



Spengler, María del Carmen

Egidi, Luisina

Departamento de Matemática, Escuela de Estadística

EVALUACIÓN DE MATERIALES CURRICULARES DE SOPORTE INFORMÁTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA BÁSICA UNIVERSITARIA

Resumen

La evaluación de materiales curriculares es un tipo de evaluación con características específicas, inclusive un tipo específico de investigación evaluativa, que debería situarse en el contexto general de la evaluación educativa. Este trabajo presenta la elaboración de un instrumento confiable para evaluar los materiales curriculares informáticos diseñados por los propios docentes. Fue aplicado a alumnos regulares de los años 2002 y 2003 de la asignatura Matemática I de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario. A los fines de definir criterios e instrumentos para evaluar el material curricular diseñado, se elaboró un cuestionario de 77 preguntas y se realizó un análisis de confiabilidad para cada una de las variables planteadas, por medio del Coeficiente de Confiabilidad Alpha de Cronbach, logrando reducirlo a 38 preguntas, manteniendo el nivel de confiabilidad. Se reformuló el cuestionario para su aplicación a un nuevo grupo de alumnos. La aplicación de ambos cuestionarios sirvió también como una estrategia metacognitiva que indujo a los alumnos a reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje. Los resultados obtenidos a través de la aplicación de los cuestionarios llevaron a un proceso cíclico –al que Carr y Kemmis (1988) denominan “espiral autorreflexiva”- de experimentación, evaluación y modificación tanto del material como del mismo instrumento de evaluación. De acuerdo al reto de mejorar la calidad educativa, es menester, en el accionar docente, la exigencia profesional de asumir el diseño, elaboración y evaluación de materiales curriculares, en el marco de un proceso de investigación-acción que los evalúe de modo abierto, continuo y flexible.

Introducción

En este trabajo se considera el material curricular como objeto de investigación, destacando su importancia por tratarse de un medio para facilitar los procesos de aprendizaje de los alumnos. Se entiende por material curricular el recurso destinado a ser utilizado por alumnos y profesores para colaborar en el proceso de planificación y desarrollo de los procesos de aprendizaje y de su evaluación.

La posición de Wittmann de dar jerarquía de investigación al diseño y evaluación de materiales curriculares en Educación Matemática, abre un campo de estudios muy amplio en un momento de grandes cambios curriculares, en un ámbito como el universitario, donde la exigencia de mayores competencias, requeridas por el avance



tecnológico, conlleva la necesidad de investigar lineamientos teóricos y construir instrumentos confiables para la evaluación de materiales curriculares.

1. Criterios en la clasificación de materiales curriculares

Uno de los principales problemas que surge en la realización de clasificaciones respecto a los materiales curriculares es la selección de criterios que resulten funcionales.

Al respecto, Parceriza Aran (1996) señala que han aparecido trabajos basados en nuevos planteamientos que toman la perspectiva cognitiva como referente y potencian estudios sobre aspectos internos de los materiales y sobre las interacciones de las variables que se dan en ellos. Dentro de estas nuevas perspectivas, establece cuatro criterios posibles para clasificar materiales curriculares:

- *Según los niveles de concreción, en relación al modelo curricular del nuevo sistema educativo.* Los materiales con propuestas de criterios y ejemplos de proyectos educativos corresponderían al primer nivel; los materiales que proporcionasen pautas o ejemplos para la secuenciación de contenidos corresponderían al segundo nivel; los libros de textos o aplicaciones informáticas para un contenido específico corresponderían al tercer nivel.
- *Según la intencionalidad o función del material:* orientar, guiar, proponer, ejemplificar o ilustrar. Por ejemplo, las guías didácticas que acompañan a libros de texto o a programas audiovisuales pretenden guiar; los libros de propuestas que presentan distintas alternativas y posibilidades pretenden proponer; etc.
- *Según la tipología de contenidos:* cada material incide prioritariamente en un determinado tipo de contenido. Por ejemplo, programas informáticos o cuadernos para el aprendizaje de procedimientos; monografías o programas audiovisuales para el aprendizaje de conceptos.
- *Según el medio de comunicación o soporte que utilizan:* Cada soporte (papel, informático, audiovisual, etc.) tiene peculiaridades y posibilidades determinadas.

