



Proyecto
***“Evaluación tecnopedagógica del aprendizaje del álgebra
con el curso on line “álgebra de NROC”***

Clave: I0110/228/08 C-330-08

REPORTE FINAL

Presentan:

Cenidet Investigador líder	ICE - UAEM Investigadora Principal
Dr. Cándido Manuel Juárez Pacheco	Dra. María Luisa Zorrilla Abascal
MC. José Luis Ramírez Álcantara	Ing. Humberto Huerta Moncada
M.C. Socorro Saenz Sánchez Lic. Verónica Sotelo Boyás	

Cuernavaca, Morelos, 15 de diciembre de 2010

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	3
ANTECEDENTES	5
Uso de tecnología y educación matemática.....	5
REFERENTES TEÓRICOS PARA LA EVALUACIÓN TECNOPEDAGÓGICA	9
La evaluación de cursos on line.....	10
La evaluación tecnopedagógica.....	11
La evaluación de los aprendizajes.	11
La habilidad y las habilidades matemáticas	11
El proceso de asimilación y las bases de orientación para la acción (BOAs)	13
PERFIL DE LOS PARTICIPANTES Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	16
Características de las escuelas, profesores y estudiantes participantes	16
Capacitación de los profesores participantes.....	17
El curso en línea como objeto computacional con intención educativa.....	18
Niveles educativos y formas de evaluación del curso de álgebra online.....	20
RESULTADOS	20
Evaluación de usabilidad.....	21
Articulación de contenidos y objetivos del curso en línea con los cursos regulares.	27
Similitudes en los contenidos del curso de álgebra online y los cursos regulares.....	27
Similitudes en los objetivos de aprendizaje del curso de álgebra online y los cursos regulares	29
El diseño tecnopedagógico de dos experiencias piloto.	31
El curso b – learning de matemáticas II del bachillerato del CETEC de Temixco, Morelos.....	31
El curso remedial e – learning en el Instituto Tecnológico de Zacatepec	47
Estado actual de las otras dos intervenciones.....	53
LIMITACIONES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO	53
Usabilidad del software.	54
Acceso al curso en línea con I2.	54
Disposición de las instituciones para realizar experiencias con apoyo del curso en línea.	55
En el caso de b-learning falta equipo e instalaciones para los estudiantes y equipo para el profesor.....	55
CONCLUSIONES PRELIMINARES.....	55
TRABAJOS POR REALIZAR.	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	62

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es presentar los resultados logrados en la realización de las actividades propuestas en el proyecto y describir las actividades adicionales que han surgido para darle viabilidad al mismo.

El producto principal que se planteó en el proyecto es la evaluación del curso de álgebra en línea de NROC. Para realizar la evaluación se requirió la sincronización de instancias diversas en instituciones educativas diferentes. La evaluación planteada, vista desde los objetivos de esta investigación, presupone la existencia de un objeto de estudio único, enmarcado en prácticas convencionales, y analizable con parámetros utilizados en situaciones cara a cara. Sin embargo, el análisis del curso de álgebra en línea planteó al grupo de investigadores desde el inicio la necesidad de ampliar la definición del objeto, de las formas y métodos para realizar una evaluación coherente con las características del curso en línea como instrumento de aprendizaje.

La definición inicial de evaluación tecnopedagógica, centrada en el esclarecimiento de los instrumentos requeridos dentro de un LMS y los usos que los estudiantes les darían a éstos durante el curso, ambos a partir del diseño instruccional convencional (objetivos, contenidos, actividades y evaluación), se amplió para conocer primero, en profundidad, al curso en línea como objeto computacional que responde a una intención pedagógica y, segundo, para diseñar actividades dentro de secuencias didácticas en un curso en modalidad b- learning y como material didáctico de un curso en modalidad e-learning, pero externo, funcionando en paralelo al LMS y a sus recursos.

Aunque como terminología estas modalidades son conocidas en los medios educativos de nivel medio superior y superior, su práctica es incipiente. Pocos profesores tienen experiencia como usuarios y menos aún quienes tienen experiencia como diseñadores o profesores en cursos de esta naturaleza. La dimensión de la formación de los profesores como usuarios de instrumentos en línea (habilidades digitales) y diseñadores de cursos es otro de los componentes que inicialmente no contemplaron los objetivos de este proyecto y que en su desarrollo se han tenido que enfrentar para concretarlos.

Por otra parte, pero en esta misma dimensión de la formación de los profesores, aún cuando los involucrados tienen experiencia docente fue necesario, para evitar una

instrumentación empírica del curso de álgebra en línea, la explicitación e introducción de categorías y conceptos teóricos que permitieran observar la apropiación por los estudiantes de las habilidades matemáticas identificadas, en la ejecución de las secuencias didácticas diseñadas para articularse con el curso de álgebra línea.

La introducción de algunos conceptos clave de la segunda generación de la teoría de la actividad permitió identificar las habilidades necesarias, dependiendo de nivel educativo y de los temas a estudiar, para orientar el diseño de los ejercicios y las actividades requeridas tanto en la modalidad b- learning como e-learning. Actualmente se han concretado dos pilotes, uno para cada modalidad, los resultados de ambos pilotajes permitirán mejorar el diseño de los cursos, a realizarse en el primer semestre del próximo año, y establecer una mejor base para hacer recomendaciones que otros profesores puedan utilizar en el diseño de sus cursos de matemáticas, enriqueciéndolos con material didáctico en línea, como el curso de álgebra.

Este documento se estructura presentando primero, a manera de antecedentes, una breve descripción sobre la relación enseñanza – aprendizaje de la matemática y la utilización de tecnologías, enfatizando la última expresión de esta relación en los ambientes e – learning y b – learning. Se exponen los objetivos del proyecto y las actividades planificadas para concretarlos. Antes de exponer los resultados se hace una breve exposición del enfoque de evaluación y de los conceptos teóricos básicos utilizados para el diseño de secuencias didácticas y ejercicios articulados con el curso de álgebra.

Sigue la exposición sintética de los resultados de los análisis de usabilidad, el análisis de la posibilidad de articulación entre los cursos regulares de tres niveles educativos y cuatro instituciones diferentes y el curso de álgebra en línea. Posteriormente se expone sucintamente el diseño tecnopedagógico de las dos experiencias piloto, los ejercicios y algunos resultados preliminares relacionados con el aprovechamiento de los estudiantes.

Se exponen brevemente algunas de las dificultades y limitaciones para la realización de esta investigación y se presentan algunas de las líneas de trabajo para continuar y completar la evaluación tecnopedagógica planteada. Finalmente, en los anexos, se describe con mayor extensión algunos aspectos de las evaluaciones realizadas y los diseños desarrollados por los profesores participantes.

ANTECEDENTES

En este apartado se exponen algunas ideas básicas sobre la relación de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas con el uso de tecnología

Uso de tecnología y educación matemática

La problemática del aprendizaje de las matemáticas en general y del álgebra en particular en los estudiantes de nuevo ingreso en los niveles medio superior y superior es una situación ampliamente documentada en las investigaciones educativas (Ruano y Socas, 2004) y en los resultados de los exámenes de evaluación del desempeño de los estudiantes (Cfr. Enlace, 2007 y Pisa, 2008).

Uno de los apoyos para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas ha sido el uso de la tecnología, específicamente, el uso de instrumentos de cálculo y computadoras. Desde que se inició el uso de computadoras en educación matemática han surgido diversas propuestas que pretenden apoyar el aprendizaje de las matemáticas, así, basados en las *máquinas de enseñanza* de Skinner surgen los primeros *Sistemas tutores*, los cuales dieron forma a lo que se conoce actualmente como CAI (Computer Aided Instruction) o CAL (Computer Aided Learning), junto con estos sistemas tutores se desarrollaron softwares generadores de ejercicios (Drill and Practice) y, posteriormente, simuladores.

Basados en enfoques psicológicos constructivistas y con el propósito de desarrollar habilidades geométricas y lógicas paralelamente se desarrollaron también lenguajes como Logo y sus enfoques didácticos asociados (micromundos) que ampliaron la perspectiva del uso de este tipo de tecnologías en educación matemática.

Por el uso masivo de las computadoras y el surgimiento de calculadoras graficadoras que recogen tradiciones constructivistas, se introducen otras perspectivas centradas en el manejo del contenido matemático específico de un curriculum, lo que permitió el desarrollo actual de sistemas integrados de software como Maple, Mathematica, Cabri, Geómetra, etc., que permiten experimentar y conjeturar con conceptos matemáticos.

Actualmente existen en Internet una amplia gama de propuestas de cursos de álgebra y precálculo que podrían servir de apoyo a los estudiantes y profesores, pero además de que la mayoría están escritos en inglés, los profesores por lo general no lo utilizan de forma sistemática y planificada como apoyo a sus cursos. Ya Guin y Trouche (2005) destacan el poco uso de las tics por los profesores de matemáticas en las aulas. Las causas pueden ser variadas pero se considera que una de las principales es porque carecen de referentes que le permitan incluirlos en los momentos adecuados en el proceso de aprendizaje y que después pueda evaluar, con base en el desempeño de los estudiantes, los efectos del uso de estas tecnologías.

Con la expansión del uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), el surgimiento de un nuevo paradigmas de uso educativo de las computadoras e Internet – el Aprendizaje colaborativo asistido por computadoras (CSCL del inglés Computer supported Collaborative Learning) – asociado a la metáfora socio constructivista del aprendizaje (Koschmann, 2002) y la conceptualización de las comunidades de práctica virtual (Wenger, 2002), los investigadores de la educación matemática comenzaron a explorar y a definir propuestas de enseñanza y aprendizaje de contenidos matemáticos específicos (Barzel, 2006; Mousoulides y Philippou, 2005; Kynigos, Bardini, Barzel, Maschietto, 2008) o como un motivador y medio de la formación de profesores (Drijvers, Barzel, Maschietto y Trouche, 2006; Artigue, 2006; Ruthven, 2008).

Aunque estos autores desarrollaron propuestas dirigidas a una experimentación del medio y de los efectos de éste sobre el aprendizaje de las matemáticas, los usos actuales de las herramientas que permiten la comunicación y el trabajo colaborativo a distancia se han diversificado y ampliado para ofrecer cursos online (e-learning), aunque no integren sistemáticamente los hallazgos de la investigación en educación matemática.

Estos cursos online se basan en los recursos disponibles en los Sistemas administradores del aprendizaje (LMS del inglés Learning Management Systems) o en los recursos integrables y manipulables dentro de los LMS, los llamados objetos de aprendizaje.

El uso de tecnologías para educación a distancia (e - learning) no solo se utiliza actualmente en esta modalidad, sino que se ha extendido a los ambientes de aprendizaje convencionales, lo que ha dado lugar a que a esta integración se le considere una modalidad

intermedia entre los cursos virtuales y los cursos convencionales, a esta modalidad se le denomina **b – learning** (Blended learning), esto es, aprendizaje híbrido o mezclado.

La gran variedad de recursos disponibles en Internet y el uso cada vez más extendido de los recursos web, particularmente los clasificados como Web 2.0, han posibilitado el que se puedan identificar al menos cuatro formas de concretar la modalidad b – learning, dependiendo de la tecnología que se utilice en los diseños instruccionales y las posibilidades de su uso en el aula, estas son:

1. El uso de multimedia y recursos virtuales de Internet. Por ejemplo el uso de videos, viajes de campo virtual, sitios Web interactivos y repositorios de objetos de aprendizaje.
2. El uso de Aulas – Sitios web. Esto es la complementación de los trabajos de los estudiantes con la revisión de páginas con materiales didácticos para los estudiantes y herramientas para que los profesores puedan trabajar temas específicos con recursos didácticos de la materia.
3. El uso de LMS, por ejemplo Moodle, WebCT y Blackboard. Esta es la forma más común de trabajar en la modalidad b-learning, el diseño tecnopedagógico de un curso implica el diseño de las actividades en el aula y cómo éstas se complementarán con las diseñadas para trabajar de forma independiente (individual o grupal) por los estudiantes en el LMS para lograr el aprendizaje.
4. El uso de discusiones sincrónicas y asíncronas. Esta forma integra la filosofía de la Web 2.0 por lo que las actividades involucran la creación de blogs, el uso de wikis y las videoconferencias. Entre los recursos utilizados se incluyen los e-groups de Yahoo, TappedIn, Blogs y Elluminate.

Estas formas de b – learning no son específicas para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, si no más bien pautas generales para la organización de un curso con contenidos particulares. Tanto las palabras e-learning como b- learning son parte de la

terminología y las propuestas que los profesores de matemáticas tienen a su alcance, sin embargo, la concreción de alguno de estos modelos por los propios profesores y la evaluación de su efectividad como apoyo para el aprendizaje, más allá de su función inicial de motivación, es aún una tarea inconclusa o, en algunos casos, inexplorada.

Los objetivos planteados por esta investigación, delinean una propuesta de diseño y estudio para la articulación de material didáctico en línea en situaciones e-learning y b-learning, no tienen la pretensión de definitividad ni generalidad, han servido en principio para guiarnos en el conocimiento de este tipo de materiales, diseñar secuencias de aprendizaje y plantear elementos que nos permitan verificar su efectividad en situaciones escolares concretas.

A continuación se expone el sistema de objetivos, las acciones planeadas inicialmente y las emergentes, que han surgido a partir del conocimiento del curso de álgebra en línea como objeto informático con una finalidad didáctica específica.

General:

Diseñar un sistema de ejercicios que permita observar el dominio de los conceptos algebraicos que logren los estudiantes, a partir del estudio de los materiales en línea "álgebra de NROC", para determinar su grado de aprendizaje.

Particulares:

- a. Determinar el grado de complejidad que tiene el sistema de ejercicios del material en línea "álgebra de NROC" en cada una de sus unidades.
- b. Diseñar un sistema de ejercicios que permitan evaluar el avance de los estudiantes en la solución de problema de mayor complejidad que los planteados en el material "álgebra de NROC".
- c. Diseñar e implantar un modelo instruccional adecuado para e-learning y b-learning.
- d. Evaluar el diseño tecnopedagógico implantado.

Para concretar los objetivos se plantearon cuatro etapas: A. La revisión y análisis del curso de álgebra on line; B. el diseño tecno-pedagógico en dos tipos de situaciones educativas (e-

learning y b-learning); C. la puesta en práctica de dichos cursos, y, finalmente, D. la evaluación tecno-pedagógica y la valoración de los aprendizajes de los estudiantes.

Para cada etapa se definió un conjunto de actividades a las que se les asignó tiempo, sin embargo, a partir de la primera revisión del curso de álgebra en línea y por la necesidad de incorporar a profesores en activo, ciertas actividades no se pudieron concretar en su totalidad.

Este retraso, sin embargo, puede considerarse benéfico para el proyecto puesto que ha permitido madurar las ideas sobre los conceptos implicados en él, reforzar el trabajo dentro del grupo de investigación y conocer a fondo las características, bondades y dificultades del curso de álgebra *online* y los requerimientos para cada uno de los cursos a desarrollar.

Antes de describir los resultados se expondrá un breve resumen de los referentes teóricos que se utilizaron para el diseño de los cursos, de las actividades y evaluaciones que hasta ahora se han desarrollado.

REFERENTES TEÓRICOS PARA LA EVALUACIÓN TECNOPEDAGÓGICA

Por evaluación se puede entender la obtención de información para la toma de decisiones (Galvis, 1994). Tradicionalmente la evaluación aplicada al software conduce a determinar aspectos tales como qué tipo de software se debe usar, si amerita adquirir nuevo software o si se debe adecuar el existente, cuando esto sea posible.

