de los modelos mentales y, en consecuencia, del significado. Se distinguen dos dimensiones: la denotación, o lo que la representación señala, y el contexto en el cual se ubica el referente.
2. *Ontología*. En el segundo nivel de profundidad está la ontología. Constituye el conjunto de categorías y relaciones que se utilizan para hacer la representación. Por ejemplo, podemos estar interesados en generar una clasificación. Las categorías de clase y subclase serían la base. Si se tiene interés en analizar la composición, se utilizarían las categorías de estructura y componentes. Las entidades se conocen a través de la ontología; sin embargo, muchas veces la ontología es tácita.
3. *Granularidad*. En una ontología, las categorías corresponden a variables a las cuales se les da valor. Si se parte de categorías muy generales y se hacen subdivisiones, el número de variables aumenta, con la consecuencia de que se puede presentar más información y representar entidades más particulares, o aspectos muy específicos de las entidades. Una representación basada en categorías muy generales es de grano grueso; si incluye más subdivisiones, el grano es más fino. La granularidad o especificidad en una clasificación es la distancia entre la categoría más alta y la más baja. La más baja es la más específica, la más alta es la más general. Si el grano es más fino el sistema es más complejo y más específico.
4. *Precisión*. Se define por el nivel de medición que se introduzca. El hecho de utilizar categorías permite clasificar la información de la representación. El razonamiento con base en categorías sin introducir unidades de medida corresponde al nivel cualitativo. Si se introducen magnitudes ordinales o unidades de medida que den base para el uso de números cardinales, se incrementa el nivel de precisión de la representación y las posibilidades de cálculo. Los programas interactivos de computador incorporan modelos de cálculo para poder generar interactividad.
5. *Formato*. Tiene que ver con el dispositivo visible de la representación. La proposición oral o escrita es un formato muy usual. Los diagramas, las animaciones y videos, las simulaciones, las fórmulas matemáticas, las fotografías o las maquetas constituyen formatos de representación. Es la capa más externa de la representación y se relaciona con nuestro sistema sensorial.

4. Las ontologías y la representación

La ontología aparece como estrategia para enfrentar el problema de la complejidad de la información que el ser vivo tiene que procesar. La memoria no almacena la información de cada experiencia de manera separada, sino como conjuntos de “patrones integrados”. Algo entra en contacto con nuestro sistema sensorial y percibimos un “balón”: o un "insecto". Es decir, cada experiencia particular genera una relación con estructuras generales. Los patrones de reconocimiento que se van formando en la memoria de largo plazo habilitan la posibilidad de que el ser vivo dé significado a las nuevas experiencias (Sowa, 1986).

Cuando una persona se encuentra frente al mundo e intenta conocerlo, elabora clasificaciones como forma de administrar su esfuerzo por conocer y de conservar sus resultados. El conjunto resultante de categorías es conocido como *Ontología*. Es el esquema que le permite organizar la información que recibe a través del flujo experiencial continuo a lo largo de su vida. La información organizada sobre el mundo es conocimiento físico, y el conocimiento sobre las categorías usadas es de orden metafísico. Cada experiencia nueva tiene significado con relación a lo construido en las anteriores. El mundo, entonces, se revela al cognoscente a través de la ontología en la medida que a cada entrada sensorial se le da significado vinculándola con categorías existentes en memoria de largo plazo.

