

**DISEÑO, PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE MATERIALES
INSTRUCCIONALES PARA EL DESARROLLO COGNITIVO EN UN CURSO
SEMIPRESENCIAL DE FÍSICA I**

**Sanabria, I. Gisbert, M. Ramírez, M. Téllez, N. Aspée, M.
Eje Temático: e-learning**

INTRODUCCIÓN

Los materiales instruccionales son unos de los recursos esenciales de los cursos en la modalidad mixta (semipresencial o blended learning) ya que estos deben presentar adecuadas *secuencias de contenidos de aprendizaje* (Zapata, 2008) que ayuden a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En este trabajo se reporta el proceso de diseño, producción y validación de los materiales digitales instruccionales del curso semipresencial de Física I de la UNET.

Para abordar los contenidos se usaron estrategias sobre habilidades cognitivas, metacognición y resolución de problemas, producto de investigaciones previas de los mismos autores de este artículo (Ramírez de M., Aspee y Sanabria, 2006; Ramírez de M., Aspee, Sanabria y Tellez, 2008).

El proceso de diseño instruccional se explica señalando los lineamientos de diseño, luego se describe el proceso desde la concepción hasta obtener la versión 0 o inicial de los materiales instruccionales, y luego los pasos seguidos en la evaluación y emisión de la versión 1, revisada por expertos en contenidos e investigadores y estudiantes.

Además de la obtención de los materiales instruccionales con una alta calidad técnica, pedagógica y funcional, se destacan dos aspectos importantes producto de este trabajo: primero, que el procedimiento muestra caminos que permiten generar materiales que facilitan el desarrollo de habilidades cognitivas para el aprendizaje de Física I y segundo que estos forman parte del curso que sienta las bases de la Tesis Doctoral intitulada **Un Modelo de Desarrollo de Habilidades Cognitivas Básicas para el Aprendizaje de la Física en Entornos Tecnológicos de Formación.**

EL CURSO DE FÍSICA I Y LOS MATERIALES INSTRUCCIONALES PARA EL DESARROLLO COGNITIVO

El curso semipresencial de Física I combina *recursos y actividades* (Ver Figura 1). Estas actividades pueden ser *presenciales* o *virtuales* y el profesor las usa para crear condiciones favorables para el logro del aprendizaje y un desarrollo cognitivo apropiado en el estudiante. En cuanto a los *recursos*, además de hojas de trabajo, juegan un papel fundamental los *materiales digitales* que se usan en el curso. Estos son de dos tipos: ***instruccionales*** y los *documentos generales de funcionamiento del curso*. En este artículo no se describirán ni las *actividades* planificadas para el curso semipresencial que complementan los materiales instruccionales, ni los documentos generales de funcionamiento. Este trabajo solo se centra en la descripción de los **materiales instruccionales** y en los procesos de **diseño, producción y evaluación** de los mismos. Se entiende aquí por **materiales instruccionales** los materiales digitales diseñados para

facilitar el proceso de enseñanza al profesor y de aprendizaje al estudiante abordando los contenidos del Programa vigente de Física I de la UNET. Lo interesante de esta propuesta es que en el diseño de los **materiales instruccionales** se consideran dos aspectos interrelacionados, por una parte la necesidad de explicar la teoría y la resolución de problemas y por la otra la necesidad de incorporar estrategias que faciliten el desarrollo cognitivo del estudiante. En cuanto al programa de Física I contempla cuatro unidades parciales, cuyos contenidos deben ser impartidos en un semestre regular de diez y seis semanas. Estos contenidos para efectos del diseño de los materiales instruccionales fueron estructurados en catorce temas. Para cada tema se desarrollaron tres tipos de materiales digitales (ver Figura1) para: presentar **Conceptos Teóricos** (CT), mostrar **Problemas Resueltos** (PR) y plantear **Problemas Propuestos** (PP).