La evaluación de software educativo se ha centrado tradicionalmente en dos momentos: a) durante el proceso de diseño y desarrollo, con el fin de corregir y perfeccionar el programa y b) durante su utilización real por los usuarios, para juzgar su eficiencia y los resultados que con él se obtienen.

El primer tipo de evaluación es el más frecuente: los diseñadores de software mantienen como mecanismo necesario la evaluación del proceso de diseño y producción. El segundo tipo es menos frecuente, ya que por lo general se presupone que el software adquirido cubre los requisitos curriculares aunque no se tengan las pruebas de que esto

suceda. Este trabajo se propone hacer una evaluación de este segundo tipo, aunque en una situación controlada, con poblaciones bien identificadas y con material online.

Una gran parte de los enfoques de evaluación de software educativo, aunque consideran aspectos pedagógicos, por lo general se centran en los incorporados dentro del mismo software y no prestan atención a las situaciones pedagógicas concretas en las que se utiliza el mismo, algunos casos incorporan, además de la evaluación del software como producto computacional, categorías e indicadores contextuales, ideológicos y comunicativos que complementan el aspecto meramente técnico. Los aspectos de uso se abordan desde un esquema cualitativo, basado en la interpretación de la experiencia de los usuarios, estudiantes y profesores, con el software.

En el caso de software desarrollado específicamente para apoyar una situación educativa en línea, más como un medio que como un instrumento, la evaluación se realiza por la adecuación de las características del software a los requerimientos del enfoque pedagógico (Scardamalia y Bereiter, 1998), de tal manera que el efecto del instrumento hacia el enfoque ocasiona lo que algunos autores han llamado co-evolución (Lipponen, 2002), esto es, la transformación de situaciones pedagógicas a causa del uso de las herramientas y a la transformación de éstas por los cambios de las situaciones educativas concretas.

La co-evolución pone de manifiesto la importancia de contar con un enfoque pedagógico y técnico explícito, que permita visualizar la mayor parte de los aspectos que entran en juego en una situación educativa basada en ambientes virtuales, de tal manera que la evaluación contemple el impacto de los instrumentos en el aprendizaje de los estudiantes.

La evaluación de cursos on line

Durante los últimos años, la evaluación de cursos en línea ha captado la atención de varios educadores e investigadores, por ejemplo: Greer, Holinga, Kindel y Netznik, 2002; Graham, Cagiltay, Lim, Craner, y Duffy, 2001; Henke, 2001; Leighton y García, 2003; Rubio, 2003; Learning & Teaching Development Unit, 2003 y Wright, 2004. La mayoría de estos trabajos se centran en la definición de principios y criterios para la evaluación de cursos en línea.

Uno de los trabajos más representativos (Gram., et al., 2001) establece siete principios que sirven de guía para la evaluación de cursos en línea. La utilización de éstos, para establecer los aspectos que se evalúan en un curso online, se ilustran en Learning & Teaching Development Unit (2003). De manera similar, los trabajos de Henke (1997) y Greer, et al. (2002) proveen una lista de verificación y errores frecuentes que deben evitarse durante el diseño de cursos online y de portales educativos. Ninguno de los métodos consultados en la literatura permite que el evaluador pueda definir sus propios criterios de evaluación con base en los objetivos que se persiguen al diseñar un curso en línea o un portal educativo.

La evaluación tecnopedagógica.

Se entiende por diseño tecno-pedagógico las características del curso que atienden, por un lado, a los aspectos curriculares ‘tradicionales’, es decir, objetivos, contenidos y actividades, y por otro, se centran en la selección y planificación de las herramientas tecnológicas que se usarán para desarrollar el curso, así como en una planificación concreta del uso que se le dará a cada una de estas herramienta y espacios (Remesal, A, 2008; Coll, Mauri, y Onrubia, 2008; Coll, Bustos y Engel, 2011). La evaluación entonces contempla dos aspectos distintos: el *diseño tecno-pedagógico* propiamente dicho y el *desarrollo efectivo* del curso.

La evaluación de los aprendizajes.

El aspecto más importante, y al mismo tiempo más complejo, es la determinación de la comprensión de conceptos y procedimientos asociados a los contenidos de los cursos y cuál es el lugar en ese proceso, de los materiales utilizados. Para realizar un primer acercamiento utilizaremos la Teoría de la Actividad (Vigotsky, 1988, Leontiev, 1984), particularmente los conceptos de *Habilidad y Bases de orientación* (scaffolding) (Galperin, 1976; Tallizina, 2001; Brito, 1984), los cuales darán la base para el diseño instruccional de los cursos y una primera valoración de los aprendizajes de los estudiantes.

La habilidad y las habilidades matemáticas

La base de una pedagogía de la Actividad se construyó a partir de la caracterización psicológica de ésta en términos de sus componentes estructurales: acciones y operaciones

(Leontiev, 1984; Petrovsky, 19[redacted]). La interpretación pedagógica de estos componentes se expresa en términos de habilidades, las cuales entenderemos aquí como el dominio de un sistema complejo de acciones para la autorregulación de la actividad con ayuda de los conocimientos que una persona posee, en palabras de Tallizina (1996) "...no puede haber un conocimiento sin una habilidad, sin un saber hacer" (p. 32).

El proceso de formación de habilidades implica una sistematización de las acciones que la componen, requiere de una ejecución consciente por parte del sujeto, no es sólo una repetición sistemática. El grado de desarrollo de la habilidad en un sujeto se observa por la ejecución exitosa de algunas de las acciones que éste realiza en la tarea asociada. El sujeto ha desarrollado la habilidad cuando domina totalmente el sistema de acciones que la constituyen.

Un enfoque que explica el aprendizaje de las matemáticas se basa en la caracterización de las habilidades propias del quehacer matemático. Hernández (1989) definió un sistema básico de habilidades matemáticas entre las que se encuentran: *interpretar, identificar, recodificar, calcular, algoritmizar, graficar, definir, demostrar y modelar*, ésta última como ampliación del sistema básico (Rodríguez, 1991).

La ampliación del sistema obedeció al reconocimiento de otros elementos de la actividad matemática específica.

En el caso de este trabajo una actividad específica para el estudio de la lógica, *la traducción del lenguaje escolarizado a las fórmulas bien formadas (fbf) de la lógica de predicados*, implicó la identificación de otras habilidades y acciones de esta actividad, en la figura 3 se esquematiza las principales acciones y operaciones de la actividad de traducción y se ejemplifican las operaciones asociadas a la acción "analizar el enunciado".

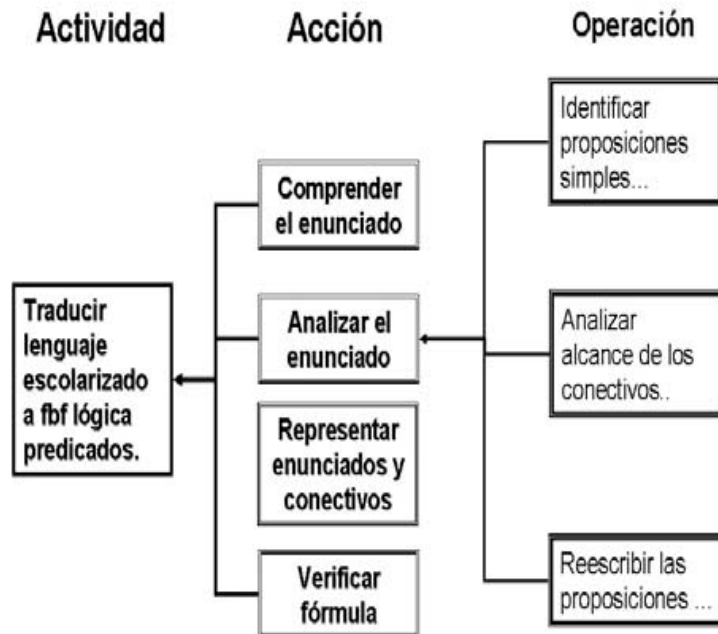


Figura 3. Estructura parcial de la habilidad de traducción (adaptada de Ramírez y Azcarate, 2000).

En el esquema de la figura 3 algunas de las habilidades básicas se utilizaron en el nivel de las operaciones. En este mismo nivel se identificaron otras habilidades que no eran parte del sistema básico pero son necesarias para realizar con éxito la traducción.

La caracterización de la habilidad sirve al profesor para diseñar sistemas de ejercicios que impliquen la realización de las diferentes acciones que la constituyen y la base de orientación es el apoyo (Scaffolding) que recibe el estudiante

El proceso de asimilación y las bases de orientación para la acción (BOAs)

La concepción de Vigotsky sobre el desarrollo del sujeto establece dos niveles, un nivel de desarrollo real y uno potencial, este último se fija y se puede alcanzar con la mediación de otro sujeto con mayor desarrollo. El trabajo de Vigotsky sobre la *Zona de desarrollo próximo* (ZDP), permite poner el acento sobre las relaciones entre instrucción y desarrollo; para este autor, esta zona se crea o se debe crear en la instrucción (básicamente en la instrucción escolarizada). En palabras de Wertsch (1988) la instrucción pensada para esta zona aviva la actividad del niño, despierta y pone en funcionamiento toda una serie de procesos de desarrollo.

Para Vigotsky (1988) el desarrollo de las funciones psíquicas superiores de un sujeto tiene origen social, primero de orden interpsicológico y luego de orden intrapsicológico, esto es, son interiorizadas, “la transformación de un proceso interpersonal en un proceso intrapersonal es el resultado de una prolongada serie de sucesos evolutivos” (p.94). La *Teoría de la formación por etapas de la actividad cognoscitiva* Galperín (1969, 1981) en el trabajo pedagógico adquieren las características siguientes (Petrovski, 1985) “etapa de la actividad material (trabajo con objetos reales) o etapa de actividad materializada (trabajo con modelos)”. En esta etapa los medios auxiliares dependen de la edad, por ejemplo, en el trabajo con niños pueden ser palitos, cuentas, etc., mientras que en el trabajo con adolescentes o adultos se utilizan modelos, esquemas y dibujos. 2) "...etapa de verbalización: el alumno enuncia, explica en voz alta el curso de las operaciones. La acción pasa de la forma exterior a la interior..." y 3) la acción se lleva a cabo en el plano interior: es la operación con los conocimientos en los actos del pensar.”(p. 1)

Estos sucesos evolutivos pueden diseñarse para situaciones escolares concretas que formen ZDP, con la condición de que cumplan determinados sistemas de acciones. Es justamente ese sistema de acciones lo que le permitirá al estudiante, y al profesor, controlar y, en su caso, corregir cada etapa de asimilación, para lo cual se diseñan bases de orientación para la acción (BOA).

Dichas Bases son las orientaciones generales de cómo un estudiante debe realizar las acciones que le permitirán tener éxito en la ejecución de la actividad propuesta. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de la base de orientación para la traducción de lenguaje natural a FBF de la lógica de predicados.

Tabla 1. Ejemplo de una BOA para traducir de expresiones en lenguaje natural a enunciados en el lenguaje de la lógica de predicados

ACCIONES	OPERACIONES
COMPRENDER EL ENUNCIADO	<p>-Leerlo varias veces.</p> <p>-Expresarlo con sus propias palabras.</p> <p>-Identificar: conectivos lógicos explícitos (y, o, si ...entonces, no). e implícitos, cuatificadores tanto universal como existencial , implícitos o explícitos.</p> <p>Si no están explícitos, busque alguna manera equivalente</p>

	en que puede aparecer el conectivo o el cuantificador.
ANALIZAR EL ENUNCIADO	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar los predicados de acuerdo a su sentido semántico. -Analizar el alcance de los conectivos y los cuantificadores tomando como referencias explícitas los signos de puntuación y el sentido global de los predicados. -Reescribir los predicados haciendo explícita su asociación con los conectivos y cuantificadores, respetando su significado original.
REPRESENTAR LOS PREDICADOS, CUANTIFICADORES Y CONECTIVOS.	<ul style="list-style-type: none"> -Asignar símbolos estándar a los predicados (P, Q, R, S, T, PA, MA, etc.), a los cuantificadores (\forall, \exists) y a los objetos (elementos del universo). -Asignar símbolos estándar a los conectivos lógicos (\wedge, \vee, \neg, \rightarrow), $\neg(y)$, $\neg(o)$, $\neg(no)$, \rightarrow (si – entonces) -Agrupar cuantificadores, predicados y conectivos, para construir la fórmula de predicados, de acuerdo con la definición de FBF. -Comparar la agrupación de la fórmula resultante con las reglas de asociación de los conectivos y cuantificadores dadas en la definición de las FBF.
VERIFICAR LA FÓRMULA DE PREDICADOS OBTENIDA	<ul style="list-style-type: none"> -Revisar la agrupación de la fórmula en términos de su delimitación por paréntesis -Verificar que la FBF respete el sentido del enunciado original.

El proceso de ayuda establecido por una BOA es similar a la heurística desarrollada por Polya (1994), cuando plantea los cuatro pasos para resolver un problema matemático. En cada paso formula una serie de preguntas que guían al estudiante para ejecutar la heurística.

Con base en estas consideraciones teóricas y antes de describir las acciones realizadas y los resultados preliminares, en el siguiente apartado se explicitan las consideraciones y la organización de las actividades realizadas para concretar los objetivos planteados.

PERFIL DE LOS PARTICIPANTES Y ORGANIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Características de las escuelas, profesores y estudiantes participantes

Para enriquecer la evaluación se pensó en la conveniencia de invitar a este trabajo a profesores de matemáticas en servicio, los profesores invitados son estudiantes de la maestría en Enseñanza de las Ciencias de la UAEM. Son cuatro los profesores invitados dos que imparten cursos en el nivel medio superior, una profesora que imparte clases en secundaria y un profesor de nivel licenciatura.

En cuanto a las instituciones a las que pertenecen dichos profesores y en las cuales se está realizando el trabajo, se considera que cubren el espectro de tipos de escuela a nivel nacional, así tenemos que la escuela secundaria “Bandera Nacional” está ubicada en Iguala Guerrero y es una escuela federal. A nivel bachillerato tenemos dos escuelas, una privada el CETEC de Temixco, ubicada en ese municipio y el bachillerato del Sistema de Educación a Distancia (SEAD) de la UAEM cuya sede está en la escuela preparatoria de Jojutla y, finalmente, una institución de educación superior, el Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ).

Los cuatro profesores tienen experiencia profesional y su experiencia docente no es homogénea, dos de ellos tienen al menos 10 años de experiencia docente y han impartido preferentemente cursos de matemáticas, los otros dos profesores tienen menos de cinco años de experiencia docente, y al mismo tiempo que los cursos de matemáticas han impartido cursos de otras materias de su área de especialidad.

Aunque todos tienen experiencia en la enseñanza de las matemáticas ninguno de ellos había participado como estudiante o profesor en cursos e – learning o b – learning, aunque sí tienen experiencia como usuarios de las TIC. En todos los casos esta sería su primera experiencia como diseñadores de este tipo de cursos y como tutores de los mismos.

Los estudiantes que participan en esta investigación, en dos casos (de nivel secundario y primer curso de licenciatura), son estudiantes que solo habían participado en la modalidad presencial, un grupo de bachillerato tiene experiencia en la forma de trabajo del modelo semipresencial. En los anexos 1, 2 y 4 se describen con mayor detalle las características de las poblaciones participantes.

Capacitación de los profesores participantes

Por ser la primera vez que los profesores participan en un curso con estas características fue necesario que se les capacitara en diferentes aspectos de tal manera que pudieran diseñar un curso online o un curso b – learning, su posterior instrumentación y evaluación.