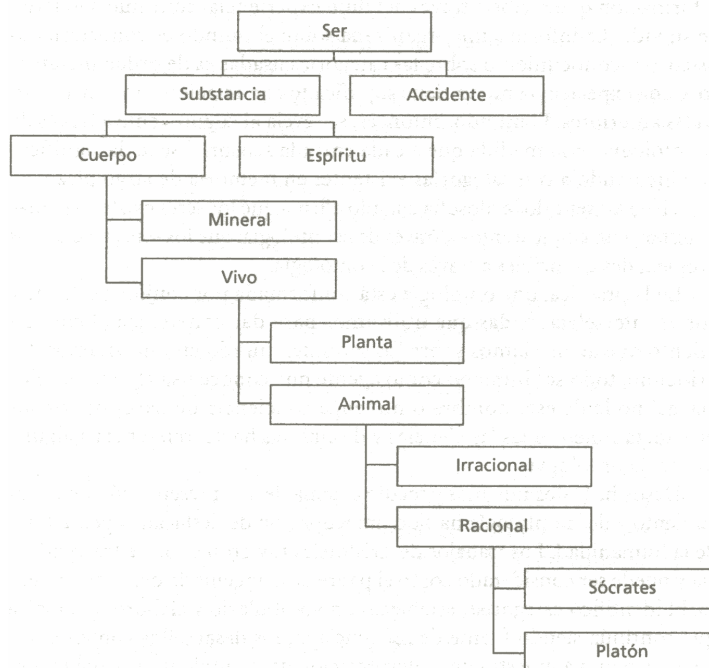
Tiene así sentido la filosofía cuando afirma que los seres existen -se manifiestan a un cognoscente- a través de la ontología; que los seres revelan sus propiedades conocibles a través de la ontología.

En la práctica, una ontología está conformada por conjuntos de categorías interrelacionadas que utilizamos para dar coherencia al conocimiento que acumulamos sobre los seres del mundo en que vivimos. En principio, todo ser humano como agente que conoce usa alguna ontología, así no le dé este nombre o no tenga conciencia de hacerlo; por supuesto, también todas las ciencias y disciplinas hacen referencia a alguna forma de ontología.

Desde hace dos milenios y medio el tema de la representación de conocimiento y de la ontología ha sido preocupación de destacados pensadores de la humanidad. Los trabajos de Aristóteles tuvieron enorme trascendencia y puede ser considerado como el padre de la ingeniería del conocimiento. Él identificó categorías, estableció un -vocabulario y elaboró una lógica que continúa siendo fuente de referencia en los desarrollos contemporáneos. La figura 4 muestra una interpretación de la ontología aristotélica hecha en el siglo III.

Ontología y forma de razonamiento van unidas para manejar información y activar la capacidad adaptativa haciendo inferencias. Naturalmente se construye un vocabulario y reglas sintácticas para manejar este vocabulario. Es decir que, con las ontologías, se desarrollan el lenguaje y la lógica. Lo interesante del sistema aristotélico es que junto al sistema de categorías surgen los silogismos. El sistema de categorías es una forma de lo que se denomina hoy como red semántica y los silogismos rigen el razonamiento a partir de la herencia de propiedades entre clases y subclases.

Figura 4. Ejemplo de la ontología: el árbol de Porfirio.



Pensadores famosos se comprometieron en ontologías universales (Aristóteles, Platón, Kant, Husserl, Whitehead, Heidegger y otros). Estas tendencias construyen categorías de granularidad gruesa y gran poder abarcador. Las artes y disciplinas científicas construyen categorías de grano más fino a las que se ha denominado ontologías regionales u objetos de conocimiento específicos.

Sowa (2000) hace una interesante síntesis de estas tendencias, orientada a valorar sus repercusiones en los desarrollos de los sistemas computacionales y la inteligencia artificial. No está dentro de los objetivos de este trabajo la revisión de estos desarrollos tan importantes; el interés aquí se centra en la representación como actividad inherente al ejercicio de la enseñanza, la educación y el aprendizaje y, más específicamente, en los escenarios que incorporan informática.

5. Ontología, lógica y aprendizaje

Al ejercicio de comunicar, al igual que al de enseñar, subyace el ejercicio de representar conocimiento; en paralelo, al proceso de comprender o aprender también subyace un proceso de representar. En esencia, el aprendizaje es un proceso de construcción de conocimiento en tanto es un proceso de representación. En la relación enseñanza-aprendizaje, el ejercicio de representar del enseñante y el ejercicio de representar del aprendiz se influyen mutuamente hasta que las dos representaciones se parecen lo suficiente como para considerarlas equivalentes. El parecido se establece cotejando categorías y métodos de razonamiento.

En los diálogos pedagógicos, ni la representación que hace quien enseña ni la que hace quien aprende son fijas. Esto hace que, en la mayoría de los casos, la similitud entre las dos representaciones sea difusa y aproximada. Facilita la comparación el uso de un tercer formato más estable, por ejemplo un texto, un programa de computador o un video.