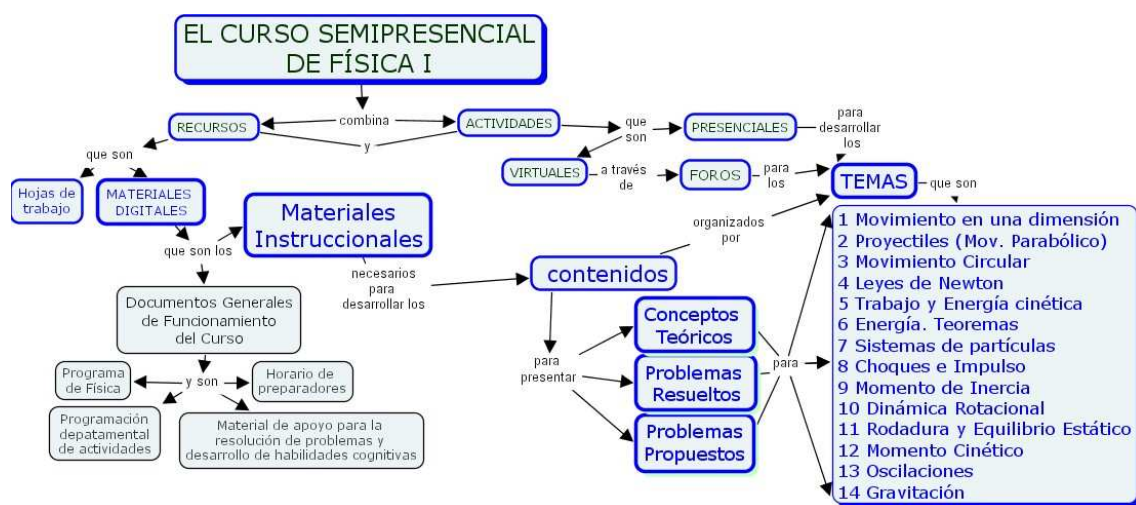


Figura 1. Mapa Conceptual del curso semipresencial de Física I

En relación al desarrollo cognitivo para el diseño de los materiales, se tomó en cuenta la necesidad de incorporar estrategias que propiciaran la **metacognición** (Aspée, 2003) y las habilidades cognitivas de **conocer, comprender, aplicar, analizar, sintetizar y evaluar** (Ramírez de M y otros, 2006), las cuales consideramos básicas para el aprendizaje de las ciencias. Los problemas se seleccionaron o construyeron intencionalmente, buscando que el proceso de razonamiento para responder cada pregunta contribuyese al desarrollo específico de alguna de las habilidades señaladas. Esto se hizo en base a los resultados obtenidos por Sanabria, Gisbert, Ramírez, Tellez, Quintero, Escalante (2009), que llevaron a una clasificación de algunas preguntas o problemas, por su asociación a la habilidad cognitiva que con mayor predominio debe desplegarse para su solución. Sin embargo los autores están conscientes de que no es un proceso lineal ni sencillo, debido a la complejidad en los procesos de pensamiento y acción que ocurren al resolver cualquier situación problemática se ponen en juego un conjunto de habilidades cognitivas y experiencias propias del individuo.

Por otra parte, para contribuir al desarrollo cognitivo del estudiante se decidió utilizar los mapas conceptuales, debido a que en investigaciones relacionadas con el uso de esta herramienta heurística (Ramírez de M y otros, 2008 y 2009) hemos comprobado que facilitan el aprendizaje significativo de la Física. En la UNET se han elaborado mapas de conceptuales de cada tema de Física I y se usan para ayudar al estudiante a comprender conceptos, dar significado a estructuras conceptuales más complejas, y como organizadores previos que orientan el desarrollo del proceso de aprendizaje y permiten también hacer síntesis de lo aprendido.

DISEÑO DE LOS MATERIALES INSTRUCCIONALES

La metodología de diseño instruccional (DI) seguida fue una adaptación de la propuesta por Dorrego (1999). Esto se realizó atendiendo al dinamismo que incorpora las TIC al proceso de DI y a las necesidades que iban surgiendo durante la ejecución del proyecto.