Para ello se estableció un seminario permanente en el que estudiaron los principios básicos de la teoría de la Actividad, se les dieron a conocer diferentes enfoques de presentación de los contenidos de un curso de álgebra y se les mostraron las características de cada modalidad, así cómo los elementos a analizar para el diseño tecnopedagógico de los cursos en las dos modalidades y, adicionalmente, se les dio a conocer la plataforma Moodle y se les dieron algunos elementos de evaluación tecnopedagógica.

Desde el punto de vista metodológico se les pidió realizaran actividades previas al diseño, la revisión a profundidad del curso de álgebra en línea y de su curso regular de tal manera que pudieran comparar los objetivos y los contenidos de ambos cursos, esto les permitiría determinar la compatibilidad entre ellos. Para revisar los contenidos se les pidió elaborar mapas conceptuales.

Para el diseño se les pidió que identificaran las habilidades que se requerirían en el tema a estudiar y elaboraran sistemas de ayuda (Bases de Orientación para la Acción) y ejercicios para el desarrollo de las habilidades identificadas. Finalmente para la ejecución de las dos experiencias piloto se les dotó del software Camtasia, que permite grabar las sesiones de trabajo que ocurren en el escritorio de una computadora (audio y video), para el registro de las actividades que realizan los estudiantes con el libro electrónico. Adicionalmente, en el curso en línea, se realizó la adecuación del LMS Moodle, como aula virtual desde de la cual se registra la actividad de los estudiantes en el desarrollo de las tareas, ejercicios y exámenes, tanto en forma sincrónica como asíncrona (Anexo 2).

En ambos casos se les pidió a los estudiantes que registraran con Camtasia su actividad, para lo cual recibieron por parte de los profesores un manual y la capacitación correspondiente (Anexo 1 y 2).

El curso en línea como objeto computacional con intención educativa

El Repositorio nacional de cursos en línea, del Monterey Institute for Technology and Education, en Estados Unidos de Norteamérica, se describe a sí mismo, en la página inicial de su sitio Web, como una “creciente biblioteca de contenidos de cursos en línea de alta calidad, para estudiantes y profesores de educación superior, bachillerato y formación docente” (NROC SITE, 2010).

El curso de álgebra, objeto de esta evaluación, es un curso sin costo – si se usa de forma individual directamente en el sitio de NROC – el cual originalmente está escrito en inglés y fue traducido al español por la Universidad de Guadalajara, México.

Las características pedagógicas del curso de álgebra online son identificables, lo que permite ubicarlo en alguno de los modelos tradicionalmente utilizados en educación matemática.

El “*núcleo instruccional*” se encuentra en la sección multimedia, subsección tema. Cada tema está constituido por tres elementos: Información, Tarea y Cuestionario o Evaluación final del contenido trabajado. La información del tema se presenta de manera escrita y auditiva acompañada de ilustraciones interactivas.

El suministro de la información al usuario sigue una estructura constante: a) actividades interactivas de calentamiento, que tienen como función recordar algunos conceptos y procedimientos realizados en el tema anterior (o unidad); b) una exposición de los nuevos contenidos utilizando recursos multimedia; c) ejemplos interactivos y d) ejercicios.

Al finalizar el contenido del tema, por lo general, se asignan tareas constituidas por series de ejercicios similares a los trabajados y, para terminar, se propone un cuestionario, que evalúa con problemas similares los contenidos completos de una unidad, esta estructura se muestra en la ilustración N.

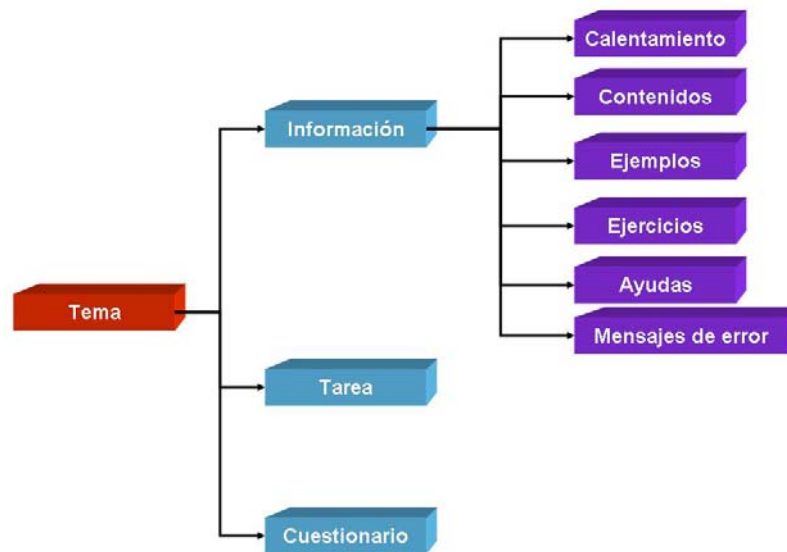


Ilustración N. Estructura de presentación de contenidos.

Con base en esta información reconocemos similitudes de la estructura del curso en línea con un sistema tutor clásico¹, aunque adolece de algunas de sus características, por ejemplo:

- no importa si el usuario no responde bien a los ejercicios propuestos en un tema, después del tercer intento sigue adelante y muestra la respuesta esperada;
- en general, no hay retroalimentación suficiente que permita ubicar la parte del contenido que no se domina;
- no hay suficiente ejercitación;
- no hay posibilidad de seguimiento de las actividades realizadas por un estudiante, ya que no almacena – ni de manera temporal – los datos básicos de un usuario (nombre y el contenido ya revisado).

Consideramos que el curso de álgebra *on line*, aunque tiene algunas características de un sistema tutor, en realidad es un presentador de contenidos y ejercicios, una forma de libro electrónico.

¹ La forma básica de un tutor se compone de tres elementos: a) presentar información; b) evaluar avance y c) definir si el estudiante avanzó para presentar nueva información o regresa a repasar un tema.

Niveles educativos y formas de evaluación del curso de álgebra online.

Para realizar la evaluación se consideraron dos situaciones, la primera es el diseño de una intervención didáctica en diferentes niveles educativos, en la tabla 2 se describen los cursos en los que se diseño y se piloteó la intervención.

Tabla 2. Niveles, modalidades y estatus de los cursos.

Nivel	Curso	Modalidad	Estatus
Bachillerato privado	Matemáticas II	B -learning	Piloteo
Bachillerato de la UAEM	Matemáticas III	E – learning	Diseño
Licenciatura	Nivelación en matemáticas	E - learning	Piloteo

La segunda situación para evaluar el curso de álgebra en línea, que se está realizando con profesores de secundaria, es la observación de cómo estos profesores de matemáticas incorporan el material online como material didáctico, en sus cursos regulares.

Los diseños de las intervenciones didácticas que involucran el trabajo con el curso de álgebra online, en las modalidades e – learning y b- learning, se limitan a un tema del programa de estudios seleccionado por su afinidad con el contenido del material en línea y por las dificultades observadas por los profesores en el desempeño de sus estudiantes, por lo que son intervenciones de corta duración.

RESULTADOS

Los resultado se presentaran conforme se fue desarrollando el trabajo, comenzaremos con la evaluación de usabilidad y el resto de esta sección se expondrán sintéticamente el análisis de la posibilidad de articulación de los objetivos y contenidos de los cursos regulares de tres niveles educativos y cuatro instituciones diferentes con los del curso de álgebra online, a partir de la exploración realizada por los profesores. Posteriormente se expone

sucintamente el diseño tecnopedagógico de las dos experiencias piloto, los ejercicios y algunos resultados preliminares relacionados con el aprovechamiento de los estudiantes.

Evaluación de usabilidad

Las evaluaciones formales de usabilidad de un software en línea pueden ser muy complejas y llevar mucho tiempo, nuestro acercamiento, puesto que no somos los desarrolladores, fue a nivel de dos tipos de usuario: a) como estudiante (2 participantes) y b) como profesor (5 participantes), en ambos casos con conocimientos suficientes en el manejo de software y entornos de aprendizaje *on line* para que la carencia de estas habilidades no constituyeran una fuente de posibles errores en su utilización. En esta evaluación se contó con la colaboración de estudiantes de licenciatura de la Universidad La Salle de Cuernavaca, y de una de sus profesoras además del grupo de investigadores.

La evaluación se realizó en tres etapas (Cfr. Anexo 5), la primera de ellas fue navegar en el software para reconocer sus características, la segunda etapa consistió en una evaluación basada en la lista de verificación (checklist) de Xerox Corporation², la cual ha sido utilizada en evaluaciones profesionales de software y, finalmente, la tercera etapa consistió en la captura³ de los errores encontrados en el curso *online*. La evaluación solo se realizó en el curso de Álgebra 1 A, el cual consta de cuatro unidades y 19 lecciones, de las cuales solo se revisaron 16, por los estudiantes y profesores participantes, como se especifica en la tabla 3.

Tabla 3. Lecciones de las unidades revisadas.

Unidad	Lección	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3	Estudiante 1	Profesor 4	Estudiante 2	Profesor 5
1	1	x						
	2	x						
	3		x					
	4		x					
2	5		x					
	6							x

² Weiss, E. (1993). Heuristic Evaluation - A System Checklist. The Xerox Company

³ Captura: imagen generada por el uso de las teclas "print screen" o "alt+print screen", las cuales se graban después como archivos ".jpg".

	7			x				
	8			x				
	9			x				
3	10				x	x		
	11				x	x		
4	15						x	x
	16						x	x

En la tabla 4 se muestra un resumen de los resultados para cada uno de los aspectos evaluados del instrumento utilizados. En la columna de evaluación se indica de manera general los aspectos positivos para cada rubro y algunos de los errores detectados.

Tabla 4. Aspectos evaluados en el curso de álgebra en línea.

	Aspecto	Evaluación del curso de álgebra
1.	Visibilidad del estado del sistema	<p>En términos generales el curso en línea mantiene visible la ruta de navegación del usuario, es consistente en la presentación de la información, el flujo de presentación de datos, el tipo de mensajes de error y los iconos utilizados.</p> <p>Los errores encontrados en este aspecto son los siguientes:</p> <p>a. Al final de cada sección de información sobre un tema no hay indicaciones de que se ha concluido y cómo regresar al menú principal.</p> <p>b. Hay texto no traducido.</p> <p>c. En el paso del "menu" principal a los elementos "multimedia" y "lección" no hay indicaciones de cómo regresar al menú anterior, tampoco se indica, en el caso de ir de la "lección" a la "multimedia" desde el menú principal, que estos ocuparán la misma ventana, perdiéndose la visibilidad de una u otra.</p> <p>d. se requiere mejorar la retroalimentación visual, debe ser más explícita y no limitarse al cambio de forma del cursor.</p>
2.	Coincidencias entre el sistema y el mundo real	<p>En general el sistema sigue una secuencia lógica adecuada y mantiene constantes los iconos que el usuario puede utilizar. Los menús escritos y la narración, por lo general, utilizan palabras adecuadas para los estudiantes.</p> <p>No todos los iconos pueden resultar familiares a un estudiante principiante, si pueden serlo para un profesor o un estudiante avanzado.</p>
3	Control y libertad del usuario	<p>Puesto que el curso en línea es muy parecido a un sistema tutor, las características señaladas en este aspecto prácticamente no pueden aplicarse. El usuario está condicionado a seguir rutas fijas de presentación y ejercitación del contenido. La única opción de avance y retroceso es en el texto y audio de las lecciones. No hay tampoco posibilidad de que el usuario deshaga una acción ya realizada.</p>
4	Consistencia y	El curso es consistente en cuanto a colores, iconos, menús, tamaños

	Aspecto	Evaluación del curso de álgebra
	normas	y tipos de letra empleados y la secuencia de la presentación de la información. También es consistente en la forma en que se ingresan los datos, la manera en que retroalimenta (positiva o negativamente), aunque hay inconsistencias cuando se capturan datos de respuestas a preguntas y, aunque correctas, se retroalimenta negativamente. Los menús están en castellano, la mayoría de las indicaciones también, pero se encuentran errores de traducción o de falta de ésta en algunos lugares. Además no todas las retroalimentaciones están en español.
5	Ayuda a los usuarios para reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores	Este aspecto se refiere a los errores del sistema, no a los errores posibles de un usuario cuando trabaja con los temas de matemáticas. En este caso el curso on line carece completamente de avisos y ayudas del sistema para que un usuario pueda en dado caso recuperarse de un posible error.
6	Prevención de errores	El diseño del curso (como sistema) minimiza los errores o que los usuarios los cometan. Sería deseable que se dieran algunos avisos, advirtiendo sobre las consecuencias del uso de algunas teclas (la combinación de Alt+F4 y Alt + F6).
7	Reconocer es mejor que recordar	La interfaz del curso en línea es consistente en la forma de presentar las diferentes regiones de trabajo y la información que se presenta en cada una de ellas. El usuario tiene a su disposición la información que se requiere para responder a los ejercicios y problemas que se le plantean. Sería posible mejorar el software siguiendo las indicaciones sobre las variaciones del tamaño de texto, dependiendo de su importancia relativa en una u otra región de trabajo. Aunque los colores y el contraste entre ellos es adecuado en la mayoría del curso, en algunos pies de página donde se indica la tarea de un tema, los colores no son adecuados, son amarillos con fondo naranja o blancos con fondo amarillo (además algunos no están traducidos).
8	Flexibilidad y diseño minimalista	El curso está diseñado solo para el tipo promedio de usuarios, no distingue entre novatos y expertos, mantiene un solo nivel de dificultad en los ejercicios que plantea. El tipo de interacción que permite es único y rígido, lo que no permite que el usuario utilice más que algunas teclas y el Mouse.
9	Estética y diseño minimalista	Las pantallas de diálogos son adecuadas al esquema de presentación de contenidos utilizado, las zonas de trabajo están bien delimitadas con colores y líneas que identifican cada área. Los menús están contextualizados a la temática de estudio y se usa un lenguaje apropiado.
10	Ayuda y documentación	No hay ayudas ni en papel ni <i>on line</i> sobre el sistema. El software es de fácil manejo y el tipo de tareas no requiere de una guía detallada de las acciones que deben realizarse.
11	Habilidades para la navegación.	Los criterios de las habilidades para la navegación del software no se aplican al curso, porque el tipo de tarea no exige más que un seguimiento secuencial, por parte del estudiante.
12	Interacción	En general el curso en línea proporciona los elementos para la

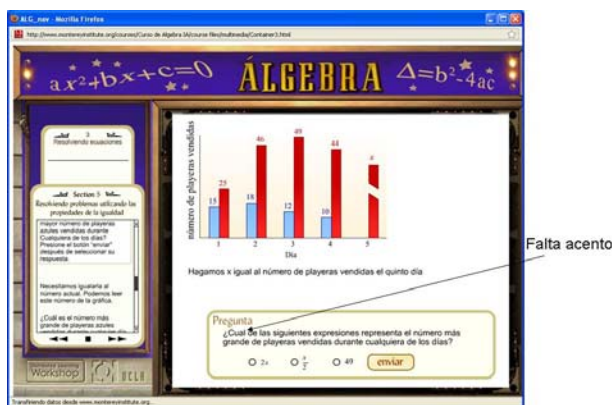
	Aspecto	Evaluación del curso de álgebra
	placentera y respetuosa con el usuario	interacción con el usuario, de tal manera que éste puede utilizarlo sin mayores complicaciones. Los iconos, las diferentes secciones de la interfaz son agradables, pues se utilizan colores y regiones bien delimitadas. Se trabaja en una ventan única la cual va proporcionando la información requerida de las lecciones. Los campos de ingreso por teclado o Mouse son fáciles de localizar y utilizar. Aunque hay errores en el funcionamiento de animaciones y en la adquisición de datos.
13	Privacidad	Dadas las características del curso, esto es, su uso es abierto y no se guardan registros de la actividad ni del desempeño de los usuarios, los criterios de privacidad no son aplicables.