En apariencia, un libro o un programa de computador constituyen representaciones terminadas, pero al considerarlas en la dinámica pedagógica, la construcción de conocimiento les imprime, con cada usuario, una dinámica diferente. El juego de esta dinámica está en el corazón mismo de la pedagogía.

En esta línea de análisis es importante señalar que la dinámica del aprendizaje se encuentra con las ontologías como categorías y con la lógica como sistema de organización de las categorías y de razonamiento formalmente válido.

Presentamos a continuación algunos sistemas de representación de conocimiento que se pueden combinar con categorías específicas, según el referente de la representación.

6.1 Clasificaciones jerárquicas homogéneas

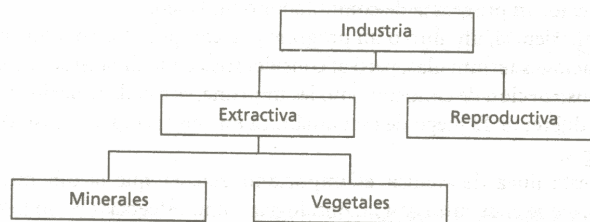
La siguiente expresión proposicional expresa una red semántica:

- La industria se divide en industria extractiva y reproductiva; en la extractiva encontramos industria de minerales y vegetales.

La proposición es un formato de representación de las categorías, las cuales se pueden expresar también de otras maneras. La lógica de predicados de primer orden es una de ellas. El siguiente conjunto de cláusulas expresan las relaciones entre las mismas categorías:

$es(X, Industria) : -es(X, Industria_extractiva).$
 $Es(X, Industria) : -es(X, Industria_reproductiva).$
 $es(X, Industria_extractiva) : -es(X, mineral), se_extrae(X).$
 $es(X, Industria_extractiva) : -es(X, vegetal), se_extrae(X).$

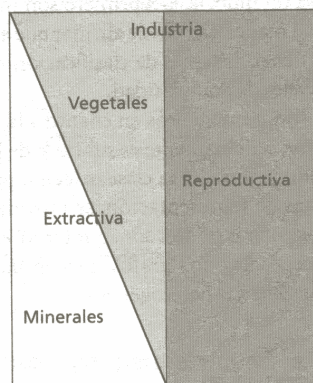
Figura 5. Ejemplo de red semántica. La clase de orden superior se divide en subclases.



Las cláusulas que incluyen variables (argumentos que inician con mayúscula) requieren que haya otra cláusula a la derecha que exprese una forma de asignación de valor a las variables, o condiciones que expresan las características de la clase general que está a la izquierda. Cumplir las condiciones requiere, entonces, un proceso de búsqueda. Por esta razón, es una forma orientada a la solución de un problema y corresponde a un programa ejecutable por un computador.

En relación con redes semánticas, el sistema de diagrama jerárquico es muy conocido. En este formato, se visualiza la división de la categoría superior en subcategorías. La figura 5 corresponde al ejemplo que estamos considerando. Si la red semántica está bien construida, la lógica de la teoría de conjuntos se puede aplicar de manera consistente (figura 6).

Figura 6. Diagrama de Venn para representar una red semántica



En las ilustraciones de formatos de representación, las categorías son las mismas y las relaciones entre estas categorías también. Es decir, usamos la misma ontología con formatos de representación diferentes. Entre las categorías se dan propiedades de sus relaciones que son consistentes. Las relaciones de herencia aseguran que las propiedades de la categoría superior sean asignadas a la categoría inferior con independencia del número de divisiones que medien entre las dos categorías. Las categorías del nivel más alto contienen más elementos pero menos propiedades que las de nivel superior; las de nivel inferior tienen más propiedades pero menos elementos. Un proceso de inferencia es aquel que asigna propiedades a una clase utilizando la relación entre clases superiores y subclases. Si una división está bien elaborada, la intersección entre las categorías resultantes -categorías del mismo nivel- de la división es un conjunto vacío. La unión de categorías del mismo nivel, si la división es completa, da como resultante la categoría de orden superior. Es decir, se puede aplicar la teoría de conjuntos como modelo lógico para razonar sobre la estructura de la red semántica y se pueden utilizar diagramas de Venn para su representación gráfica (figura 6).