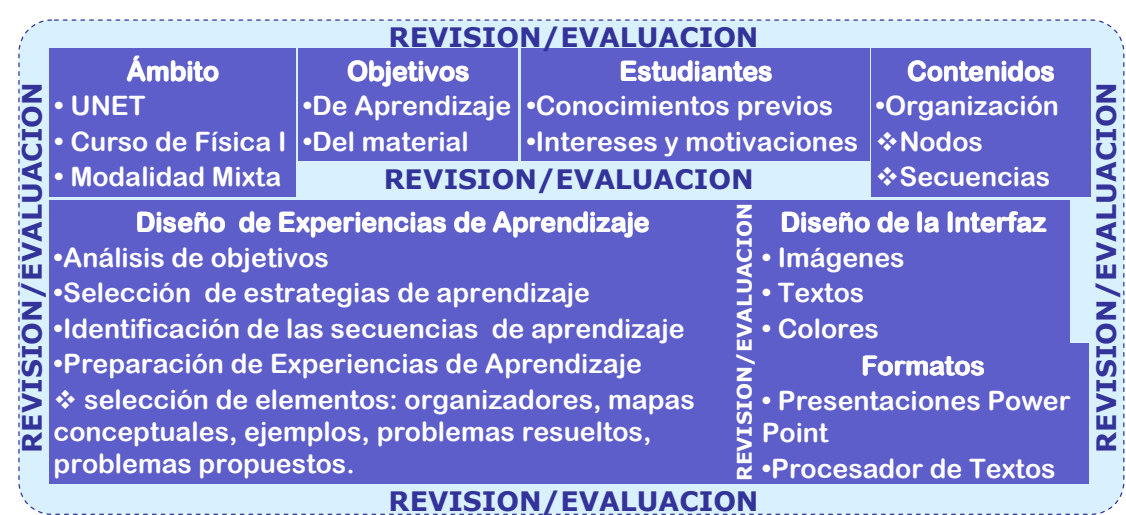


Figura 2. Aspectos de diseño instruccional

La Figura 2 señala los aspectos básicos de DI que se consideraron. Estos son: ámbito, objetivos, estudiantes, contenidos, diseño de experiencias de aprendizaje, diseño de interfaz y formatos. Las revisiones y evaluaciones fueron realizadas, a medida que avanzaba el proceso, por el equipo encargado del diseño y producción de los materiales instruccionales, haciéndolo un proceso recursivo con retroalimentación continua.

Se le asignó gran importancia al uso de Mapas Conceptuales para presentar contenidos y guiar secuencias. Los mapas debían facilitarle al alumno la navegación dentro de las presentaciones (en power point) de cada tema. En los formatos usados para los materiales instruccionales se decidió mantener uniformidad y armonía en la composición y en el uso de colores y estilos.

Asimismo se establecieron unos principios que orientaron el diseño de los materiales instruccionales y son descritos en la Tabla 1.

ASPECTOS	PRINCIPIOS BÁSICOS QUE ORIENTAN EL DISEÑO
Del ámbito	<ul style="list-style-type: none"> • El curso debe contemplar los lineamientos que dictan las normas y el currículum de la UNET. • El diseño del material debe partir de los objetivos de aprendizaje contemplados en el programa de Física. • Considerar que los materiales son parte principal del curso en la modalidad mixta o semipresencial
De los contenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Estructurar los contenidos por Temas de acuerdo con el programa vigente de Física I • Usar una secuencia de contenidos adecuada para facilitar el aprendizaje del estudiante con coherencia, armonía y consistencia.
De los objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar el aprendizaje de los estudiantes • Propiciar el desarrollo de algunas de las habilidades cognitivas consideradas básicas en el proceso de resolución de problemas.
De los estudiantes	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar conductas de entrada. • Identificar los conceptos previos que deben tener los estudiantes relacionados con los contenidos abordados. • Tener en cuenta su psicodiversidad, intereses y motivaciones.
De las estrategias para facilitar el aprendizaje:	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar los contenidos estableciendo secuencias de contenido de aprendizaje determinando nodos conceptuales y rutas que faciliten su presentación y comprensión. • Identificar los conceptos que crean conflicto en el estudiante por su complejidad, nivel de abstracción, existencia de preconcepciones erróneas y determinar, en cada caso, la estrategia más adecuada para abordarlo. • Utilizar situaciones problemáticas que ejemplifiquen el tema tratado y los aspectos considerados como de mayor relevancia para el proceso de aprendizaje y desarrollo de habilidades en el estudiante. • En cuanto el tema lo permita, usar analogías y situaciones problemáticas que el estudiante pueda asociar a situaciones de su vida diaria, que sean sencillas y de fácil manejo. • Determinar cuáles son las estrategias y preguntas más adecuadas relacionadas con el tema, que propicien en el estudiante el desarrollo de sus habilidades cognitivas y la metacognición. • Usar experiencias exitosas, producto de hallazgos previos para el aprendizaje de algunos de los contenidos de Física I.