En términos generales la evaluación de usabilidad resulta positiva aunque se registran errores particularmente en los procesos interactivos que podrían afectar el desempeño del material en términos pedagógicos.

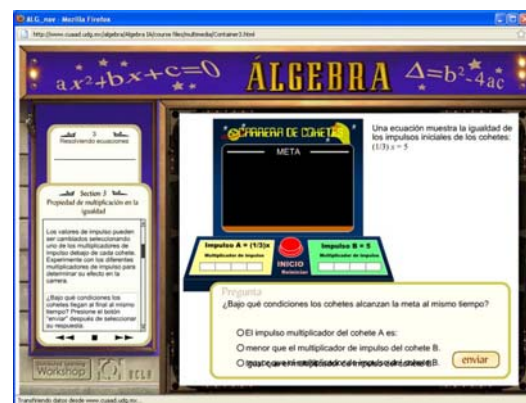
Tipos de errores identificados

Se identificaron cinco tipos de errores en el curso de álgebra *online*, son los siguientes:

1. **Ortográficos y tipográficos:** los más comunes son falta de acentos y sobreposición de caracteres o símbolos matemáticos (capturas 1 a y 1 b).

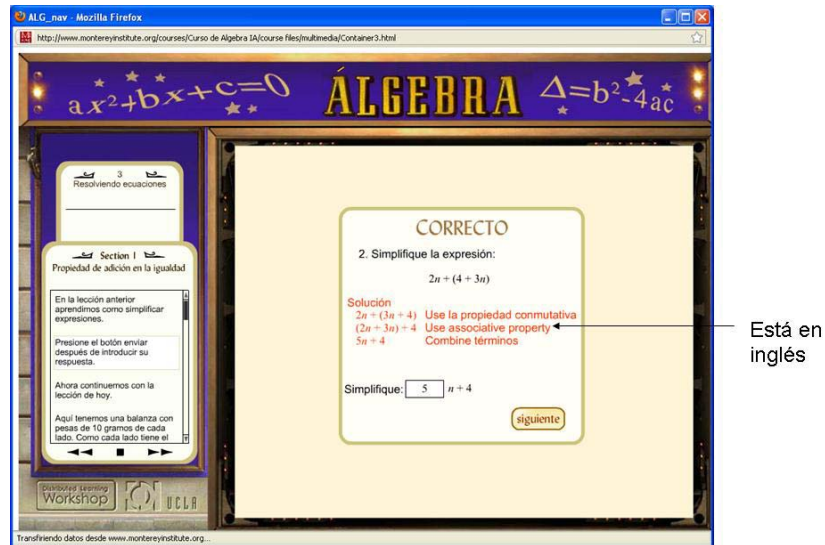


Captura 1 a. Ejemplo de error ortográfico.



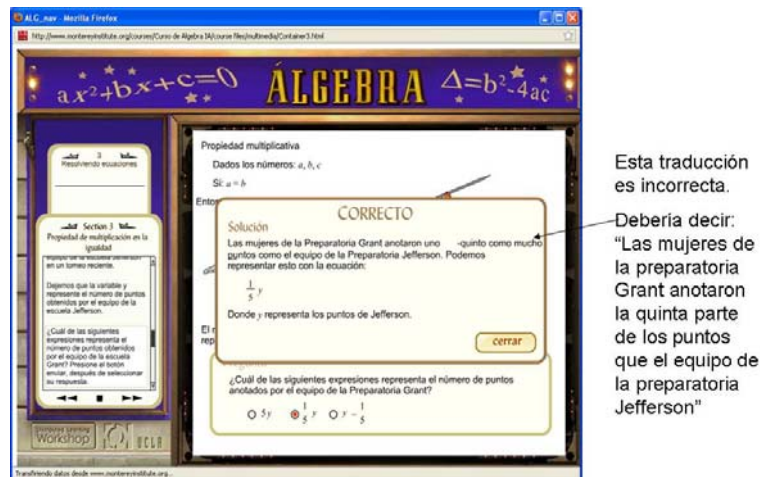
Captura 1 b. Ejemplo de sobreposición de caracteres.

2. **Textos sin traducción:** tanto en el cuerpo de las explicaciones de algunos temas, en algunas interfaces de errores, de respuestas correctas y en algunas tareas y cuestionarios (Captura 2)



Captura 2. Ejemplo de falta de traducción.

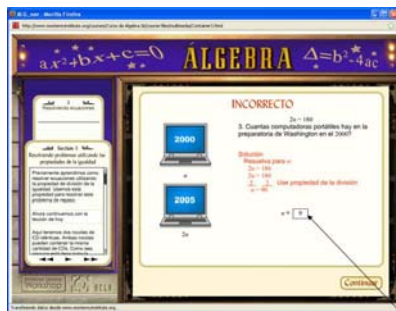
3. **Textos mal traducidos,** en el planteamiento de problemas o aclaraciones en las explicaciones de los temas (Captura 3).



Captura 3. Ejemplo de textos mal traducidos.

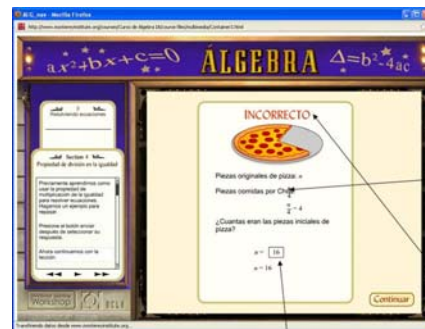
4. **Mal funcionamiento de los objetos interactivos:** en varios de ellos no se puede escribir la respuesta, no se pueden realizar las actividades (no hay movimientos o

los indicadores no funcionan), aparece una retroalimentación de respuesta incorrecta aunque el resultado sea correcto, etc. (Capturas 4 a y 4 b).



Nuevamente no se pueden meter dos dígitos en el cuadro de diálogo, por lo que no se puede meter la respuesta correcta, el audio no corresponde con lo que se muestra en la pantalla.

Captura 4a. No se puede ingresar la respuesta correcta.

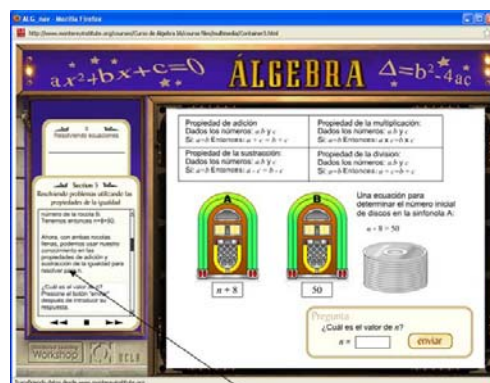


A pesar que la respuesta es correcta, manda el mensaje de "incorrecto"

Están encimados los números que representan las piezas comidas por Chris

Captura 4b. Respuesta correcta y retroalimentación con mensaje de "incorrecto".

- Conceptuales:** expresiones ambiguas en la definición de conceptos, uso ambiguo de conceptos (captura 5), etc.



En el audio hay un error conceptual, se pide que se resuelva "n" debería decir lo mismo que el texto "resolver para "n".

Captura 5. Uso ambiguo del concepto resolver, se resuelve una ecuación, se encuentra el valor de una incógnita.

Con base en esta evaluación y con el conocimiento de los errores encontrados en la versión en castellano del curso de álgebra online se procedió a realizar los análisis previos al diseño

de las secuencias didácticas, para cada situación y nivel educativo, como se describe en los siguientes apartados.

Articulación de contenidos y objetivos del curso en línea con los cursos regulares.

Como antes se ha expuesto, el análisis sobre la posibilidad de articulación de los objetivos y los contenidos del curso de álgebra de NROC con los cursos regulares en tres niveles educativos y en instituciones públicas y privadas, se llevó a cabo con la participación de cuatro profesores, lo que permite realizar la evaluación tecnopedagógica en el contexto cotidiano de éstos, aún cuando se han añadido elementos de verificación que permitan monitorizar los procedimientos y resultados obtenidos.

En los siguientes apartados se describen de forma sucinta los resultados preliminares de los análisis realizados sobre los objetivos, los contenidos y el diseño tecnopedagógico de dos experiencias piloto.

Similitudes en los contenidos del curso de álgebra online y los cursos regulares

El primer análisis que se efectuó fue sobre qué tanta compatibilidad había entre los contenidos de los cursos regulares y el curso online.

El análisis de compatibilidad de contenidos se efectuó a partir de que cada profesor identificó un tema en dónde sus alumnos por lo regular habían presentado dificultades o, desde su punto de vista, requería de recursos adicionales para que su comprensión. Con base en esta primera idea, cada profesor revisó el curso de álgebra online y además de ratificar o marcar nuevos errores en el libro electrónico, identificaron los temas que parecían relacionarse con su curso regular, este análisis, en el nivel de secundaria, fue realizado por una de las profesoras participantes de la escuela Bandera Nacional. En la tabla 5 se muestran los temas coincidentes en los cursos de matemáticas regulares y del curso online.

Tabla 5. Los temas coincidentes en los cursos regulares y online.

Nivel	Curso	Tema en su curso	Tema en el curso de
-------	-------	------------------	---------------------

		regular	álgebra online.
Secundaria	Matemáticas I	Ecuaciones	Resolviendo Ecuaciones
Bachillerato privado	Matemáticas II	Resolución de sistemas de ecuaciones con dos incógnitas	Resolución de sistemas de ecuaciones con dos incógnitas
Bachillerato de la UAEM	Matemáticas III	Resolución de Ecuaciones cuadráticas	Relaciones, funciones y ecuaciones cuadráticas
Licenciatura	Nivelación en matemáticas	Simplificación y evaluación de expresiones racionales	Curso 1 A. Unidad 1, lecciones 1 y 2. Curso 1 B. unidad 5, lecciones 20 a 24.

En el caso del curso de Nivelación en matemática, al ser un curso remedial e intensivo, se eligieron los temas con base en el desempeño de los estudiantes en el examen de admisión y en las recomendaciones efectuadas por otros profesores que han impartido dicho curso con anterioridad (Cfr. Anexo 2).

Aunque hay coincidencia en los contenidos, la forma en que se presenta en el curso de álgebra online comparado con el temario de los cursos de cada una de las instituciones participantes está distribuido en un mayor número de lecciones y mezclado con otros temas, esta diferencia se debe a que el curso de algebra sigue una exposición que dado el enfoque pedagógico, debe ser linealmente secuenciado y cada tema debe poder estudiarse de forma independiente, lo que no pasa con los temarios de las escuelas participantes. Esta diferencia de presentación de contenidos dificultó realizar inicialmente la comparación de los temas, aunque como puede verse en el último renglón de la tabla 5, si pudieron identificar los temas y compararlos.

En general los profesores no encontraron diferencias significativas entre los contenidos de sus cursos regulares y los del curso de álgebra online, en los cuatro casos analizados. Para el nivel de secundaria se afirma que “Los contenidos como los ejercicios de NROC son semejantes a los contenidos y actividades de los contenidos del curso de institución.” (Cfr. Anexo 4).

Para los cursos de bachillerato independientemente de la temática estudiada consideraron que los contenidos relacionados con el tema de resolución de ecuaciones con

dos incógnitas “son compatibles tanto de conceptos, conocimientos previos y habilidades necesarias requeridas para abordar el tema” (Cfr. Anexo 1)

En cuanto al curso remedial del nivel licenciatura, el profesor fue mucho más explícito al correlacionar los requerimientos de su curso con los recursos ofrecido por el curso de álgebra, como se puede observar en el segmento siguiente:

“... para desarrollar el tema seleccionado se requieren de conocimientos básicos de aritmética y propiedades de los números reales. El NROC apoya en estos temas con la parte de Álgebra IA en la unidad uno con la lección 1 y 2. También se requieren conocimientos de álgebra con los temas: leyes de signos, exponentes, coeficientes, signos de agrupación, suma, resta, multiplicación, división y factorización. El NROC apoya con la parte de Álgebra IB en la unidad cinco con las lecciones 20 a 24. ...” (Cfr. Anexo 2)

Solo una de las profesoras de bachillerato identifica incompatibilidades, aunque ella las considera mínimas, en el segmento siguiente se recogen las dos diferencias encontradas en el curso de álgebra online:

“Al realizar el análisis de contenidos también se observa que existe una incompatibilidad mínima. Básicamente existen 2 diferencias las cuales son:

- a) No se presentan en el material el uso y operaciones de los números racionales. Los cuales también son empleados en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas.
- b) Otro aspecto importante es que se manejan en la resolución de problemas los temas de velocidad y trabajo, conceptos que aún no se han estudiado en clase. Esto ocasiona un aumento en el grado de dificultad de los problemas presentados en este tema ya que estos temas se introducirán en una materia subsecuente que es la materia de física I. Sin embargo esto no impide la comprensión del tema.” (Anexo 1)

El curso de álgebra online tiene un amplio espectro de temas correspondientes del nivel de secundaria o bachillerato pero no son totalmente incluidos en los programas de estudio de las escuelas de nivel medio y medio superior en México.

Similitudes en los objetivos de aprendizaje del curso de álgebra online y los cursos regulares

Una vez localizados los temas afines se analizaron los objetivos de aprendizaje correspondientes a dichos contenidos. Sabíamos desde el inicio que esta comparación era

difícil puesto que la expresión de objetivos de aprendizaje del curso en línea debería ser muy general, ya que éste está pensado para una consulta, pública, abierta y, en esencia, autodidacta. Contrario a los cursos regulares los cuales están pensados para un nivel educativo específico, siguen una secuencia curricular y están dirigidos a poblaciones específicas, sin embargo, para efectos de la evaluación tecnopedagógica era necesario conocer los objetivos de aprendizaje para después articularlos dentro de las secuencias didácticas.

Una primera observación es el que los objetivos están expresados de forma diferente, mientras el curso de álgebra online los expresa con un verbo y una aplicación de manera concreta (**Lección 25, Objetivos:** Graficará $y = x^2$ por puntos" anexo 3; "Resolver ecuaciones utilizando las propiedades de la igualdad" anexo 4), la expresión de los objetivos en los cursos regulares tiende a ser menos precisa o a englobar mayor cantidad de conceptos ("**Objetivos de la Unidad** Identificar relaciones y funciones cuadráticas" Anexo 3; "Resolver problemas que impliquen en planteamiento y la resolución de ecuaciones de primer grado de la forma: $ax+bx+c = dx+ex+f$ y con paréntesis en uno o en ambos miembros de la ecuación, utilizando coeficientes enteros o fraccionarios, positivos o negativos" Anexo 4).

Otra diferencia es en el número de objetivos para un mismo tema, mientras que el curso de álgebra online presenta listas extensas que pueden considerarse uno a uno con los temas a trabajar en cada lección de cada unidad, los objetivos de los cursos regulares – en todos los casos – tienden a englobar en uno solo varias acciones y habilidades a ser desarrolladas por el estudiante.

A pesar de estas diferencias los profesores en general consideran que los objetivos de ambos cursos son compatibles y sólo en un caso se marcan diferencia como se expresa en la secuencia siguiente:

"Existe una incompatibilidad mínima. Básicamente existen 2 diferencias las cuales son:

- a) La presentación de la resolución de sistemas de ecuaciones por método gráfico únicamente se presenta el método de intersecciones para encontrar la solución y se omite el *método de tabulación*.