Las clasificaciones en el conocimiento son fundamentales, pues muestran cuál es el nivel de diferenciación de la realidad que tiene un cognoscente en un momento dado. Si se comparan las categorías elaboradas por un geógrafo sobre un país y las que usa un niño, las del primero son más sistemáticas y con más subdivisiones. De tal manera, se puede afirmar que a medida que se avanza en conocimiento se tienen sistemas de clasificación más consistentes formalmente y con más niveles de granularidad.

Las clasificaciones son homogéneas en cuanto a la relación que une los nodos. Una clase inferior, sencillamente es subclase de la superior; ésta, por su parte, tiene la relación inversa, es la clase origen o progenitora de las inferiores. En otras formas de representación, se introducen diferentes relaciones entre los componentes o nodos; son, por tanto, estructuras heterogéneas. Los mapas conceptuales, los grafos conceptuales (figura 7) y los sistemas de marcos son sistemas heterogéneos.

6.2 Estructuras heterogéneas

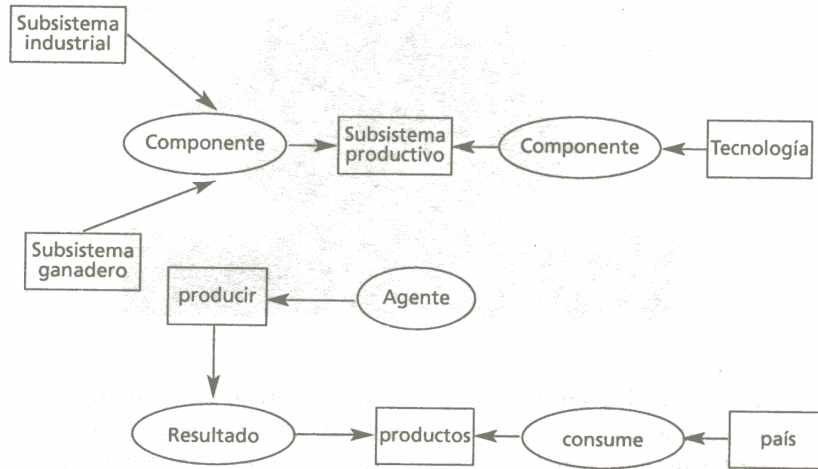
La expresión: "El sistema productivo, compuesto por el subsistema industrial y ganadero, incorpora tecnología para generar la producción que necesita el país" utiliza varias categorías y también varias relaciones entre ellas". Las proposiciones, la lógica de predicados de primer orden y algunos formatos gráficos tienen posibilidades para estas representaciones heterogéneas.

Los *grafos conceptuales* (Sowa, 1987; 2000) están compuestos de conceptos, representados por rectángulos; y relaciones, representadas por elipses (figura 7). Los conceptos pueden utilizar cuantificadores como en la lógica de predicados.

Los *mapas conceptuales* (Novack, 1982) son muy similares a los grafos conceptuales, sólo que no son formalizados. Simplemente, se toman los conceptos como nodos y se relacionan con otros conceptos mediante arcos. Cada arco corresponde a una relación.

En estos dos formatos de representación las categorías o conceptos forman un sistema significativo, al vincularse mediante el conjunto de relaciones.

Figura 7. Grafo conceptual para: "El sistema productivo, compuesto por el subsistema industrial y ganadero, incorpora tecnología para generar la producción que necesita el país".



6.3. Diferentes ontologías para el mismo referente

Una planta se puede representar como una clase de ser vivo dentro de una taxonomía jerárquica. Esta perspectiva la puede dar la botánica.

La misma planta se puede presentar como sistema que se diferencia de otros sistemas y se compone internamente de subsistemas interrelacionados (Luhmann, 1990; Von Bertalanffy *et al.*, 1978). En un sistema compuesto por raíces, tallo, flores y frutos, cada uno de estos elementos tiene una función frente a los otros y permitiría describirlos siguiendo una metodología de sistemas por su acoplamiento (Ashby, 1972; Lilienfeld, 1984).