Tabla 1. Principios básicos que orientan el diseño de los materiales instruccionales

El propósito y los lineamientos de diseño que guiaron los materiales instruccionales generados para cada tema: *Conceptos Teóricos, Problemas Resueltos y Problemas Propuestos*, se explican en la Tabla 2.

	PROPÓSITO	LINEAMIENTOS DE DISEÑO
Conceptos Teóricos (CT)	Presentar los conceptos teóricos de los contenidos por tema contemplados en el programa de Física I.	<ul style="list-style-type: none"> • Emplear mapas conceptuales para presentar la información, herramienta considerada como fundamental para la comprensión de los conceptos y sus relaciones • Usar mapas conceptuales para introducir y organizar cada tema que también permitan presentar la diferenciación progresiva de cada concepto (Ausubel, Novak, y Hanesian, 1997) mediante vínculos sobre los conceptos importantes del mapa con otras diapositivas que expliquen al detalle cada concepto. • Utilizar miniejemplos, pequeños problemas y/o preguntas interesantes que le permitan al estudiante observar la aplicación de la teoría, ejemplificando procedimientos y permitiendo la transferencia de la teoría a situaciones concretas.
Problemas Resueltos (PR)	Presentar procedimientos para la solución de problemas, producto de la reflexión conjunta y recursiva de los profesores de Física I de nuestro grupo de investigación, que le faciliten al estudiante el desarrollo progresivo de sus habilidades y su metacognición para la resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Usar problemas resueltos ampliamente discutidos por los docentes del grupo, en la búsqueda de mejores caminos para presentar su proceso de resolución y facilitar la reflexión del estudiante sobre los pasos seguidos. • Hacer énfasis en los procedimientos que permitan al estudiante la identificación de secuencias de aprendizaje y el desarrollo de algunas habilidades cognitivas consideradas básicas para el aprendizaje de la Física. • Analizar resultados haciendo interpretación física de los conceptos involucrados y las implicaciones que tienen en la situación planteada, al realizar cambios en las condiciones del problema. • Presentar los procedimientos, haciendo énfasis y resaltando los aspectos más importantes para el aprendizaje que generalmente crean conflictos en el estudiante.
Problemas Propuestos (PP)	Proponer preguntas y problemas de Física I que propicien actividades de reflexión y discusión para el desarrollo de habilidades y metacognición.	<ul style="list-style-type: none"> • Deben propiciar el desarrollo de la metacognición en los estudiantes y la discusión entre ellos acerca de posibles estrategias de resolución. • Los problemas propuestos y las preguntas en ellos deben responder en gran medida a la clasificación que, al interior de nuestro grupo de investigación, se ha ido haciendo en función de propiciar primordialmente el desarrollo en concreto de alguna de las habilidades de las consideradas básicas para el aprendizaje de la Física.

Tabla 2. Tipos de Materiales instruccionales: CT, PP y PR. Propósito y Lineamientos de diseño

DESDE LA CONCEPCIÓN A LA VERSIÓN 0: PRODUCCIÓN INICIAL

El Mapa Conceptual de la Figura 3 resume el proceso seguido desde la concepción de los materiales instruccionales que partió de los lineamientos de diseño establecidos para cada uno de los aspectos señalados en las tablas 3 y 4, hasta llegar a la **Versión 0**. Esta versión 0 es el conjunto de materiales digitales formados por: *conceptos teóricos, problemas resueltos y problemas propuestos* por tema. Ellos se sometieron a prueba a

pequeña escala con los estudiantes al mismo tiempo que eran revisados y evaluados por el equipo de diseño y producción. Estos materiales se fueron probando con los estudiantes durante el semestre 2009-1. Las revisiones fueron realizadas en un proceso recursivo mejorando los materiales a medida que surgían dudas u observaciones.