En este trabajo se considera la clasificación de materiales curriculares de acuerdo al último criterio mencionado: el soporte que utilizan, ya que este trabajo analiza el diseño y evaluación de un material curricular de soporte informático organizado en hipertexto y utilizado por alumnos regulares de los años 2002 y 2003 de la asignatura Matemática I de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la Universidad Nacional de Rosario.

Los materiales informáticos progresivamente van teniendo un papel cada vez más destacado en la educación y probablemente, llegarán a tenerlo mucho más, tal como se puede prever si se observa la evolución, en todos los ámbitos sociales, de las llamadas 'Tecnologías de la Información y Comunicación' (TlyC).

Con respecto a estas últimas, Parceriza Aran (1996) las ha clasificado por considerarlas la base de los cambios propiciados por la tecnología en el ámbito educativo:

- *Hipermedia e hipertexto:* términos utilizados por T. Nelson ya en 1965 para describir una nueva manera de concebir el tratamiento de la información mediante la computadora, basada en recorridos o formas no-lineales de relacionar los datos dentro de un cuerpo de información.



- *Multimedia*: el término se aplica tradicionalmente a la combinación de medios (proyector de diapositivas, magnetófono) pero actualmente se define como un acceso organizado a elementos textuales (palabras y nombres), auditivos (efectos sonoros, música y voz) y visuales (imágenes fijas, video y animación) sintetizado en un único sistema integrado y controlado por computadora.
- *Telecomunicaciones*: videoconferencias y redes de telecomunicaciones (Internet).

Los materiales curriculares no impresos deben transmitir eficazmente la información, sugerir problemas y cuestionar a través de interrogantes que obliguen al análisis y reflexión, propiciando las transferencias y aplicaciones de lo aprendido.

Con ello, la elaboración de materiales curriculares alcanza una especial complejidad, ya que éstos deben evitar que el aprendizaje se base en la intervención sistemática del docente. García Aretio (1994: 251) detalla algunos de estos requerimientos como ser; "motivar, informar, aclarar y adaptarse al ritmo de cada estudiante, dialogar, enlazar las experiencias del sujeto con las enseñanzas, programar el trabajo individual o en equipo, y poner en juego la intuición, la actividad y aun la creatividad del alumno, aplicando los conocimientos a situaciones concretas, a la vez que debe establecer un verdadero trabajo interdisciplinar".

Las ventajas del material con soporte informático son; la interactividad, modelación y simulación, adaptabilidad, autocontrol, variedad o versatilidad del programa cuyo contenido puede ser actualizado. Por otra parte, los inconvenientes son; la complejidad para la elaboración y diseño por parte de los docentes, y la necesidad de tener conocimientos de Informática por parte de los alumnos.

2. Función de los materiales curriculares

La funcionalidad es una de las características centrales de todo material curricular, entendida en relación a su utilidad y las funciones que cumple.

Estas funciones han sido abordadas por diferentes autores (Zabala, 1989; Gimeno, 1991; Sarramona López, 1992, citados por García Aretio, 1994), entre las que se mencionan:

- *Innovadora*, al introducir un nuevo material en la enseñanza, aunque en ocasiones puede tratarse solamente de un cambio superficial y no de una verdadera innovación;
- *Motivadora*, captando la atención del alumno;
- *Estructurante de la realidad*, ya que cada material tiene formas específicas para presentarla;
- *Configuradora* de la relación entre el alumno y los contenidos de aprendizaje, ya que cada material facilita determinadas competencias;
- *Controladora* de los contenidos a enseñar;



- *Formativa, global y estrictamente didáctica*, ya que el material ayuda al aprendizaje del contenido y al desarrollo de competencias, dependiendo de las características del propio material pero también del uso que se haga de él.