Las dos ontologías se pueden diferenciar en cuanto utilizan categorías diferentes y relaciones diferentes entre las categorías. Si se introduce la variable tiempo y se estudia su comportamiento, podríamos utilizar ecuaciones diferenciales para representar sus procesos (Aracil, 1978).

También desde la estética son descritas las plantas; y para ello se utilizan categorías y relaciones. La forma, el color y la reacción emocional de las personas constituyen la base sobre la cual se construyen categorías.

Figura 8. Diferentes ontologías para el mismo referente.



En síntesis, la planta constituye, en esta

plantilla consideración,

un único referente que puede ser representado desde diferentes ontologías regionales.

Se puede, entonces, utilizar una misma ontología para representar un mismo referente y variar los formatos, o conservar el mismo referente y variar la ontología, conservando el mismo formato o variando el formato.

7. Representaciones múltiples: una ontología y variación de formato

Newell (1982) diferencia dos niveles en el proceso de representación: el nivel de conocimiento y el nivel simbólico. Esta distinción muestra una flexibilidad relativa del conocimiento en cuanto se puede representar de diferentes formas. Un mismo conocimiento se puede proyectar a través de múltiples formas simbólicas. Letras, números, bombillos, palabras escritas, sonidos e íconos son ejemplos de símbolos.

En la lógica seguida a lo largo de este documento, el aprendizaje involucra modelos mentales que activan patrones de acción. El modelo mental permite anticiparse en la imaginación a lo que va a suceder y el patrón de acción permite actuar en la forma apropiada ya tiempo. Se puede esperar que una representación corresponda a un modelo mental que la origina. La relación del modelo mental con los patrones de respuesta se identificaría en la medida que se exteriorizan representaciones y comportamientos.

La situación de un estudiante tratando de aprender una representación constituida por un material escrito es un ejercicio de formación de un modelo mental que corresponda al de quien hizo la representación textual. El formato de proposiciones prevalece tanto en la educación presencial como en la educación basada en computador. La expresión oral y la escrita forman parte de las clases presenciales mientras que la educación en los entornos de red se basa, en un porcentaje muy alto, en textos.

La pregunta educativa sobre el efecto de diferentes formatos de representación sobre la atención, la percepción y el procesamiento de información cobra fuerza con la introducción de computadores por el surgimiento de los sistemas de hipermedia, que integran en forma digital diferentes estímulos sensoriales.

Rohr y Reimann (1998) desarrollan un estudio de caso en el cual comparan a dos estudiantes en una condición de aprendizaje apoyada por texto, con otros dos apoyados por texto y gráficas, y otros dos apoyados por texto y animaciones, en el tema "gases". Durante la fase de estudio, los estudiantes debían explicarse a sí mismos el significado de cada nueva frase. La información sobre el proceso de aprendizaje se obtuvo a través del análisis de protocolos verbales. Los investigadores encuentran un proceso dinámico de elaboración de modelos mentales a partir de la integración de la información suministrada por el material educativo con las concepciones o modelos mentales previos. El texto sólo permite al estudiante una adecuación más rápida de la información presentada a su modelo. El texto con información gráfica genera más retos para esta integración y se encuentra mayor posibilidad de cambio conceptual. Y la observación de simulaciones acompañada de texto exige mayor esfuerzo de procesamiento pero tiene mayor efecto en el cambio conceptual, pues provee datos relevantes, difíciles de refutar para los modelos nuevos que constituyen la teoría que se enseña.

Maldonado y Sequeda (2002) comparan el aprendizaje de tres grupos de treinta estudiantes cada uno mediante un pos test y en una prueba de retención a los ocho días de la sesión de estudio. El tema fue "motores de bobinado". Las tres condiciones del material de estudio fueron: sólo texto, texto acompañado de gráficos y diagramas, y texto acompañado de animaciones. Los resultados sometidos a "análisis factorial de varianza" muestran que la introducción de gráficas y diagramas facilita la comprensión de la información de manera significativa; la introducción de animaciones genera mayor demanda de procesamiento cognitivo, lo cual incide en mayor tiempo para el estudio. La pérdida de información, pasados ocho días, es significativamente menor para los estudiantes que utilizaron texto y animaciones. Resultados que hacen pensar que el estudio de animaciones demanda mayor esfuerzo y tiempo del estudiante, pero tiene el valor agregado de mayor retención en memoria de largo plazo.