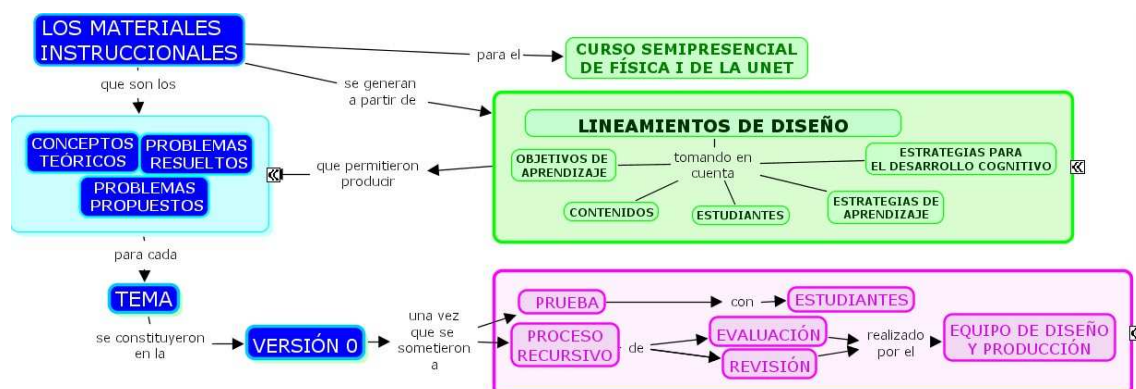


Figura 3. Mapa Conceptual: desde la concepción a la versión 0 de los materiales instruccionales

DESDE LA VERSIÓN 0 A LA VERSIÓN 1: EVALUACIÓN

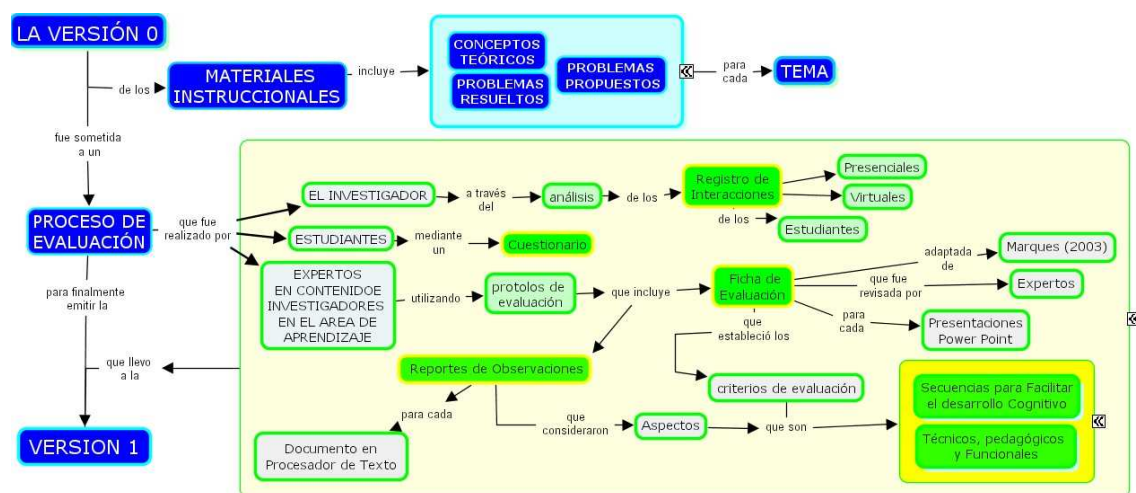


Figura 4. Mapa Conceptual del proceso de validación de los materiales instruccionales

La validación se hizo contrastando los puntos de vista de distintos actores en relación con diversos criterios de evaluación de los materiales instruccionales. Los actores involucrados señalados en la Figura 4 fueron: (A) Expertos en contenidos e investigadores en el área de aprendizaje; (B) Estudiantes; (C) Investigadora: profesora del curso semipresencial. Los procedimientos, técnicas e instrumentos usados en la recolección de información serán descritos a continuación.