Según Canals y Roig (1992) las características que deberían reunir los materiales curriculares para cumplir con las funciones anteriores son:

- Ofrecer una programación coherente y sistemática de los contenidos que asegure la continuidad entre grados y ciclos;
- Presentar una programación curricular del ciclo;
- Remitir al uso de otras fuentes informativas;
- Presentar niveles diversos de dificultad para adecuarse a las diferencias individuales del alumno;
- Establecer relaciones con los conocimientos previos del estudiante;
- Promover el desarrollo de capacidades expresivas y comunicativas.

Otras características:

- Rigor y actualización de la información;
- Secuencia didáctica y lógica en la presentación de los contenidos y en el uso del lenguaje;
- Máxima adecuación a las características del alumno y a su vocabulario;
- Buen tratamiento de los valores de una sociedad democrática
- Planteamiento de actividades que abran nuevos campos de conocimiento;
- Presentación motivadora de los temas que despierte el interés;
- Ilustración cuidada al servicio de los contenidos;
- Cuidado del diseño, tipología y presentación en general.
- Ofrecimiento de la posibilidad de modificar, escoger y readaptar los materiales.

3. El diseño de materiales curriculares

3.1. La Matemática como ciencia de diseño

Respecto al diseño de materiales curriculares a emplear en el aprendizaje de la Matemática Básica Universitaria es válido destacar el enfoque que realiza Wittmann (1995) centrándose en las unidades curriculares, las que –como lo señala Gutiérrez Rodríguez (1991)- pueden ir desde la elaboración del material curricular hasta las unidades y el desarrollo del currículum completo de un nivel educativo.

Wittmann (1995) plantea que el diseño de materiales curriculares ha sido considerado como una tarea mediocre normalmente hecha por profesores y autores de



libros de texto. Sin embargo, su diseño conlleva una investigación empírica que debe centrarse en la consideración de la Educación Matemática como ciencia de diseño.

El marco de una ciencia de diseño abre a la Educación Matemática una prometedora perspectiva para el desarrollo profesional de los docentes. En efecto, resulta fundamental encontrar formas para diseñar los materiales y a la vez, investigar empíricamente estas producciones. La calidad de estas últimas depende de la fantasía constructiva, del ingenio de los diseñadores y de la evaluación sistemática y permanente, aspectos propios de la ciencia de diseño.

Wittmann señala que los profesores de Matemática cuentan con la posibilidad de producir un conjunto de materiales curriculares cuidadosamente diseñados y estudiados, que se basen en principios teóricos fundamentales. Los profesores pueden con certeza hacer contribuciones importantes, particularmente cuando son miembros y están conectados con un equipo de investigación. Afirma que el diseño de los mismos y la investigación empírica centrada alrededor de ellos, sólo puede ser exitosa si está constituida por la interacción activa entre diferentes áreas y disciplinas relacionadas (la Matemática, la Didáctica General, la Pedagogía, la Sociología, la Psicología, la Epistemología, etc.).

La investigación centrada alrededor de los materiales curriculares es útil porque se relaciona directamente con los contenidos matemáticos -en un ida y vuelta entre la teoría y la práctica- y porque sólo el profesor puede determinar las condiciones especiales en que éstos se desarrollarán. (Wittmann, 1995)

3.2. La elaboración de los propios materiales curriculares

Para que los materiales elaborados –sobre todo los de soporte informático- sean adecuados y no se limiten a ser un puzzle (en ocasiones con poco sentido) a partir de fragmentos de materiales escritos, Parceriza Aran (1996) señala una serie de cuestiones:

- *Coherencia* con los objetivos de la institución universitaria y de la cátedra: los que deben ser un referente para las decisiones que conciernen a la elaboración de los materiales curriculares. Esto tiene una doble dimensión:
 - Los materiales tienen que ser coherentes con los criterios sobre qué, cuándo y cómo enseñar y evaluar, y deben incluir elementos facilitadores de un aprendizaje lo más significativo posible.
 - En los objetivos de la cátedra se deberían señalar acuerdos sobre criterios para la selección, elaboración y uso de materiales curriculares, ya que esos criterios constituyen una parte fundamental a la hora de decidir cómo elaborar los materiales.
- *Adecuación* a los diversos intereses y necesidades de los alumnos: es decir tener en cuenta las características del alumnado que los utilizará.
- *Rigor científico*: uno de los peligros de elaborar los propios materiales es caer en inexactitudes científicas. En ocasiones, los materiales elaborados por el propio profesor incluyen errores conceptuales, que son debidos a la falta de información, a transcripciones equivocadas o a errores por un intento de simplificación excesiva.