- b) No aparece la resolución de estos sistemas de ecuaciones por el *método de igualación* que está marcado en el programa oficial. Sin embargo, considero que son suficientes los presentados por el material.” Anexo 1

Desde el punto de vista de la teoría de la actividad las expresiones de los objetivos en ambos casos adolecen de una mejor caracterización de las habilidades matemáticas implicadas y del contexto específico de la aplicación de dicha habilidad, esta situación se ha visto después corregida por los profesores en sus diseño de intervenciones didácticas, como a continuación se muestra.

El diseño tecnopedagógico de dos experiencias piloto.

Desde el punto de vista tecnopedagógico y con base en la Teoría de la actividad y una vez identificados los objetivos y temas en que se trabajará, una de las acciones que sigue es la caracterización de la habilidad en términos de acciones y operaciones, de tal manera que se pueda diseñar las Bases de Orientación y el sistema de ejercicios que permitan el desarrollo de las habilidades identificadas. Estas acciones se concretaron de forma diferente según la modalidad y temas elegidos, lo que sigue es una descripción concisa de cómo estos elementos se concretaron en el diseño de los cursos tanto en la modalidades e-learning y b-learning.

El curso b – learning de matemáticas II del bachillerato del CETEC de Temixco, Morelos.

El tema elegido para la evaluación del curso de álgebra online de NROC fue el de “Resolución de sistemas de ecuaciones con dos incógnitas” correspondiente al curso de matemáticas II del bachillerato semiescolarizado del CETEC, Temixco, Morelos. En este tema se identificaron dos habilidades: “resolver sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas, por el método gráfico” y “resolver problemas de aplicación”.

Caracterización de las habilidades

La profesora caracterizó estas habilidades siguiendo los lineamientos de la teoría, de la forma siguiente:

Habilidad “resolver sistemas de ecuaciones con dos incógnitas por el método gráfico”

ACCIÓN	OPERACIÓN
1. Determinar las intersecciones de cada ecuación con los ejes.	<p>Intersección con el eje Y.</p> <p>1. Tomar la Ec. 1 y sustituir el valor de la variable X=0.</p> <p>2. Despejar la variable Y.</p> <p>3. Unir en una coordenada los valores de X y Y, P(X, Y)</p> <p>Intersección con el eje X.</p> <p>4. Tomar la Ec. 2 y sustituir el valor de la variable Y=0.</p> <p>5. Despejar la variable X.</p> <p>6. Unir en una coordenada los valores de X y Y, P(X, Y)</p>
2. Trazar el plano cartesiano.	<p>1. Trazar una línea horizontal, el eje X y perpendicular a esta una línea vertical, el eje Y.</p> <p>2. Colocar la numeración a los ejes, Eje X a la derecha valores positivos, Eje X a la izquierda valores negativos Eje Y hacia arriba valores positivos Eje Y hacia abajo valores negativos</p>
ACCIÓN	OPERACIÓN
3. Graficar cada ecuación.	<p>1. Localizar los puntos de intersección con los ejes de la Ec. 1 y trazar la recta correspondiente.</p> <p>2. En el mismo plano cartesiano, localizar los puntos de intersección con los ejes de la Ec.2 y trazar la recta correspondiente</p>
4. Encontrar la solución del sistema de ecuaciones.	<p>1. Identifica el punto de intersección entre las rectas.</p> <p>2. Cuenta cuantas unidades hay a lo largo del eje X y luego en el eje Y.</p> <p>3. El punto solución es P(X, Y).</p>
5. Comprobación	<p>1. Sustituir los valores de la solución en Ec. 1 y Ec. 2.</p> <p>2. Efectuar las operaciones correspondientes.</p> <p>3. Verificar la identidad.</p>

Habilidad “resolver problemas de aplicación”

Acciones	Operaciones
1. Leer y comprender el problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leer el problema las veces que sea necesario hasta lograr comprenderlo. a) Identificar las palabras que conoces y las que no conoces. b) Explicar el problema con tus propias palabras. c) Realizar una representación del problema por medio de un dibujo, tabla, diagrama o esquema. 2. Identificar las incógnitas y los datos que intervienen en el problema. a) Asignar una literal a cada una de las incógnitas. b) Escribir los datos que aparecen en el enunciado.
2. Análisis del problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la relación entre los datos y la incógnita. a) Traducir al lenguaje algebraico la o las relaciones entre las variables y los datos. b) Plantear la primera ecuación. c) Plantear la segunda ecuación.

Acciones	Operaciones
3. Resolver el sistema de ecuaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elegir el método para resolver el sistema de ecuaciones generado por el método gráfico, reducción, igualación o sustitución. 2. Resolver el sistema de ecuaciones. 3. Anotar la solución.
4. Verificación de la solución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobación de la solución en el sistema de ecuaciones. 2. Sustituir los valores de X y Y para comprobar que la solución encontrada satisfaga las ecuaciones. 3. Verificar cada paso del razonamiento en caso de que la solución sea incorrecta: leer el problema, verificar el sistema de ecuaciones planteado, su solución y comprobación.
5. Interpretación de la solución en términos del problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asignar a cada incógnita X y Y, el valor que le corresponde en términos del problema. 2. Interpretar el resultado. Explicar en mis propias palabras el significado de la solución del problema o ejercicio.

Propuesta de base de orientación

Para el proceso instructivo la caracterización de las habilidades se complementa con un conjunto de preguntas que permiten la autorregulación del aprendizaje por parte de los estudiantes, lo que le permite reflexionar y evaluar las acciones que realiza cuando ejecuta la tarea. La profesora propone las siguientes Bases de Orientación para la Acción (BOAs) para apoyar el desarrollo de las habilidades antes identificadas (Tablas 6 y 7):

Tabla 6. Base de orientación para la habilidad de resolver un sistema de ecuaciones lineales de dos incógnitas por el método gráfico.

ACCIÓN	OPERACIÓN	PREGUNTAS DE CONTROL
1. Determinar las intersecciones de cada ecuación con los ejes.	<p>Intersección con el eje Y.</p> <p>1. Tomar la Ec. 1 y sustituir el valor de la variable X=0.</p> <p>2. Despejar la variable Y.</p> <p>3. Unir en una coordenada los valores de X y Y, P(X, Y)</p> <p>Intersección con el eje X.</p> <p>4. Tomar la Ec. 2 y sustituir el valor de la variable Y=0.</p> <p>5. Despejar la variable X.</p> <p>6. Unir en una coordenada los valores de X y Y, P(X, Y)</p>	<p>¿Cómo encuentras el punto de intersección con el eje Y?</p> <p>¿El punto que encontraste es una intersección con el eje Y?</p> <p>¿Cómo encuentras el punto de intersección con el eje X?</p> <p>¿El punto que encontraste es una intersección con el eje X?</p>
2. Trazar el plano cartesiano.	<p>1. Trazar una línea horizontal, el eje X y perpendicular a esta una línea vertical, el eje Y.</p> <p>2. Colocar la numeración a los ejes, Eje X a la derecha valores positivos, Eje X a la izquierda valores negativos Eje Y hacia arriba valores positivos Eje Y hacia abajo valores negativos</p>	<p>¿Cómo trazas el plano cartesiano?</p> <p>¿Cómo colocas los valores positivos y negativos a lo largo del eje X y eje Y?</p>
3. Graficar cada ecuación.	<p>1. Localizar los puntos de intersección con los ejes de la Ec. 1 y trazar la recta correspondiente.</p> <p>2. En el mismo plano cartesiano, localizar los puntos de intersección con los ejes de la Ec.2 y trazar la recta correspondiente</p>	<p>¿Cómo graficas cada ecuación?</p> <p>¿Los puntos localizados tienen la forma P(X, Y) ?</p>
4. Encontrar la solución del sistema de ecuaciones.	<p>1. Identifica el punto de intersección entre las rectas.</p> <p>2. Cuenta cuantas unidades hay a lo largo del eje X y luego en el eje Y.</p> <p>3. El punto solución es P(X, Y).</p>	<p>¿Qué haces para encontrar la solución del sistema de ecuaciones?</p> <p>¿La solución es un par ordenado?</p>
5. Comprobación	<p>1. Sustituir los valores de la solución en Ec. 1 y Ec. 2.</p> <p>2. Efectuar las operaciones correspondientes.</p> <p>3. Verificar la identidad.</p>	<p>¿Cómo comprobas el resultado obtenido?</p> <p>¿Obtuviste la identidad?</p>

Tabla 7. Base de orientación para resolver problemas de aplicación.

Acciones	Operaciones	Preguntas de control
1. Leer y comprender el problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Leer el problema las veces que sea necesario hasta lograr comprenderlo. a) Identificar las palabras que conoces y las que no conoces. b) Explicar el problema con tus propias palabras. c) Realizar una representación del problema por medio de un dibujo, tabla, diagrama o esquema. 2. Identificar las incógnitas y los datos que intervienen en el problema. a) Asignar una literal a cada una de las incógnitas. b) Escribir los datos que aparecen en el enunciado. 	<p>¿Hay alguna palabra que no conozcas en el enunciado del problema?</p> <p>¿Podrías explicar el problema en tus propias palabras?</p> <p>¿Necesitas elaborar un diagrama que te ayude para comprender mejor el problema?</p> <p>¿Qué incógnitas o variables intervienen en el problema?</p> <p>¿Qué datos además de las incógnitas incluye el problema?</p>
2. Análisis del problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer la relación entre los datos y la incógnita. a) Traducir al lenguaje algebraico la o las relaciones entre las variables y los datos. b) Plantear la primera ecuación. c) Plantear la segunda ecuación. 	<p>¿Cómo se traducen al lenguaje algebraico los términos de las oraciones del enunciado del problema?</p> <p>¿Qué términos constituyen la primera ecuación?</p> <p>¿Qué términos constituyen la segunda ecuación?</p> <p>¿Las ecuaciones incluyen las incógnitas y los datos del problema?</p>
3. Resolver el sistema de ecuaciones.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elegir el método para resolver el sistema de ecuaciones generado por el método gráfico, reducción, igualación o sustitución. 2. Resolver el sistema de ecuaciones. 3. Anotar la solución. 	<p>¿Cuál es el método mas adecuado para resolver el sistema de ecuaciones?</p> <p>¿Qué método puedes utilizar para resolver el sistema de ecuaciones?</p> <p>¿Cuál es la solución del sistema de ecuaciones?</p>
4. Verificación de la solución.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprobación de la solución en el sistema de ecuaciones. 2. Sustituir los valores de X y Y para comprobar que la solución encontrada satisfaga las ecuaciones. 3. Verificar cada paso del razonamiento en caso de que la solución sea incorrecta: leer el problema, verificar el sistema de ecuaciones planteado, su solución y comprobación. 	<p>¿Sustituiste los valores de X y Y en el sistema de ecuaciones?</p> <p>¿La solución satisface el sistema de ecuaciones?</p> <p>¿Verificaste cada paso del razonamiento?</p>
5. Interpretación de la solución en términos del problema.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Asignar a cada incógnita X y Y, el valor que le corresponde en términos del problema. 2. Interpretar el resultado. Explicar en mis propias palabras el significado de la solución del problema o ejercicio. 	<p>¿Qué representan las incógnitas en términos del problema?</p> <p>¿Cuál es la interpretación que le das al resultado?</p> <p>¿Podrías expresar con tus propias palabras lo que representa la solución a este problema?</p>

Propuesta de sistema de ejercicios

Con base en la caracterización de las habilidades y tomando en consideración las BOAs diseñadas, la profesora desarrollo un sistema de ejercicios que apoyara al estudiante para el

desarrollo de la habilidad, en la tabla 8 se muestra cómo la profesora aplica la base las acciones correspondientes a la BOA de "solución de ecuaciones lineales con dos incógnitas por el método gráfico" lo que le permite reflexionar sobre los aspectos relevantes que considera cada estudiantes de be realizar en cada una de las acciones.

Tabla 8. Uso de la Boa para el planteamiento de ejercicios.

ACCIONES	EJERCICIO
0. Identificar que la ecuación sea lineal.	<p>Ejercicios. Donde se presenten ecuaciones lineales y no lineales.</p> $\left. \begin{array}{l} 2x^2 - y = -7 \\ 2x - y = -1 \end{array} \right\}$ <p>a)</p> $\left. \begin{array}{l} 2x + y^2 = 5 \\ 5x = 9 + y \end{array} \right\}$ <p>b)</p>
1.Determinar dos puntos de las gráficas de las rectas: ❖ Método A. Por medio de las intersecciones de cada recta con los ejes. ❖ Método B. Por tabulación.	<p>Dado el sistema de ecuaciones:</p> $\left. \begin{array}{l} x+y=2 \\ 2x+y=5 \end{array} \right\}$ <p>Ejercicios para determinar dos puntos de una recta por tabulación de manera que se complemente lo que se presenta en el material.</p>
2. Trazar el plano cartesiano.	Trazo del plano cartesiano en papel cuadriculado u hoja milimétrica y regla.
3. Graficar cada ecuación.	<p>Es importante que el estudiante realice el trazo con lápiz y papel para interiorizar esta acción.</p> $\left. \begin{array}{l} x+2y=6 \\ x-3y=1 \end{array} \right\}$
4. Encontrar la solución del sistema de ecuaciones.	<p>Los estudiantes localizan en su gráfica el punto de intersección.</p> $\left. \begin{array}{l} 3x+y=7 \\ X+2y=-1 \end{array} \right\}$
5.Comprobación	<p>Verificar la solución con papel y lapiz:</p> $\left. \begin{array}{l} a) \\ 2x+4y=0 \\ x-2y=4 \end{array} \right\} \quad P(2,-1) \quad \text{Si es solución.}$ $\left. \begin{array}{l} 3x-2y=7 \\ 5x+6y=-7 \end{array} \right\} \quad P(1,2) \quad \text{No es solución.}$

El uso de la BOA le permitió a la profesora diseñar un sistema de ejercicios que de acuerdo con la teoría facilitaría el desarrollo de la habilidad, sin embargo, una pregunta plausible es si el tipo de ejercicios propuestos están incluidos en el curso de álgebra online, responder a esta pregunta permite hacer una evaluación teórica y pedagógica de los ejercicios que propone el curso en línea.

Un primer análisis comparativo lo efectúa esta misma maestra tomando como base el ejercicio mostrado en la tabla 8 la cual reformula en la tabla 9. En esta tabla se comparan los ejercicios de NROC y los desarrollados por ella.

Tabla 9. Comparación basada en la Boa de los ejercicios propuestos por el curso de álgebra online y los desarrollados por la profesora.

Acciones	Álgebra online de NROC	Ejercicios propuestos
1. Identificar que la ecuación sea lineal.	No se presenta la acción.	Ejercicios. Donde se presenten ecuaciones lineales y no lineales. $\left. \begin{array}{l} 2x^2 - y = -7 \\ 2x - y = -1 \end{array} \right\}$ c) $\left. \begin{array}{l} 2x + y^2 = 5 \\ 5x = 9 + y \end{array} \right\}$ d)
1.Determinar dos puntos de las gráficas de las rectas: ❖ Método A. Por medio de las intersecciones de cada recta con los ejes. ❖ Método B. Por tabulación.	Dado el sistema de ecuaciones: $\left. \begin{array}{l} 2x+2y=8 \\ y-2x=-2 \end{array} \right\}$ En el material se determinan dos puntos de la gráfica de una recta por medio de intersecciones.	Dado el sistema de ecuaciones: $\left. \begin{array}{l} x+y=2 \\ 2x+y=5 \end{array} \right\}$ Ejercicios para determinar dos puntos de una recta por tabulación de manera que se complemente lo que se presenta en el material.
2. Trazar el plano cartesiano.	En el material no se indica como trazar el plano cartesiano. El estudiante solo tiene que observar el plano ya trazado donde también se indica cada uno de sus componentes.	Trazo del plano cartesiano en papel cuadriculado u hoja milimétrica y regla.
3. Graficar cada ecuación.	Únicamente se simula como lo debería de hacer en teoría el estudiante.	Es importante que el estudiante realice el trazo con lápiz y papel para interiorizar esta acción. $\left. \begin{array}{l} x+2y=6 \\ x-3y=1 \end{array} \right\}$

4. Encontrar la solución del sistema de ecuaciones.	Se pide al estudiante que observe varios sistemas resueltos y observe e indique la solución en un par ordenado.	Los estudiantes localizan en su gráfica el punto de intersección. $\left. \begin{array}{l} 3x+y=7 \\ X+2y=-1 \end{array} \right\}$
5.Comprobación	Únicamente el estudiante observa cómo se realizaría la comprobación.	Verificar la solución con papel y lapiz: b) $\left. \begin{array}{l} 2x+4y=0 \\ x-2y=4 \end{array} \right\} \quad P(2,-1) \quad \text{Si es solución.}$ $\left. \begin{array}{l} 3x-2y=7 \\ 5x+6y=-7 \end{array} \right\} \quad P(1,2) \quad \text{No es solución.}$

En esta comparación se muestran los componentes faltantes y coincidentes en ejercicios del mismo tipo. En el curso de álgebra online están considerados la mayor parte de los ejercicios que teóricamente propician el desarrollo de ésta habilidad.