A. Expertos en Contenido e Investigadores en el Área de Aprendizaje de la Física

El proceso de revisión de los expertos en contenidos, profesores de Física I con más de 4 años de experiencia, e investigadores de aprendizaje de la Física, tuvo una duración de 16 semanas, durante el semestre 2009-3. Para la recolección de información se usó un protocolo que incluía:

- *Ficha de evaluación* para las presentaciones PowerPoint y

- *Reporte de observaciones* para documentos en procesador de texto.

Cada evaluador debía llenar una ficha o un reporte por cada documento digital.

1. Ficha de evaluación para las presentaciones PowerPoint. Se construyó a partir de algunos de los aspectos propuestos por Marques (2003), haciendo adaptaciones a los ítems que fueron seleccionados. También, considerando la psicodiversidad de los estudiantes y la importancia que tiene la búsqueda de *secuencias de contenido* apropiadas para propiciar el logro de los objetivos de aprendizaje y el desarrollo de habilidades, se agregó una *tabla de observaciones* por número de diapositiva, para que los revisores opinaran acerca de la forma en que se abordaron los contenidos. La ficha fue revisada por dos expertos en diseño instruccional y tres doctores en educación. Se hicieron las modificaciones relacionadas con la redacción.

2 Reporte de observaciones para documentos en procesador de texto. En este reporte se les pedía a los evaluadores opinar libremente acerca de alguno de los aspectos de evaluación considerados en la ficha (Ver Tabla 3). Además el evaluador podía juzgar las secuencias del contenido y las estrategias usadas para el desarrollo cognitivo.

Criterios de Evaluación

La Tabla 3 resume los aspectos señalados por Marques (2003) que se consideraron:

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		
Aspectos Técnicos	Elaboración	La elaboración del material es adecuada a los objetivos y los contenidos abordados.
	Estructuración	La estructura de los mensajes tiene una intencionalidad clara. Presenta los aspectos más importantes sin exceso de información.
	Contenidos	Los contenidos son significativos, correctos, actuales y de calidad.
	Tipografía	Las letras aparecen claras, grandes y bien legibles, se utilizan pocos colores que combinan estéticamente y destacan las ideas principales.
	Composición	Se busca cierta unidad de formato, color y estilo.
	Interactividad	Presenta una adecuada interacción con el usuario.
Aspectos Pedagógicos	Motivación	Se busca la inclusión de imágenes o elementos audiovisuales que llamen la atención de los estudiantes, pero evitando elementos superfluos que distraigan.
	Adecuación de contenidos	Se presenta una adecuada secuenciación de contenidos de aprendizaje para los estudiantes.
Aspectos Funcionales	Eficacia	El material facilita la comprensión de los conceptos y las relaciones de los objetivos contemplados en el Programa de la materia.
	Relevancia	Se centra el interés en aspectos más significativos para el logro del aprendizaje.

Tabla 3. Criterios de evaluación (Adaptado de Marques, 2003)

B. Estudiantes

La opinión de los estudiantes se obtuvo mediante un cuestionario que incluía tres ítems relacionados con la calidad técnica, potencialidad didáctica y la función y utilidad de los materiales instruccionales. El objetivo de este cuestionario era evaluar todo el curso semipresencial, y se aplicó en dos semestres, el 2009-1 y 2009-3, siendo contestado por 18 y 21 estudiantes respectivamente. La aplicación se realizó a través de la plataforma Moodle de la Unet Virtual. Para determinar la confiabilidad del instrumento se usó el índice de alfa de cronbach, obteniéndose un valor de 0,8 para el grupo de ítems correspondiente a los materiales instruccionales y 0,95 para todo el cuestionario. Este resultado lo hace muy aceptable de acuerdo con Sampieri (2003). También los

estudiantes opinaron acerca de los materiales instruccionales a través de los mensajes en los foros de discusión.