- *Aspectos formales:* una de las dificultades relevantes que se plantean cuando se opta por elaborar materiales es de carácter técnico o formal. Es difícil competir con la calidad formal de la mayoría de los materiales editados. Ante esta situación es importante que la opción de elaborar los propios materiales se justifique de tal manera que compense esta desventaja.
- *Funcionalidad del material:* Considerando que el uso que realmente realice el alumnado del material determinará en parte su aprendizaje, es importante que se analice su utilización, ya que esto permitirá detectar aspectos a mejorar que probablemente se podrán incluir en un futuro.

4. La evaluación de materiales curriculares, un tipo específico de evaluación

La mayor parte de la bibliografía sobre evaluación de carácter general pone el acento en la evaluación de los aprendizajes, de los programas, etc., restándole importancia a la evaluación de los materiales curriculares que se utilizan. Sin embargo, la evaluación de materiales curriculares es un tipo de evaluación con características específicas, inclusive un tipo específico de investigación evaluativa, que debería situarse en el contexto general de la evaluación educativa.

Además, la evaluación de materiales curriculares, cuenta con un cuerpo teórico-histórico, en el que ha dominado el enfoque de tipo comparativo entre distintos materiales, basado en una perspectiva conductista, que los consideraba simples estímulos provocadores o reforzadores de respuestas. (Parceriza Aran, 1996)

Cabero (1990) señala la falta de utilidad real para el docente, de los resultados de estos tipos de análisis comparativos y destaca los aportes de la perspectiva cognitiva. A través de esta última se pueden vislumbrar preocupaciones o intereses nuevos, más orientados al diseño, facilidad para la comprensión lectora, elementos de motivación y a preocupaciones más globalizadoras, relacionadas con el modo explícito o implícito en que un material curricular determina la actividad del alumno.

De acuerdo al reto de mejorar la calidad educativa, es menester, en el accionar docente, la exigencia profesional de asumir el diseño, elaboración y evaluación de materiales curriculares. Esta problemática puede analizarse a través de la Investigación-Acción, que consiste en investigar y profundizar los problemas prácticos cotidianos experimentados por el profesor y los alumnos, para posteriormente tomar decisiones y mejorar los materiales. (Carr y Kemmis, 1988)

Carr y Kemmis (1988) han denominado este método como "una espiral autorreflexiva", formada por los siguientes ciclos sucesivos:

- *observaciones iniciales*, en este caso, sobre la utilización de los materiales,
- *toma de decisiones* para planificar cambios, considerando los aspectos que se desean modificar,
- *observación de los efectos de los cambios introducidos*, poniendo énfasis en los nuevos problemas suscitados por estos cambios y en los que se mantienen a pesar de los mismos,



- *reflexión* sobre los resultados de las observaciones,
- *decisión de la próxima acción a emprender*, que permitirá volver a reiniciar el ciclo, posibilitando la innovación y mejora del material.

La investigación-acción propone un diseño de evaluación de materiales curriculares abierto y flexible, que pueda integrar abordajes cualitativos y cuantitativos, permitiendo que también los alumnos evalúen los materiales. La información obtenida es analizada para poder tomar decisiones sobre los aspectos a modificar. Por ejemplo, se puede decidir no utilizar en el futuro determinados materiales, utilizarlos de forma distinta o con otras funciones, utilizar además otros materiales, modificar el momento o fase de la secuencia de enseñanza-aprendizaje en que se usan, etc. Más adelante, se podrán observar los efectos de las decisiones que se han tomado, interrogándose acerca de las nuevas funciones que están cumpliendo, los problemas suscitados, etc. A partir de esta información se deberá llevar a cabo una reflexión para decidir los próximos pasos que reinicien el ciclo.