Moreno *et al.* (2001) encuentran que los estudiantes aprenden con más detalles cuando usan un modelo animado de planta que cuando la información es presentada de forma estática.

Los resultados de estos estudios son consistentes. La formación de modelos mentales requiere integración de información con modelos mentales preexistentes. La integración de texto con diagramas y gráficos facilita la comprensión y aumenta la eficiencia del estudio, efecto que es muy notorio en la comprensión de fórmulas matemáticas. Las animaciones tienen mayor impacto en el cambio conceptual y en memoria a largo plazo, aunque requieren mayor esfuerzo para su procesamiento.

8. Interactividad e inmersión sensorial

Los avances en la tecnología de realidad virtual generan problemas de investigación relacionados con los efectos de inmersión sensorial e interactividad. Si bien es cierto que en todos los programas de computador actual estas dos dimensiones se dan en diferentes grados, en los de realidad virtual se hacen más prominentes. Preguntarse acerca de sus efectos en la motivación, aprendizaje de conceptos, memoria, desarrollo de estilos de pensamiento, actitudes, motivación, interacción social y transferencia de aprendizaje a los ambientes naturales es una necesidad, en especial cuando en lo futuro su uso puede llegar a generalizarse.

A la luz de los trabajos que acabamos de analizar, se puede sustentar la hipótesis de que los programas de realidad virtual que introducen grados avanzados de inmersión generan, por un lado, mayor demanda de procesamiento de información y, en consecuencia, mayor esfuerzo de parte de un usuario que quiera estudiar su contenido. Pero, por el otro, se prevé mayor realismo o sensación de presencia en un ambiente. A largo plazo, la retención de información del aprendizaje se espera que sea mayor, pues hay mayor riqueza de elementos sensoriales y con textuales en los registros de memoria.

Moreno y Meyer (2002) estudian el efecto de la inmersión sensorial y del método sobre tres variables de aprendizaje: sentido de presencia; realismo de la percepción; y recuperación de información al terminar la sesión de estudio, transferencia y actitud frente al programa de computador como ambiente de aprendizaje. El contenido de aprendizaje para estudiantes universitarios de primeros semestres fue un tema sobre las plantas. Los sujetos fueron estudiantes de pregrado que participaron voluntariamente en el experimento. El método asume dos valores en este estudio: presentación de información en forma de narración oral y texto escrito. La inmersión toma tres valores: a) interacción a través de teclado y ratón; b) uso de casco, gafas y audífonos, con navegación mediante movimientos de cabeza en posición sentado; c) interfaz mediante casco, gafas y audífonos, con navegación mediante movimientos de cabeza en posición caminando. El contraste se hace con grupos de trece estudiantes distribuidos en un arreglo factorial 3*2. En este estudio se encuentran diferencias en la percepción de realidad o sentido de presencia entre los tres grados de inmersión [$F(2,84) = 8,08$, $MSE = 1.117$, $p < 0,01$]; pero no hay efectos significativos sobre la retención de información, transferencia y actitud frente al programa. Por otro lado, se encuentran diferencias significativas entre el método de presentación narrativo o textual, a favor del primero, en recuperación de información, transferencia y actitud frente al programa.

Estos resultados replican un estudio previo (Moreno *et al.*, 2001), en el cual los estudiantes aprendieron con mayor detalle y profundidad un material de estudio cuando interactuaron con un agente animado en un juego interactivo de computador, que cuando interactuaron con un programa que presentaba el mismo contenido sobre las plantas en la forma de texto y gráficas. El principio sustentado por Clark (1983), en relación con los medios, es que el factor crítico es el método pedagógico, lo cual muestra su validez también en los programas de realidad virtual.