C. Investigadora: Profesora del Curso Semipresencial

La autora principal de este artículo, profesora del curso semipresencial, puso a prueba los materiales instruccionales como parte de su tesis doctoral. Es así como obtuvo la información a través de las observaciones de las sesiones presenciales y de registros de las interacciones de los estudiantes durante el semestre.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

A. Expertos en Contenido e Investigadores en el Área de Aprendizaje de la Física

El protocolo de revisión de los materiales instruccionales fue enviado a diez expertos en contenido, profesores de Física I, vía correo electrónico. Algunos emitieron opinión ocasionalmente, y se obtuvo respuesta permanente en cada tema de seis profesores, cuatro de los cuales son investigadores en el área de aprendizaje y habilidades cognitivas. Se revisaron 42 archivos correspondientes a los materiales instruccionales (CT, PR, PP para cada uno de los 14 temas). Esto significó que los 6 evaluadores generaron un total de 252 documentos (fichas y reportes). Se hicieron las modificaciones pertinentes sugeridas por cada evaluador. Posteriormente se hizo para cada tema una ficha resumen de aquellos aspectos donde existían diferencias acerca del abordaje de los contenidos, problemas o estrategias para el desarrollo de habilidades. Estos aspectos eran discutidos por la investigadora con el grupo de diseño y producción, en la búsqueda de acuerdos para mejorar los materiales instruccionales, y se les mostraban de nuevo hasta asegurar, en opinión de los profesores, materiales instruccional de alta calidad pedagógica, técnica y funcional.

B. Estudiantes

En la Figura 5 se observa que más del 80% de los estudiantes encuestados calificaron entre alta y excelente la calidad técnica, la potencialidad didáctica y la funcionalidad de los materiales para su proceso de aprendizaje. En el mismo cuestionario opinaron sobre aspectos positivos y negativos del curso, siendo los materiales instruccionales uno de los aspectos más positivos para el 90% de los estudiantes. También expresaron su agrado por la forma en que se organizaron y presentaron los contenidos pues facilitaba la comprensión de los temas, aplicación de los conceptos y análisis de los problemas. Esto se corroboró por la excelente acogida, consultas y descargas de los materiales de acuerdo con la información suministrada por los logs del sistema Moodle de la Unet Virtual sobre las acciones de los estudiantes.

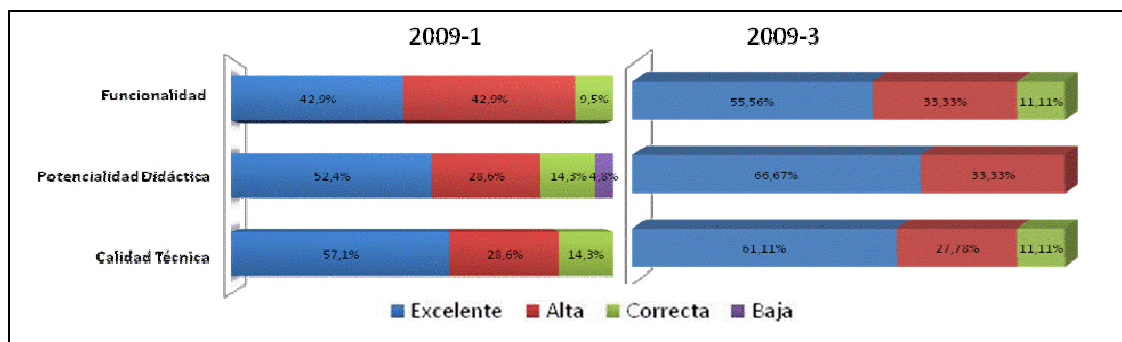


Figura 5. Opiniones de los estudiantes sobre los materiales instruccionales.

C. Investigadora

De las observaciones y registros de la investigadora y el análisis de los registros de las interacciones de los estudiantes se obtuvo información con respecto a: (1) Errores en cálculos en la resolución de problemas y/o errores al realizar copia y pegado de procedimientos. (2) Exceso de información en diapositivas o mapas que confunden o distraen la atención del estudiante. (3) Poca pertinencia o adecuación de los mini ejemplos y/o problemas resueltos con respecto a los contenidos abordados. (4) Necesidad de generar documentos en versión PDF para facilitarle al estudiante la impresión de presentaciones, originalmente concebidas en power point. (5) Conveniencia de depurar los mapas conceptuales usados en las presentaciones correspondientes a conceptos teóricos, disminuyendo la cantidad de información para no agobiar al estudiante con la cantidad de conceptos estudiados.