Como toda evaluación, la de los materiales requiere de criterios y/o de pautas que orienten la tarea de recogida de datos, de análisis y toma de decisiones posteriores. En lo que se refiere al uso de los materiales por parte del alumno, se debería recoger información sobre la ayuda que el material brinda al aprendizaje de los contenidos y al alcance de los objetivos, y sobre la coherencia entre los procesos de aprendizaje del alumno y los requisitos para que éste sea lo más significativo posible.

Estas dos cuestiones que deben considerarse básicas, se pueden completar con el análisis de aspectos concretos relacionados con el uso del material por parte del alumno. Como guía orientadora se puede considerar la propuesta de Santos (1991), quien señala que los materiales deben permitir al alumno:

- tomar decisiones razonables respecto a cómo utilizarlos y ver las consecuencias de su elección,
- desempeñar un papel activo y un análisis crítico,
- construir conocimientos y desarrollar procesos intelectuales,
- revisar y perfeccionar sus esfuerzos iniciales,
- aplicar y manejar los contenidos,
- trabajar con sus pares y participar en la negociación de significados.

La evaluación de un material elaborado por el propio docente brinda la posibilidad de saber si lo que se ha diseñado es válido y útil en relación con la finalidad esperada. Una evaluación inicial, por parte de expertos, permite hacer los cambios necesarios antes de su aplicación. Una evaluación continua, durante el proceso, permite realizar los ajustes necesarios, y una evaluación final puede indicar el grado de consecución de los objetivos planteados y la utilidad del material curricular.



Por su parte, Zabala (1995) considera que se pueden establecer criterios y pautas para evaluar los materiales que deriven de las propias características del material y de las necesidades del aprendizaje, como ser:

- Coherencia entre los objetivos del material y los establecidos por la cátedra y la institución universitaria,
- Coherencia entre los objetivos y los contenidos,
- Indagar en las secuencias de actividades que se proponen para cada uno de los contenidos y determinar su progresión y orden,
- Analizar cada una de las secuencias de actividades propuestas para comprobar si promueven un aprendizaje significativo en relación con los contenidos establecidos,
- Establecer el grado de adaptación al contexto en que se tendrán que utilizar.

La evaluación de materiales curriculares debe ser ubicada, por lo tanto, dentro de un conjunto más amplio de elementos interrelacionados: características del contexto, intenciones educativas definidas en la propuesta docente, criterios de atención a la diversidad, criterios de evaluación de los aprendizajes del alumnado, etc.

Como ha quedado reflejado, las propuestas de clasificación y evaluación de materiales curriculares son bastante abundantes y diversas, como diversos son los criterios de valoración que proponen los distintos autores. Pero aparecen serias dudas frente a su utilidad real como una herramienta para elaborar, seleccionar y/o usar materiales curriculares con criterios más rigurosos y en función de un proyecto educativo. En las propuestas, a menudo, falta un marco teórico que justifique las decisiones en el momento de analizar y evaluar materiales.

Aunque la evolución histórica de las distintas propuestas se ha ido modificando, en general se constata que las cuestiones formales y de lenguaje (tanto verbal como icónico) han interesado más que los aspectos de contenido, y éstos más que los didácticos, tales como el método, las actividades planteadas, etc. Algunas propuestas plantean el uso de instrumentos de evaluación, elaborados con un exceso de pragmatismo y resultando excesivamente simples. Otras son esquemas que señalan aspectos a analizar o listas de cuestiones a responder que, aunque pueden ser de interés, acostumbran a ser muy genéricas y limitadas. También hay algunas más completas pero, aún así, sólo ofrecen un listado de cuestiones a plantear, sin concretar demasiado y sin proporcionar orientaciones sobre cómo llegar a conclusiones que permitan decidir y optar. (Parceriza Aran, 1996)

Cuando se analizan las distintas propuestas de evaluación, se llega a la conclusión de que existe una conciencia, por parte de sus autores, de que es necesario contar con instrumentos para el análisis de materiales. Pero asimismo, en la mayoría de los casos, no se formula la elaboración de un instrumento que pueda considerarse suficientemente completo y riguroso. Se trata de primeras aproximaciones o pautas que desarrollan sólo algunas de las vertientes del análisis.