La experiencia piloto.

Esta primera experiencia piloto con enfoque b-learning se desarrolló en las instalaciones del CETEC de Temixco, Morelos, se trabajó con dos grupos de estudiantes bajo el esquema cuasi-experimental, por lo que el “Grupo control” lo formaron doce estudiantes cuyas edades oscilaron entre 16 y 24 años, de los cuales ocho solo estudian y cuatro trabajan y estudian. El “Grupo experimental” lo formaron 10 estudiantes, entre los 17 y 25 años, todos trabajan y estudian. La participación de los estudiantes fue voluntaria y la consigna de la invitación fue “un curso para las personas que desearan aprender un poco de más matemáticas de lo que podrían aprender en un curso tradicional”.

Con el “Grupo control” se trabajaron 12 sesiones, una sesión por semana, del 12 de julio al 20 de agosto de 2010, cada sesión tuvo una duración de 2 horas, sin variar la actividad convencional de clase, es decir, únicamente se trabajó en el aula. La programación completa de las sesiones puede consultarse en el anexo 1.

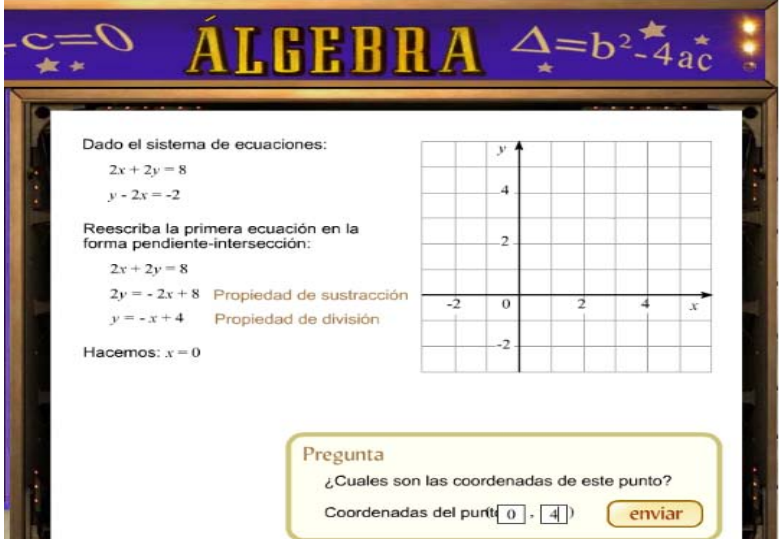
El “Grupo experimental” participó también en 12 sesiones, una sesión por semana, en las mismas fechas que el “Grupo control”, pero la duración de cada fue de 1 hora con 20 minutos. Estas sesiones además de los temas de álgebra incluyeron la capacitación a los estudiantes para acceder a la página del material de álgebra de NROC y el uso del programa Camtasia, este último sirvió para que los estudiantes grabaran su interacción con el curso de álgebra online. Algunos estudiantes invirtieron horas extras en la capacitación para poder acceder y explorar el material de álgebra de NROC y realizar las actividades. En este grupo además del aula se utilizó el Centro de cómputo 4. La programación completa de las sesiones puede consultarse en el anexo 1.

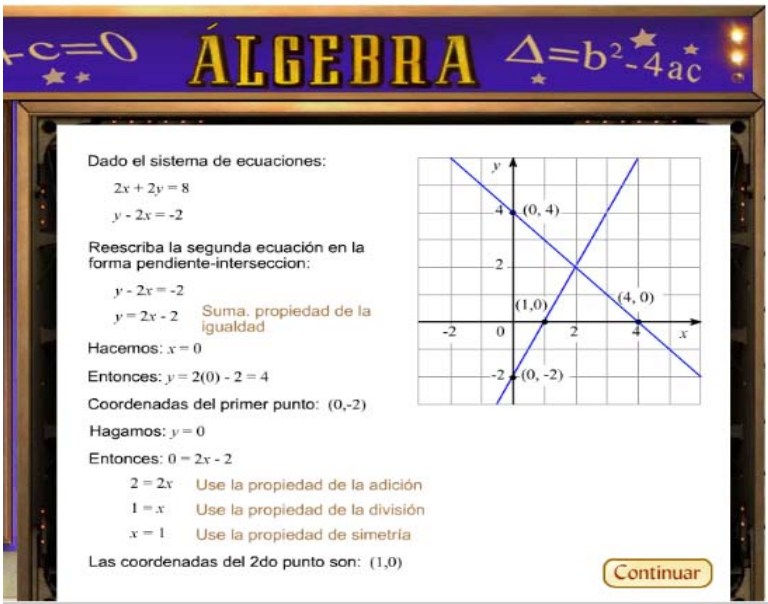
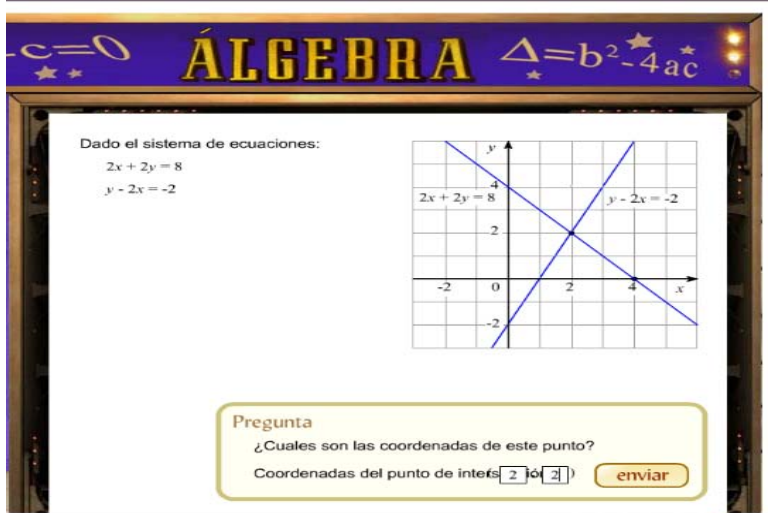
Para este grupo se diseñaron actividades que incluyeron el uso explícito del curso de álgebra online de tal manera que éste complementara las actividades realizadas en la clase, independientemente de que algunas se realizaban de forma individual y como trabajo complementario a la clase, véase en el anexo 1 un ejemplo de la actividad a realizar de forma independiente con el curso de álgebra online. También se incluyeron actividades para realizarse en equipos. La finalidad de todas las actividades fue el uso del curso de álgebra online y la utilización explícita de las bases de orientación diseñadas para apoyar el desarrollo de la habilidad.

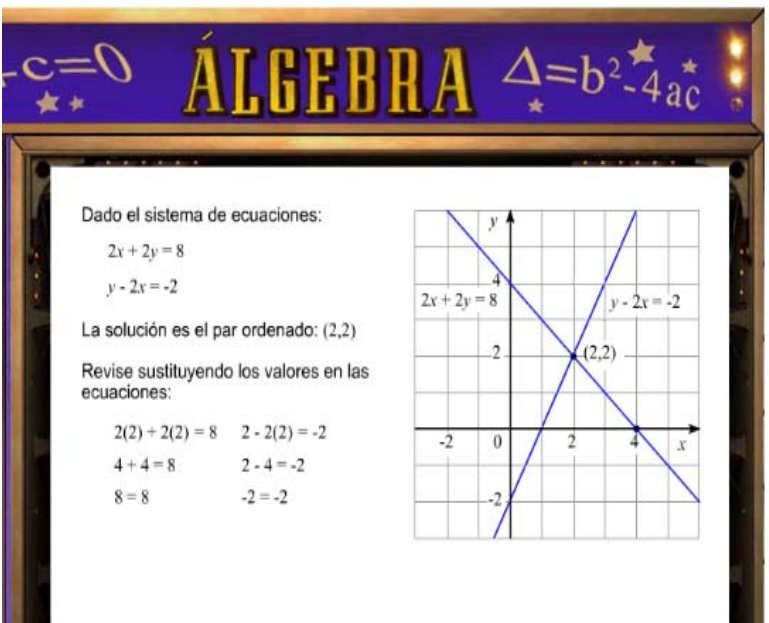
En cuanto al uso del curso de álgebra online fue utilizado por los estudiantes de acuerdo con las actividades planteadas por la profesora. Es importante señalar que el uso de Camtasia, el cual originalmente estuvo planeado para el registro de la interacción con el curso online, les fue útil a los estudiantes como material didáctico de apoyo a su trabajo individual, ya que podían revisar su actividad fuera de línea.

En la tabla 10 se ejemplifica el trabajo de un estudiante cuando resuelve un sistema de ecuaciones por el método gráfico, la profesora añadió en esta tabla las acciones que el estudiante tuvo que realizar de acuerdo con la BOA propuesta para esta habilidad.

Tabla 10. Ejecución de acciones en el curso de álgebra online.

ACCIONES	EJECUCIÓN DEL ESTUDIANTE
<p>ACCIÓN 1. Determinar dos puntos de las gráficas de las rectas: Método A. por medio de las intersecciones de cada recta con los ejes.</p> <p>ACCIÓN 2. Trazar el plano cartesiano.</p>	 <p>The screenshot shows a digital interface for an algebra course. At the top, there's a banner with the word "ÁLGEBRA" in large, stylized letters. To the left of the banner is the formula $-c=0$ and to the right is $\Delta=b^2-4ac$. Below the banner, the text reads: "Dado el sistema de ecuaciones: $2x + 2y = 8$ and $y - 2x = -2$". It then asks the user to "Reescriba la primera ecuación en la forma pendiente-intersección:" and shows the steps: $2x + 2y = 8$ becomes $2y = -2x + 8$ (labeled "Propiedad de sustracción") and then $y = -x + 4$ (labeled "Propiedad de división"). Below this, it says "Hacemos: $x = 0$". To the right of the text is a Cartesian coordinate system with x and y axes ranging from -2 to 4. At the bottom, there's a yellow box with the text "Pregunta: ¿Cuales son las coordenadas de este punto?" and a form to enter the coordinates, showing "0" in the x field and "4" in the y field, with an "enviar" button.</p>

ACCIONES	EJECUCIÓN DEL ESTUDIANTE
<p>ACCIÓN 3. Graficar cada ecuación</p>	 <p>Dado el sistema de ecuaciones:</p> $2x + 2y = 8$ $y - 2x = -2$ <p>Reescriba la segunda ecuación en la forma pendiente-intersección:</p> $y - 2x = -2$ $y = 2x - 2$ <p>Suma, propiedad de la igualdad</p> <p>Hacemos: $x = 0$</p> <p>Entonces: $y = 2(0) - 2 = -2$</p> <p>Coordenadas del primer punto: $(0, -2)$</p> <p>Hagamos: $y = 0$</p> <p>Entonces: $0 = 2x - 2$</p> $2 = 2x$ Use la propiedad de la adición $1 = x$ Use la propiedad de la división $x = 1$ Use la propiedad de simetría <p>Las coordenadas del 2do punto son: $(1, 0)$</p> <p>Continuar</p>
<p>ACCIÓN 4. Encontrar la solución del sistema de ecuaciones</p>	 <p>Dado el sistema de ecuaciones:</p> $2x + 2y = 8$ $y - 2x = -2$ <p>Pregunta</p> <p>¿Cuales son las coordenadas de este punto?</p> <p>Coordenadas del punto de intersección: <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="2"/></p> <p>enviar</p>

ACCIONES	EJECUCIÓN DEL ESTUDIANTE
ACCIÓN 5. Comprobación	 <p>Dado el sistema de ecuaciones:</p> $2x + 2y = 8$ $y - 2x = -2$ <p>La solución es el par ordenado: (2,2)</p> <p>Revise sustituyendo los valores en las ecuaciones:</p> $2(2) + 2(2) = 8 \quad 2 - 2(2) = -2$ $4 + 4 = 8 \quad 2 - 4 = -2$ $8 = 8 \quad -2 = -2$

Los resultados preliminares sobre la influencia del uso del curso de álgebra en el aprendizaje de los estudiantes

Siguiendo el enfoque metodológico de la pedagogía de la actividad se les aplicó a los estudiantes un examen de diagnóstico sobre los conocimientos previos requeridos para la comprensión del tema de sistemas de ecuaciones, este examen es un cuestionario de 9 preguntas que dan cuenta del conocimiento de los números enteros, los racionales, simplificación de expresiones, manejo de igualdades, sobre la graficación y resolución de ecuaciones lineales, traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico y un problema de aplicación. Los resultados resumidos se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Resumen de resultados del examen diagnóstico.

Tema:	Porcentaje GRUPO:	
	Control	Experimental
1. Localización de números enteros en la recta numérica	5/12= 42%	7/12= 58%
2. Interpreta la utilización de los números enteros.	9/12=75%	10/12=83%
3. Manejo de operaciones básicas con números enteros. Jerarquía de operaciones.	2/12=17%	2/12=17%

Tema:	Porcentaje GRUPO:	
	Control	Experimental
4. Resolución de ecuaciones de primer grado con una incógnita.	1/12=8%	3/12=25%
5. Relación directamente proporcional	10/12=83%	10/12=83%
6. Relación inversamente proporcional	4/12=33%	7/12=58%
7. Localización de puntos en el plano cartesiano.	5/12=42%	5/12=42%
8. Traducción del lenguaje natural al lenguaje algebraico.	1/12=8%	3/12=25%
9. Traducción de un problema a sistema de ecuaciones y su solución.	0/12 =0%	0/12 = 0%

Las preguntas de este diagnóstico que están directamente relacionadas con las habilidades identificadas son las que están listadas en los tres últimos renglones de la tabla 12, como se aprecia en ambos grupos los resultados muestran un bajo desempeño.

Al finalizar cada subtema del curso se aplicó un examen que exploraba el estado del desarrollo de la habilidad identificada en términos de las acciones que la componen. Ambos exámenes contenían preguntas sobre la resolución de sistemas y problemas de aplicación (en el anexo 1 pueden consultarse los exámenes y un ejemplo con las respuestas de un estudiante del grupo experimental).

En las tablas 13 y 14 se muestra el avance en el desarrollo de la habilidad en términos de las acciones que la caracterizan.

Tabla 13. Resultados para la habilidad “Resolver un sistema de ecuaciones”.