9. Traducir una representación de un formato a otro

La traducción de una representación ha sido una forma de entender el concepto de representación múltiple. Leer un documento y elaborar un mapa conceptual es una forma de enfrentarse a dos representaciones que usan una misma ontología pero diferente formato. El ejercicio contrario tendría el mismo sentido. ¿Qué razones pueden apoyar la utilidad de esta práctica? Las siguientes parecen ser explicaciones relevantes: 1) mayor actividad de procesamiento, asegura más atención y mejor recuerdo; 2) formatos más compactos permiten y facilitan la integración de información en unidades significativas; 3) integración de múltiples entradas sensoriales aseguran un almacenamiento con mayor apoyo neuronal. Los computadores ofrecen una gran flexibilidad para usar diferentes formatos y las interfaces se pueden diseñar de tal manera que estas traducciones sean fáciles de ejecutar. Heno (2002) compara dos grupos de diez estudiantes cada uno seleccionados en razón de mostrar los más altos puntajes en su rendimiento académico en puntajes asignados a mapas conceptuales que los estudiantes elaboraban. Un primer grupo utilizó como fuente de estudio contenido de aprendizaje en

formato impreso y el otro en formato hipertextual. Los estudiantes que usaron el segundo formato construyeron mejores mapas; lo cual sugiere un efecto facilitador de estos dispositivos. Fonseca (2000) compara mediante un modelo factorial cuatro condiciones de estudio en formato de hipertexto sobre el tema del desarrollo histórico del modelo del átomo. Los estudiantes observaban los mapas construidos por el profesor previamente o los construían y trabajaban de manera individual o colaborativa. El estudio se llevó a cabo en condiciones normales de clase durante seis unidades de estudio. Los resultados no muestran diferencia entre los grupos en la primera unidad, en la cual estuvieron usando por primera vez el ambiente de estudio. Las siguientes unidades mostraron diferencias significativas en la evaluación de final de unidad. El factor construcción del mapa generó mejor rendimiento académico en las unidades 2 a 6; también el factor colaboración tuvo efectos positivos en el rendimiento. Estas dos investigaciones apoyan la hipótesis que la actividad de traducir información de un formato a otro genera aprendizaje. La preocupación por el nivel de actividad en el aprendizaje es muy común entre los pedagogos; la investigación muestra que esta forma de actividad incide en atención más sostenida, mejores niveles de comprensión y mayor retención del aprendizaje. Maldonado *et al.* (2001) estudian los efectos de construir sistemas de marcos usando el software SIMAS, que permite al profesor y al estudiante elaborar hipertextos a partir de la explicitación de la estructura ontológica -conceptos y relaciones entre ellos- o reconstruir una ontología diseñada por otro. Comparan esta estrategia de aprendizaje con la de leer y responder preguntas, en estudiantes de noveno grado. Las diferencias no son significativas.

En el mismo estudio se entrena a profesores para que representen conocimiento utilizando el mismo sistema. Los resultados muestran que el estudio previo incentivado por un agente preguntón, o dirigido a construir sistema de marcos, genera diferencias en la reducción de categorías. El sistema de ranuras lleva a una mayor concentración en el uso de categorías fundamentales de la ontología, lo cual puede interpretarse como mayor efecto sobre las preconcepciones de los profesores en formación.

Jonassen (1993) compara el efecto sobre el aprendizaje de la actividad de representar en reglas, con la de representar en redes semánticas; y encuentra que el efecto es similar.

Maldonado *et al.* (2004) comparan el efecto de estudiar material estructurado con base en estructuras ontológicas y el efecto de introducir preguntas de diferente nivel de complejidad. El estudio muestra un efecto predominante de la estructura ontológica sobre la competencia de hacer inferencias a varios niveles de profundidad en la estructura, en una red semántica con estructura de marcos.

Estos resultados dan pie para afirmar que la actividad de representación genera efectos significativos en el aprendizaje; pero que si se conserva la misma ontología, el formato de representación tiene un efecto menor.