Si bien existen propuestas de carácter general como modelos de evaluación, sería relevante -especialmente en el área de la Matemática del nivel universitario- elaborar materiales curriculares y experimentar su utilización, con un criterio más específico, en



función de una propuesta educativa y con un marco teórico que justifique las decisiones en el momento de analizarlos y evaluarlos.

El profesor que elabora materiales curriculares necesita de ciertos lineamientos construidos a partir de una base teórica, que no pueden ser extremadamente complejos, pero tampoco pueden caer en una simplicidad excesiva. Estos lineamientos tienen que permitir una evaluación formal y sistemática que permita juzgar y decidir a partir de determinadas premisas.

5. Un Cuestionario como Instrumento de Evaluación de Materiales Curriculares:

En este trabajo se estudia la elaboración de un cuestionario dirigido al grupo de alumnos que trabajaron con el hipertexto diseñado.

El criterio de elección de este instrumento –el cuestionario- estuvo orientado de acuerdo a las múltiples ventajas que presenta: facilita la medición y comparación de información proveniente de distintos sujetos, minimizando los errores y el esfuerzo de los respondientes, en cuanto al tiempo, la disponibilidad y la cantidad de los mismos. Aún así, se tuvo en cuenta su poca flexibilidad y la limitación de las respuestas, pero debió priorizarse la necesidad de registrar la mayor cantidad de opiniones posibles –dado el número de respondientes- sobre el material curricular empleado. (Padua, 1979)

Este cuestionario tuvo su génesis en la decisión del equipo docente de Matemática I de elaborar y aplicar nuevos materiales, ante la dificultad de encontrar materiales editados que se adecuaban suficientemente al proyecto de cambio curricular puesto en marcha en la FCEyE.

En el año 2002, este equipo docente, bajo la dirección de la Dra. Mercedes Anido y la colaboración del Dr. Antonio Medina Rivilla, realizó un taller de reflexión, cuyo objetivo fue la evaluación de los nuevos materiales confeccionados hasta ese momento. Para ello, formularon una base de 90 preguntas, agrupadas de acuerdo a las siguientes variables: Motivación, Modelización, Transposición Didáctica, Aplicabilidad, Grado de dificultad de las Actividades, Trabajo Colaborativo, Diseño Gráfico y Funcionalidad del Material.

Para esta investigación se retomó esta base de 90 preguntas depurándola a 77 y adaptándola a la evaluación del hipertexto utilizado como material curricular.

5.1. Primer cuestionario

En este cuestionario se agruparon las 77 preguntas de acuerdo a las 8 variables antes mencionadas:

- *Motivación:* constructo teórico empleado para describir cierta 'tensión' que lleva al sujeto a desear superarla. Se constituye en una especie de 'desafío' que promueve la propia iniciativa personal. En el ámbito educativo se vincula directamente con la metacognición (la toma de conciencia de los mecanismos cognitivos), que acompañada de estímulos externos permite al sujeto tener confianza en sí mismo para alcanzar con su accionar las metas propuestas. (Sarramona; 1999)
- *Modelización:* refiere a la capacidad de los alumnos de expresar situaciones del mundo real a través de un modelo matemático por medio de una o varias ecuaciones, funciones o algoritmos, con el fin de predecir respuestas desconocidas. (Díaz Godino, 1991)
- *Transposición Didáctica:* se refiere al proceso de traslado y a la vez reconstrucción del 'objeto de saber', perteneciente al ámbito científico, en 'objeto de enseñanza' transponiéndolo al espacio pedagógico (Chevallard, 1985), en el que se inviste del sustrato experiencial del sujeto que lo enseña y del que lo aprende. Tal es el caso de



la Matemática que, debido a su naturaleza abstracta, la forma de construcción de los contenidos teóricos exige un permanente trabajo de transposición didáctica.