Item	Acción	GRUPO			
		Control	%	Experimental	%
0	Resuelve ecuaciones lineales con una incógnita	1/5	20	7/10	70
1	Determina dos puntos de las graficas	2/5	40	9/10	90
2	Traza el plano cartesiano	2/5	40	9/10	90
3	Grafica cada ecuación	2/5	40	8/10	80
4	Encuentra la solución	2/5	40	8/10	80

Item	Acción	GRUPO			
		Control	%	Experimental	%
5	Comprueba	2/5	40	7/10	70
6	Resuelve un problema de aplicación	4/5	80	2/10	20

Tabla 14. Resultados para la habilidad “Resolver problemas de aplicación”.

Item	Acción	GRUPO			
		Control	%	Experimental	%
1	Identifica un sistema según tipo de solución	1	100	9/11	82
2	Interpreta el resultado de un sistema de ecuaciones	3/5	60	9/11	82
3	Argumenta y comprende la solución	3/5	60	8/11	73
4	Resuelve un problema de aplicación	3/5	60	10/11	91

Los resultados del grupo control deben dimensionarse con relación al contexto en que se realizó el pilotaje, la invitación y participación abierta a los estudiantes para pertenecer a este grupo ocasionó que más del 50 % desertara, ante la ausencia de motivadores externos a los estudiantes que mantuvieran el grupo. En el caso del grupo experimental aunque también hubo deserción, ésta fue menor y el grupo se mantuvo durante el desarrollo de las actividades.

Algunos de los resultados del grupo experimental son indicativos de que los estudiantes, después de la intervención, realizan acciones que por lo regular no las hacen, por ejemplo en ambos exámenes realizan la verificación de la solución y la interpretación de ésta en términos del problema, lo que parece indicar que las secuencias didácticas diseñadas son correctas y el uso del curso de álgebra en línea es adecuado.

El análisis completo del pilotaje está en proceso, no se han completado los análisis de las respuestas de los exámenes (diagnóstico y final de cada tema), ni se ha concluido el análisis de la actividad de los estudiantes con el curso de álgebra online en las grabaciones hechas con Camtasia y aún se están revisando las entrevistas hechas a los estudiantes sobre la valoración del diseño tecnopedagógico del curso y especialmente sobre el papel del curso online en su aprendizaje.

El curso remedial e – learning en el Instituto Tecnológico de Zacatepec

El tema elegido para la evaluación del curso de álgebra online de NROC fue el de “Simplificación y evaluación de expresiones racionales” correspondiente al curso de álgebra del “Semestre 0” (curso de nivelación) del Instituto Tecnológico de Zacatepec, Morelos. En este tema se identificaron dos habilidades: “calcular” y “simplificar expresiones racionales”.

Caracterización de las habilidades

El profesor caracterizó estas habilidades siguiendo los lineamientos de la teoría, como se describe en las tablas 15 y 16:

Tabla 15. Habilidad “calcular”

Acciones	Operaciones
Sustituir el valor de las variables.	Revisar los términos que intervienen en la expresión racional.
	Reconocer las variables que contiene la expresión racional
	Identificar el exponente de las variables comunes en el numerador y el denominador.
	Sustituir el o los valores en cada una de las variables de la expresión racional.
Realizar las operaciones que corresponden a cada término algebraico.	Realizar las operaciones en el numerador y el denominador de la expresión racional.
	Reducir las operaciones del numerador y el denominador.
Simplificar el resultado.	Revisar que el denominador no se anule al realizar las operaciones.
	Encontrar la factorización prima de los coeficientes.
	Reducir los coeficientes comunes del numerador y denominador si los hay.

Tabla 16. Habilidad “simplificar expresiones racionales”

Acciones	Operaciones
Distinguir la clase de términos que tiene la expresión racional	Identificar las variables comunes
	Reconocer el exponente de cada variable
Identificar la expresión racional	Reconocer tipos de expresiones racionales
Descomponer la expresión racional	Factorizar la expresión racional
	Simplificar términos semejantes de la expresión racional
	Obtener el resultado

Propuesta de base de orientación

Como se expuso en el apartado 4.4.2, se requiere el diseño de BOAs que permiten la autorregulación del aprendizaje por parte de los estudiantes, lo que le permite reflexionar y evaluar las acciones que realiza cuando ejecuta la tarea. El profesor propone las siguientes BOAs para apoyar el desarrollo de las habilidades antes identificadas la tabla 17, se muestra la base de orientación para la habilidad “evaluar expresiones algebraicas racionales”):

Tabla 17. Base de orientación para la habilidad de calcular.

Acciones	Operaciones	Preguntas de control
Sustituir el valor de las variables.	Revisar los términos que intervienen en la expresión racional.	¿Conozco todos los términos que intervienen en la expresión racional?
	Reconocer las variables que contiene la expresión racional	¿Conozco todas las variables que contiene la expresión racional? ¿Hay alguna variable común en los términos de la expresión racional?
	Identificar el exponente de las variables comunes en el numerador y el denominador.	¿Los exponentes de las variables comunes de la expresión racional son iguales? ¿Estoy sustituyendo adecuadamente los valores de cada una de las variables de la expresión racional?
	Sustituir el o los valores en cada una de las variables de la expresión racional.	¿Coloque correctamente los exponentes a cada uno de los valores que corresponde a cada variable de la expresión racional?
Realizar las operaciones que corresponden a cada término algebraico.	Realizar las operaciones en el numerador y el denominador de la expresión racional.	¿Estoy realizando adecuadamente las operaciones en el numerador y denominador? ¿Las leyes de los signos están bien aplicadas?
	Reducir las operaciones del numerador y el denominador.	¿La reducción de operaciones del numerador y denominador son correctas?
Simplificar el resultado.	Revisar que el denominador no se anule al realizar las operaciones.	¿Cuándo realizó las operaciones en el denominador, el resultado es diferente de cero?
	Encontrar la factorización prima de los coeficientes.	¿Los términos están factorizados adecuadamente, mediante la factorización prima?
	Reducir los coeficientes comunes del numerador y denominador si los hay.	¿Hay algún coeficiente común en el numerador y denominador? ¿Estoy reduciendo adecuadamente los coeficientes del numerador y denominador?

En el anexo 2 se encuentra la Base de orientación para la habilidad “simplificar expresiones racionales.

Propuesta de sistema de ejercicios

Con base en la caracterización de las habilidades y tomando en consideración las BOAs diseñadas, el profesor desarrolló un sistema de ejercicios para apoyara al estudiante en el desarrollo de la habilidad. A continuación se muestran algunos de los ejercicios propuestos por el profesor para la habilidad de “Calcular”.

Calcular:

$$\begin{array}{l} \frac{4x^2 - 5x + 7}{3x - 5} \text{ en } x = -5 \\ \frac{8w^2 + 3w + 7}{w^2 - 4} \text{ en } w = -2 \\ \frac{4x^2y + 5y^2 + 3x}{6x^2 - y} \text{ en } x = -2 \text{ y } y = -3 \\ \frac{8x^2 - 20}{2x^2 - 6x + 8} \text{ en } x = -\frac{7}{2} \\ \frac{20c^2 - 7c + 3}{5c^3 - 25c^2 + 10c} \text{ en } c = -\frac{1}{5} \\ \frac{5x^2 + 13x - 6}{(x^2 - 2x + 1)(x^2 - 25)} \text{ en } x = 5 \\ \frac{3a^2b - 2a^2 + 5b}{7b^2 - a} \text{ en } a = 7 \text{ y } b = 1 \end{array}$$

Los ejercicios propuestos por el profesor para el desarrollo de las habilidades trabajadas en el curso se pueden consultar en el anexo 2, así como la comparación de estos ejercicios con los desarrollados en el curso de álgebra online.

La experiencia piloto

El curso se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Zacatepec, en la sala de cómputo, debido a que no todos los jóvenes invitados tenían Internet en casa. Se seleccionaron once alumnos de diferentes semestres (dos de quinto semestre, dos de segundo semestre, dos de tercer semestre y cinco alumnos a ingresar al ITZ), los estudiantes de los semestres avanzados son estudiantes que ya se habían identificado con problemas relacionados con el manejo del álgebra elemental. Las edades de los estudiantes están comprendidas entre 18 y 25 años. El curso se llevó a cabo del 6 al 19 de julio durante nueve sesiones de una hora aproximadamente. Estas sesiones además de los temas de

álgebra incluyeron la capacitación a los estudiantes para acceder a la página del material de álgebra de NROC y el uso del programa Camtasia.

El curso tuvo dos fases la primera de presentación del material y la organización del trabajo durante el curso. La segunda consistió en el estudio individual del material en línea, esta actividad la realizaron en el centro de cómputo. Por lo que aunque este curso se considera e-learning no se utilizó un LMS, se trabajó directamente con el curso de álgebra online. En la tabla 18 se presenta el programa completo de las sesiones.

Tabla 18. Programación de las sesiones del curso

No.	Unidades del curso de álgebra online.	Temas	Tiempo propuesto para realizar la actividad
1	Diagnóstico	Responder de forma individual	1:00 hrs.
2	Álgebra. IA. Unidad 1	Lección 1. Números reales y expresiones algebraicas.	1:00 hrs.
3	Álgebra. IA. Unidad 1	Lección 2. Simplificación de expresiones	1:00 hrs.
4	Álgebra. IB Unidad 5	Lección 20. Propiedades de los exponentes.	1:00 hrs.
5	Álgebra. IB Unidad 5	Lección 21. Monomios.	1:00 hrs.
6	Álgebra. IB Unidad 5	Lección 22. Polinomios.	1:00 hrs.
7	Álgebra. IB Unidad 5	Lección 23. Factorizando polinomios	1:00 hrs.
8	Álgebra. IB Unidad 7	Lección 31. Introducción a las expresiones racionales.	1:00 hrs.
9	Evaluación	Evaluación sumativa	1:00 hrs.

Previo a estas actividades se les enviaron por correo electrónico las indicaciones para localizar en la red el curso de álgebra e iniciar la navegación, el cuestionario de evaluación diagnóstica, el cronograma de las sesiones de trabajo y el horario. Adicionalmente se les envió una carpeta con actividades complementarias a las que realizarían directamente con el curso online.

Las sesiones se organizaron de la siguiente manera: al ingresar a la página del curso de álgebra online, pasan a la unidad y lección correspondiente. Inician el estudio de la lección y realizan las actividades propuestas en el material y simultáneamente realizan las actividades complementarias propuestas por el profesor. Dichas actividades tenían la finalidad de garantizar que el estudiante estudiara la lección correspondiente. Estas actividades complementarias, una vez terminada la sesión se le enviaban por correo electrónico al profesor. Finalmente se les pedía que realizaran la tarea marcada en el material para cada tema.

Los resultados preliminares sobre la influencia del uso del curso de álgebra en el aprendizaje de los estudiantes

Temas evaluados	Diagnóstico	Evaluación final
	Porcentaje de estudiantes con dificultades	Porcentaje de estudiantes con dificultades
Propiedades de los números reales	100%	10 %
Comprender enunciados	90 %	
Simplificación de términos	100%	
Manejo de signos	72 %	
Uso de paréntesis	63%	
Reglas de los exponentes	63 %	
despejes	100%	
Factorización	100 %	12%
Simplificación de términos semejantes	63 %	37 %
Operaciones de fracciones en expresiones algebraicas	63 %	17 %
Simplificación de polinomios		12 %

En esta tabla se muestra que en los temas factorización, simplificación de términos y operaciones con fracciones, se disminuyó considerablemente el porcentaje de alumnos que tienen dificultades.

La disminución en las dificultades es un factor que puede propiciar el desarrollo de las habilidades algebraicas en estudio. Se requiere de un análisis más profundo para afirmar que las habilidades de calcular y simplificar expresiones algebraicas racionales se han desarrollado.

Estas experiencias piloto, en los cursos e – learning y b – learning, proporcionan un marco de referencia y un sistema de ejercicios que permitirá ver el desarrollo de las habilidades en la experimentación de estos y los otros cursos.

Estado actual de las otras dos intervenciones.

El esquema de diseño seguido en dos de las intervenciones antes descritas se mantuvo en el realizado para la materia de Matemáticas III en la modalidad e-learning, para el bachillerato del Sistema de Educación Abierta y a Distancia de la UAEM. El diseño no se ha concluido porque en este caso se pretende incluir la interacción profesor estudiante a través de las herramientas sincrónicas y asíncronas de un LMS, por lo cual se requiere un diseño tecnopedagógico completo antes de iniciar el curso. El avance de este diseño se puede consultar en el anexo 3.

En el caso del investigación relacionada con el estudio de la apropiación del material de álgebra en línea por parte de profesores de matemáticas en servicio de secundaria, se inició diseñando y aplicando un cuestionario de diagnóstico sobre el nivel de familiaridad en el uso de las TICs, particularmente en el aula. Se cuenta con la colaboración de tres profesores, uno de cada grado. Una de estas profesoras ha sido ya observada y se le ha pedido realizar un análisis del curso de álgebra online en términos similares a los que se han descrito en el diseño de las intervenciones antes descritas. Se le ha pedido a los otros profesores que hagan el mismo análisis y que definan el tema y las condiciones de incorporación del curso online como apoyo a su curso regular. El análisis del curso por parte de la profesora participante se puede consultar en el anexo 4.

LIMITACIONES EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO

En esta sección se describen algunas de las limitaciones que se tuvieron en la realización del proyecto, algunas referidas a los aspectos técnicos y de usabilidad del curso de álgebra

online como software educativo y otras relacionadas con las condiciones materiales e institucionales en que se han desarrollado los diseños de las intervenciones.

Usabilidad del software.

En este proyecto se realizó la evaluación de usabilidad del software, lo que permitió identificar, en la versión en castellano, un conjunto de errores durante la ejecución del curso de álgebra online. Estos errores se reportaron a los responsables de la traducción en la UDG y CUDI. Se realizó una reunión virtual en la que participaron el responsable técnico de la UDG, el presidente de la comunidad de Matemáticas de CUDI y los investigadores que realizaron la evaluación, en esta reunión se dio a conocer el proceso de traducción y las limitantes para la modificación y corrección de los materiales en castellano, se hizo el compromiso de corregir algunos de los errores identificados, ya que no se dispone del código fuente de los applets interactivos. Sin embargo las correcciones que se hicieron no son suficientes para el uso pedagógico adecuado del software online.

Acceso al curso en línea con I2.

Además de la evaluación de usabilidad se diagnóstico el estado de las conexiones de Internet 2 entre las instituciones participantes en este proyecto y se incluyó al ITZ por su cercanía a la preparatoria de Jojutla, sede del SEAD de la UAEM. Este diagnóstico tuvo el objetivo de monitorear el correcto enlace, el uso y la integridad de la información que circula entre instituciones (Anexo 6), de tal manera que se pudiera cumplir con el objetivo de utilización del curso de álgebra online por medio de Internet 2.

Sin embargo en las pruebas realizadas se constató que el enlace a este curso por esta vía no es posible ya que el software se encuentra alojado en un servidor con acceso por Internet convencional. Aunque no se pudo utilizar el curso de álgebra online por esta vía consideramos provechoso el monitoreo porque fue posible verificar la interconexión y sobre todo, por la integración en un solo proyecto de los responsables técnicos de las instituciones participantes. Además esta información queda como un antecedente para trabajos futuros.

Disposición de las instituciones para realizar experiencias con apoyo del curso en línea.

En general las instituciones educativas están dispuestas en permitir que sus profesores participen en el diseño de propuestas innovadoras que incorporen las TIC en sus cursos regulares, sin embargo, aún hay reticencias en algunas de ellas en introducir estas innovaciones en dichos cursos, sobre todo cuando el profesor no es el titular de la materia.

En el caso de b-learning falta equipo e instalaciones para los estudiantes y equipo para el profesor.