10. Conclusión

El proceso de representación de conocimiento subyace al proceso de comunicación inherente a la actividad pedagógica. El tema del referente tiene que ver con el significado y la validez de la representación. Los modelos mentales se comunican a través de sistemas de categorías u ontologías para constituir modelos conceptuales compartidos. En la actividad pedagógica, sucede un proceso de contrastación de modelos conceptuales entre docentes y estudiantes, y entre estos mismos en condiciones colaborativas. Una pedagogía que estudie el aprendizaje en entornos digitales, enfrenta la dimensión del formato, relacionándola con el sistema sensorial de los educandos y las capacidades del sistema mismo para garantizar niveles variables de precisión en la representación (como sucede en la simulación). El tema, por tanto, es central en la pedagogía contemporánea.

Bibliografía

ARACIL, Javier. 1978. *Introducción a la dinámica de sistemas*, Madrid, Alianza Editorial.

- ASHBY, W. Ross. 1972. *Introducción a la cibernética*, Buenos Aires, Nueva Visión. Traducción de la edición original (1956), *An Introduction to Cybernetics*, Londres, Chapman & May Ltd.
- CLARK, Richard E. 1983. "Reconsidering research on learning from media", *Review of Educational Research*, 53, 4, pp. 445-459.
- FONSECA, Oscar H. 2000. "Hipertextos y mapas conceptuales en ambientes de aprendizaje colaborativo", *Tecné, Episteme y Didaxis*, Bogotá, 8, pp. 38-55.
- HENAO, Octavio. 2002. "La construcción de mapas semánticos en un texto hipermedial e impreso", *Educación y Pedagogía*, 14,33, pp. 244-254.
- JOHANSEN, K. J. y R. O. TENYSSON. 1983. "Effect of adaptive advisement on perception in learner-controlled computer-based instruction using rule-learning task", *Educational an Communication Technology Journal*, 31, 4, pp. 226- 236.
- LILIENFELD, Robert. 1984. *Teoría de sistemas: orígenes y aplicaciones en ciencias sociales*, México, Trillas. Traducción de la edición original. *The rise of systems theory: an ideological analysis*, John Willey & Sons.
- LUHMANN, Niklas. 1990. *Sociedad y sistemas: la ambición de la teoría*, Barcelona, Paidós. Traducción de la edición original (1984) "System und Funktion", en *Soziale Systeme*, Francfort, Suhrkamp Verlag, capítulo I.
- MALDONADO, Luis F. et al. 2001. *Ontología y aprendizaje de la geografía*, Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional.
- MALDONADO, Luis F. y Juan B. SEQUEDA. 2002. "Representaciones múltiples y comprensión de documentos en el dominio de la tecnología", *Tecné, Episteme y Didaxis*, Bogotá, 11, pp. 34-50.
- MORENO, Roxana et al. 2001. "The case for social agency in computer-based teaching: do students learn more deeply when they interact whit animated pedagogical agents?", *Cognition and Instruction*, 19, pp. 177-213.
- MORENO, Roxana y Richard E. Mayer. 2002. "Learning science in virtual reality multimedia environments: role of methods and media", *Journal of Educational Psychology*, 94, 3, pp. 598-610.
- NEWELL, A. S. 1982. "The knowledge level", *Artificial Intelligence*, 18, pp. 87-127.
- NOVACK, J. O. 1982. *Teoría y práctica de la educación*, Madrid, Alianza Universidad.
- ROHR, Michael y Peter REIMANN. 1998. *Reasoning with multiple representations when acquiring the particular model of matter*, en Maarten W. van Someren, et al. *Learning with multiple representations*, Amsterdam, Pergamon.
- SOWA, John F. 1986. *Conceptual structures: information processing in mind and machine*, Reading, Addison-Wesley Publishing Company.
- SOWA, John F. 1987. "Semantic networks", en Stuart C. Shapiro (ed.), *Encyclopedia of Artificial Intelligence*, Nueva York, John Wiley & Sons.
- SOWA, John F. 2000. *Knowledge Representation: Logical, Philosophical and Computational Foundations*, Pacific Grove, Brooks/Cole.
- VON BERTALANFFY, L. et al. 1978. *Tendencias en la teoría general de sistemas*, Madrid, Alianza Editorial.