Todo lo anterior permitió generar los documentos digitales para cada uno de los materiales instruccionales en la Versión 1.

CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño instruccional de los materiales digitales para el curso semipresencial de Física I organizando estos en conceptos teóricos, problema resueltos y propuestos para cada tema del curso.
- Se evidenció que este proceso de DI no siguió una secuencia lineal sino que se mostró como un proceso de múltiples interacciones entre las distintas fases, lo que lo hizo un *proceso recursivo* de *reflexión, discusión y revisión* constante.
- Los mapas conceptuales jugaron un papel fundamental en la organización de los contenidos y secuencias de cada tema. Permitieron también la diferenciación progresiva de cada concepto, facilitando al estudiante la navegación en las presentaciones (en power point) de los diversos tópicos tratados.
- La incorporación de distintos actores en el proceso de revisión y evaluación y la combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas de recolección de datos permitió la obtención de valiosa información sobre la manera de abordar los

contenidos y la necesidad de enfatizar en diversos aspectos para el desarrollo de ciertas habilidades cognitivas de los estudiantes.

- A partir de las evaluaciones de los estudiantes, profesores e investigadores en habilidades cognitivas y aprendizaje, se puede inferir que los materiales digitales diseñados son de una alta calidad técnica, pedagógica y funcional para facilitar el desarrollo cognitivo de los estudiantes y el aprendizaje de Física I.
- Estos materiales instruccionales debidamente evaluados son pilares fundamentales del curso semipresencial de Física I, cuya implementación y estudio sienta la bases de la Tesis Doctoral intitulada **Un Modelo de Desarrollo de Habilidades Cognitivas Básicas para el Aprendizaje de la Física en Entornos Tecnológicos de Formación.**

BIBLIOGRAFÍA

- Ausubel, D. P., Novak, J. D. y Hanesian, H. 1997. Psicología Educativa: Un punto de vista Cognoscitivo. México: Trillas.
- Dorrego E. 1999. Flexibilidad en el diseño instruccional y las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Disponible en: <http://tecnologiaedu.us.es/edutec/2libroedutec99/libro/4.2.htm> [Consulta: Abril 2009].
- Marqués, P. 2003. Evaluación de transparencias y diapositivas informatizadas. Disponible en: <http://www.pangea.org/peremarques/diapoeva.htm> [Consulta: Febrero 2009].
- Ramírez de M. M., Aspee M., Sanabria I. 2006. Concept Maps: An essential Tool for Teaching and Learning to Learn Science. En Focus on Learning Problems in Mathematics- Oficial Journal of the Research Council on Mathematics Learning. Vol 28 (3 & 4) pp 32-57. Center for Teaching/Learning of Mathematics, Binghamton University Center for Science, Math, and Technology.
- Ramírez de M. M., Aspee M., Sanabria I. y Tellez N. 2008. El Control Metacognitivo y los Mapas Conceptuales para facilitar la Comprensión de Estructuras Complejas. Revista Científica UNET. Vol 20 (1):2008. pp 51-61. San Cristóbal, Venezuela.
- Ramírez de M. M., Aspee M., Sanabria I. y Tellez N. 2009. Using Concept Maps and Gowin's Vee to Understand Mathematical Models of Physical Phenomena. En Concept Mapping in Mathematics, pp. 189-216. Springer: New York.
- Sanabria I, Gisbert M, Ramírez M, Tellez N, Quintero A, Escalante H. 2009. Diagnóstico inicial de habilidades cognitivas básicas para el aprendizaje de física I y competencias. Memorias del XII Congreso Internacional EDUTEC 2009. Manaus, Brasil, Septiembre.
- Sampieri R, Fernández C, Baptista P, 2003. Metodología de la Investigación, McGraw-Hill: México.
- Zapata, M. 2008. Un cuarto de siglo de ayuda pedagógica en ordenadores y en redes. De la EAO-CAI a los objetos de aprendizaje, al diseño instruccional y a los patrones de "elearning". Disponible en http://www.quadernsdigitals.net/index.php?accionMenu=hemeroteca.VisualizaArticuloIU.visualiza&articulo_id=10429. [Consulta: Enero 2010]