Otra de las limitaciones para las modalidades b-learning es la falta de instalaciones adecuadas en las escuelas participantes, en el caso de la secundaria existe un centro de cómputo pero se utiliza fundamentalmente para los cursos regulares de computación y el profesor no tiene tiempo asignado para utilizar el equipo en su curso. Otra carencia es la falta de una conexión adecuada a Internet para que los componentes interactivos funcionen adecuadamente, sobre todo cuando se trata de videos.

Otra limitación es la carencia de acceso a computadora e Internet por parte de los estudiantes fuera del horario de clases o de la institución, lo que limita la participación de los estudiantes en las actividades asíncronas.

CONCLUSIONES PRELIMINARES

En esta experiencia participan además de los investigadores que originalmente plantearon este proyecto, cuatro profesores que son estudiantes de la maestría en enseñanza de las ciencias, en el área de matemáticas y que trabajan en tres diferentes niveles educativos y dos modalidades de estudio: semipresencial y presencial.

La participación de estos profesores – estudiantes enriquece el proyecto original al dimensionar la evaluación tecnopedagógica en un contexto más cercano a su práctica docente, sin embargo, para todos ellos fue novedosa la experiencia de incursionar en las modalidades e-learning y b-learning, puesto que ninguno de ellos tenía experiencia en éstas.

La inclusión de estas modalidades obligó a ajustar el tipo de actividades que se requerían para articular la evaluación a sus condiciones de trabajo, así, en el caso de los dos

diseños de evaluación para el bachillerato se atiende a estudiantes de la modalidad semipresencial pero hasta ahora atendidos en un curso regular. En el diseño de evaluación para nivel superior en cambio se ofreció a los estudiantes de los cursos regulares un taller complementario en la modalidad e-learning.

Hasta ahora se han llevado a cabo dos experiencias piloto con la incorporación del curso de álgebra online, uno con un grupo semipresencial de bachillerato y el otro en un curso remedial para el nivel superior, de éstas experiencias se desprende de forma preliminar que es viable la articulación de los objetivos y los contenidos del curso de álgebra online de NROC con los de los cursos regulares de las instituciones participantes. Aunque en el caso de los contenidos, para el nivel bachillerato, la articulación está altamente correlacionada, en cambio, en el nivel superior, los contenidos no coinciden secuencialmente.

Desde el punto de vista de la teoría educativa (Teoría de la Actividad) desde la que se construyen las secuencias didácticas de los profesores se puede afirmar que hay correspondencia entre ésta y la estructura de la presentación del curso de álgebra online, en al menos cuatro puntos: a) aseguramiento del nivel de partida; b) presentación del nuevo material; c) ejercitación y d) evaluación constante. Aunque en este último punto, en el curso de álgebra online, desde la teoría educativa falta una retroalimentación más allá de la indicación de la corrección o no de las respuestas de los usuarios.

Otro aspecto fundamental desde la teoría educativa es el desarrollo de habilidades, particularmente habilidades matemáticas. Estas habilidades fueron caracterizadas por los profesores en los temas elegidos para desarrollar la investigación. Como parte de la evaluación tecnopedagógica, los profesores establecieron las acciones fundamentales que caracterizan la habilidad e identificaron y propusieron sistemas los ejercicios requeridos. Para ello evaluaron los incluidos en el material y constataron su adecuación para el desarrollo de las habilidades definidas. Para los elementos de la habilidad no incluidos en el material se diseñaron ejercicios complementarios, que dieran una mayor ejercitación a los estudiantes.

La realización de los pilotes de los cursos deja en los profesores participantes la opinión de que el material de álgebra online, por su manera de presentar el contenido y los ejercicios que propone, es adecuado como complemento a las clases en el caso del curso

con enfoque b-learning y en el caso del curso e-learning el material se considera lo suficientemente adecuado para el autoestudio. Aunque el material al presentar errores diversos en la versión en castellano que utilizamos es un factor desmotivante y que genera desconfianza en la percepción que tienen los propios estudiantes de su aprendizaje y esto hace que requieran la participación del profesor.

A partir de los resultados hasta ahora obtenidos se considera que para trabajos futuros es importante tomar en cuenta algunos factores relacionados con la formación de los profesores y las características de los estudiantes.

En cuanto a los profesores consideramos que es relevante asegurar que tengan una visión del contenido matemático, más amplia que la centrada en los requerimientos de los contenidos de los cursos regulares. Además es importante la capacitación de los profesores en el uso de la tecnología y particularmente en el diseño de las actividades que se requieren en las modalidades e – learning y b – learning. Es necesario subrayar la importancia de la consideración del tiempo dedicado a las actividades en tres momentos, en el diseño de las actividades, en la ejecución durante el curso y en el trabajo independiente de los estudiantes, particularmente si el trabajo adicional no está considerado en sus labores cotidianas.

Otro aspecto no menos importante en una situación de investigación es el que los profesores se apropien de un cuerpo teórico conceptual que al concretarlo permita el diseño y la evaluación de su propuesta de innovación.

En los apartados siguientes y como un complemento a estas conclusiones preliminares se describen las limitaciones encontradas para concretar este trabajo y que podrían corregirse en trabajos futuros o en aplicaciones más extensas de este mismo material online.

TRABAJOS POR REALIZAR.

Con base en lo antes expuesto consideramos necesario realizar acciones que permitan concluir la evaluación tecnopedagógica, proponer elementos que permitan la articulación de recursos online en los cursos regulares de matemáticas (b- learning) y en cursos e - learning, estas son:

1. Revisar los diseños de las intervenciones didácticas a la luz de los resultados del piloteo en ambas modalidades.
2. Diseñar una intervención para el nivel bachillerato en modalidad b – learning articulando en un curso los tres diseños ya desarrollados.
3. Evaluar la efectividad de la instrumentación didáctica en las intervenciones.
4. Proponer criterios y pautas para la incorporación del curso de algebra online en los cursos regulares de matemáticas, que pueden ser útiles en secundaria y bachillerato.
5. Diseñar un curso de capacitación dirigido a profesores en servicio para desarrollar las competencias digitales necesarias para la incorporación de este tipo de recursos online en los cursos regulares de matemáticas.

REFERENCIAS

- Artigue, M. (2008). Digital technologies: a window on theoretical issues in mathematics education, in Pitta- Pantazi, D. and Philippou, G. (eds.) Proceedings of the fifth conference of the European Society for Research in Mathematics Education, CERME 5, Larnaca, Chypre, <http://ermeweb.free.fr/CERME5b/>, 68-82.
- Avellis, G. (1997) The ERMES Approach to Software Evaluation. Technical Annex - Task 3.12, IT Programme: Multimedia Support Network, 5 February.
- Coll, C., Bustos, A., & Engel, A. (2011). Perfiles de participación y presencia docente distribuida en redes asíncronas de aprendizaje: la articulación del análisis estructural y de contenido. *Revista de Educación*. Consultado el 10-10-2010 en http://www.psyed.edu.es/prodGrintie/articulos/CC_AB_AE_PerfilesParticipacionPresenciaDocente.pdf
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J.(2008). La utilización de las TIC en la educación: del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso. En C. Coll y C. Monereo (Eds.). *Psicología de la educación virtual. Enseñar y aprender con las tecnologías de la información y la comunicación* (pp. 74-104). Madrid: Morata.
- Drijvers, P., Barzel, B., Maschietto, M., Trouche, L. (2006). Tools and technologies in mathematical didactics. In Bosch, M (eds.), Proceedings of the Fourth conference of the European Society for Research in Mathematics Education , Sant Feliu de Guíxols, Spain, <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>, 927-938.
- Barzel B. (2006). Integration of computer algebra in an open learning environment. In Bosch, M (eds.), Proceedings of the Fourth conference of the European Society for

- Research in Mathematics Education , Sant Feliu de Guíxols, Spain, <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>, 1349 - 1358.
- Brito, H. (1984) *Habilidades y Hábitos: consideraciones psicológicas para su manejo pedagógico*. En **Revista Varona**, año VI, N° 13. pp. 53-60.
- Díaz, S. (2004). *Un método para evaluar la efectividad de los cursos de postgrado en línea en universidades venezolanas*. Tesis de maestría. Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Maestría en Tecnología y Diseño Educativo. Venezuela. Enlace, 2007 y Pisa, 2008
- Galvis, A. (1994). Ingeniería de Software Educativo. Bogotá: Ediciones Uniandes.
- Galperin, P.Y. (1976) **Introducción a la psicología. Un enfoque dialéctico**. Madrid. Pablo del Río.
- González, M. A. (2009) Evaluación de software educativo: orientaciones para su uso pedagógico. Universidad EAFIT. Proyecto Conexiones. Consultado el 16/09/2009, disponible en <http://www.tecnoedu.net/lecturas/materiales/lectura27.pdf>
- Graham, Ch. Cagiltay, K., Lim, B-R, Craner, J y Duffy, T. (2001). Seven Principles of Effective Teaching: A Practical Lens for Evaluating Online Courses. *The Technology Source*. March/April. Consultado el 15/04/09 en <http://ts.mivu.org/>
- Greer, T., Holinga, D., Kindel, C., y Netznik, M. (2002). An Educators' Guide to Credibility and Web Evaluation. University of Illinois/ Urbana-Champaign. Consultado el 25-03—2010 en <http://lrs.ed.uiuc.edu/wp/credibility/index.html>
- Guin, D. & Trouche L. (2005). Distance Training, a Key Mode to Support Teachers in The Integration of ICT? Towards collaborative conception of living pedagogical resources. In Bosch, M (eds.), Proceedings of the Fourth conference of the European Society for Research in Mathematics Education , Sant Feliu de Guíxols, Spain, <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>,
- Greer, T., Holinga, D., Kindel, C., y Netznik, M. (2002). An Educators' Guide to Credibility and Web Evaluation. University of Illinois / Urbana-Champaign. Recuperado el 25 de marzo de 2005 en <http://lrs.ed.uiuc.edu/wp/credibility/index.html>
- Henke, H. (2001). Evaluating Web-Based Instructional Design. Chartula Press. Recuperado el 12 de abril de 2005 en <http://www.chartula.com/evalwbi.pdf>
- Hernández, H (1989) *El perfeccionamiento de la enseñanza de la matemática en la enseñanza superior cubana. Experiencia en álgebra lineal*. Unpublished doctoral dissertation, La Habana. Cuba.

- Juárez, M. y Zárate, V. (2009) Reporte técnico final del proyecto: "Caracterización y diseño de un modelo concurrente para la metacolaboración de grupos académicos soportado por Internet 2". México. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2.
- Kynigos, C., Bardini, C., Barzel, B., Maschietto, M. (2008). Tools and technologies in mathematical didactics, in Pitta-Pantazi, D. and Philippou, G. (eds.) Proceedings of the fifth congress of the European Society for Research in Mathematics Education, CERME 5, Larnaca, Chypre, <http://ermeweb.free.fr/CERME5b/>, 1332-1338.
- Koschmann, T. (1996) *CSCL: theory and practice of an emerging paradigm*. En Timothy Koschmann. **Paradigm Shift's And Instructional Technology**. New Jersey. Lawrence Erlbaum Associates
- Le Roy, H (2001) Esquema de evaluación de software educativo. Consultado el 16/09/09, disponible en <http://www.hlrnet.com/evalsed.htm>
- Learning & Teaching Development Unit (2003). Evaluating online courses using SELT. The University of Adelaide. Australia. Consultado el 25/03/2008 en http://www.adelaide.edu.au/ltdu/staff/evaluation/eval_online.html
- Leighton, H. y García, F. (2003). Calidad en los Sitios Web Educativos. Informe Técnico. Departamento de Informática y Automática. Universidad de Salamanca. Noviembre 2003.
- Leontiev, A.N. (1984). **Actividad, Conciencia y Personalidad**, México, Editorial Cartago.
- Lipponen, L. (2002). *Exploring foundations for computer-supported collaborative learning*. In G. Stahl (Ed.), **Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL community**. Proceedings of the Computer-supported Collaborative Learning 2002 Conference (pp. 72-81). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Maffei L & Mariotti M. A. (2006). Memorizing algebraic formulas: The support of a microworld. In Bosch, M (eds.), Proceedings of the Fourth conference of the European Society for Research in Mathematics Education , Sant Feliu de Guíxols, Spain, <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>, 1460 – 1469.
- Mousoulides, N y Philippou, G. (2005). Developing New Representations and Mathematical Models in a Computational Learning Environment. In Bosch, M (eds.), Proceedings of the Fourth conference of the European Society for Research in Mathematics Education , Sant Feliu de Guíxols, Spain, <http://ermeweb.free.fr/CERME4/>
- NROC SITE, 2010.

- Petrovski, A. V. (1980). **Psicología General, Manual didáctico para los Institutos de pedagogía**. Moscú, Editorial Progreso.
- Polya, G. (1994) *Cómo plantear y resolver problemas*. México:Trillas.
- Remesal, A. (2009) Anexo 3. *Informe de evaluación del curso* Lectura de textos semi-formalizados de matemáticas para computación. En Manuel Juárez y Víctor Zárate. Reporte final del proyecto "Caracterización y diseño de un modelo concurrente para la metacolaboración de grupos académicos soportado por Internet 2". México. Corporación Universitaria para el Desarrollo de Internet 2.
- Ruano, R. y Socas, M. (2004) Cognitive Skills and mistakes of students in Secondary School in Algebraic Language Processes. PME – NA, October 21, 2004. Toronto, Canadá
- Rubio, M. J. (2003). Enfoques y modelos de evaluación del e-learning. *RELIEVE*, v. 9, n. 2, p. 101-120. Recuperado el 10 de abril de 2005 en http://www.uv.es/RELIEVE/v9n2/RELIEVEv9n2_1.htm
- Rodríguez, T. (1991). Enfoque sistémico en la dirección de la asimilación de los conceptos básicos de la disciplina matemática superior. Tesis de doctorado, no publicada. Universidad de la Habana. Ciudad de la Habana. Cuba.
- Ruthven, K. (2008) Teachers, technologies and the structures of schooling, in Pitta-Pantazi, D. and Philippou, G. Proceedings of the fifth conference of the European Society for Research in Mathematics Education, CERME 5, Larnaca, Chypre, <http://ermeweb.free.fr/CERME5b/>, 52-67.
- Sánchez, J. Y Alonso, O. (1996) **Evaluación Distribuida de Software Educativo a través de Web** . Memorias Taller de software educativo, Sociedad Chilena de Ciencias de la Computación, 203 -207.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1998). *Computer support for knowledge-building communities*. **The Journal of the Learning Sciences**, 3(3), 265-283.
- Stahl (Ed.), **Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL community**. Proceedings of the Computer-supported Collaborative Learning 2002 Conference (pp. 72-81). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Tallizina, N.F. (1996). **Los fundamentos de la enseñanza en la educación superior**. UAMX-Ángeles Editores. Primera edición en español, traducción del Ruso: Rafael Bell Rodríguez.
- Tallizina, N.F. (2001) (Comp.) La formación de las habilidades del pensamiento matemático. México: Ed. Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Vygotsky L.S (1988). **El desarrollo de los procesos psicológicos superiores**. Barcelona. Grijalbo.
- Wenger, E. (2002) **Comunidades de práctica: aprendizaje, significado e identidad**. Barcelona. Paidós.
- Werstch, J. (1988). **Vygotsky y la formación social de la mente**. Barcelona: Paidós Ibérica
- Wright, C. R. (2004) Criteria for Evaluating the Quality of Online Courses. Grant MacEwan College. Instructional Media and Design, Alberta, Canada. Consultado el 10 de abril de 2005 en <http://www.imd.macewan.ca/imd/content.php?contentid=36>.

ANEXOS