- *Aplicabilidad*: refiere a la capacidad de los alumnos de utilizar estratégicamente los conceptos matemáticos para la resolución de problemas.
- *Grado de dificultad de las actividades*: coherencia en la gradación ascendente de las dificultades. Hace a la apreciación de los obstáculos cognitivos, ya sean epistemológicos, didácticos u ontogenéticos.
- *Trabajo Colaborativo*: o 'Aprendizaje Colaborativo o Cooperativo': tiene su base en la interacción alumno-alumno, con el propósito de construir conocimientos, posibilitar procesos de negociación de significados, y consolidar la propia comprensión por medio de la explicación a otro compañero. Implica el manejo de aspectos tales como la solidaridad, el respeto a las contribuciones y habilidades individuales, permitiendo de esta forma la enseñanza horizontal. (Pinheiro, 1998)
- *Diseño Gráfico*: apreciación respecto a la presentación y diagramación del material informático, relacionándolo con el pensamiento visual, que va más allá de la simple visualización, y apunta a clasificar, ordenar, priorizar, etc.
- *Funcionalidad del material*: apreciación del material informático como facilitador del aprendizaje.

Así mismo, las siguientes variables no aparecen tratadas en un grupo de ítems como las demás, pero están presentes en el cuestionario atravesando cada grupo de preguntas:

- *Incorporación del recurso informático*: entendida como la apreciación del uso de materiales curriculares en soporte informático, como herramienta cognitiva que posibilita el desarrollo de nuevas competencias y la puesta en juego de estrategias de aprendizaje y comunicación distintas a las empleadas con materiales tradicionales de soporte papel.
- *Aprendizaje autónomo*: refiere a la capacidad de control del alumno sobre el modo en que construye el conocimiento, vinculándose directamente con la voluntad personal, la metacognición (toma de conciencia sobre su propio proceso de aprendizaje) y la motivación. (Sarramona; 1999)

Las 77 preguntas estaban organizadas de acuerdo a una escala tipo Likert. Se trata de una escala ordinal, en la que los encuestados valoran cada una de las proposiciones con una gradación que va desde la desaprobación total hasta la aprobación total, escogiendo la categoría de respuesta que más represente su opinión respecto a cada proposición (Ander-Egg, 1995). Dentro de este 'continuum' rechazo-aprobación, los alumnos encuestados deben asignarle un valor entre 1 y 4 a cada una de las afirmaciones. En esta puntuación, 4 indica la aceptación total y 1; el rechazo total. El cuestionario contempla una quinta opción de respuesta que alude a la no-comprensión de la proposición planteada. Los alumnos que respondieron a esta categoría debieron ser eliminados a los efectos del cálculo del coeficiente de confiabilidad.

La escala utilizada en el cuestionario es la siguiente:

- 1-No coincido,
- 2-Coincido en algo,
- 3-Coincido en gran medida,
- 4-Sí, coincido totalmente,



- Pregunta no comprendida.

Los resultados obtenidos a través de la aplicación del cuestionario en el año 2002 llevaron a un proceso cíclico de experimentación, evaluación y modificación tanto del material como del mismo instrumento de evaluación, el cuestionario.

5.2. Estudio de la confiabilidad del cuestionario: Test de Cronbach

A los fines de definir criterios e instrumentos para evaluar el material curricular diseñado, se decidió realizar un análisis de confiabilidad para cada una de las variables planteadas en el cuestionario, por medio del Coeficiente de Confiabilidad Alpha de Cronbach, y evaluar la posibilidad de reducir la cantidad de preguntas, manteniendo el nivel de confiabilidad.

El coeficiente Alpha de Cronbach es un coeficiente numérico de confiabilidad, que mide cuán bien un conjunto de ítems puede medir una única variable unidimensional. Técnicamente hablando, no es un test estadístico sino un coeficiente de confiabilidad. El coeficiente de Cronbach puede ser escrito como una función del número de ítems del cuestionario correspondiente a cada variable, y la intercorrelación promedio entre los ítems.

La fórmula del coeficiente estandarizado de Cronbach es:

$$\frac{Nr}{1 + (N-1) r}$$

En esta fórmula N es el número de ítems (de proposiciones) y r es la correlación media entre ítems. A medida que aumenta el número de ítems, aumenta el coeficiente. Además, si la intercorrelación es baja, el coeficiente será bajo. A medida que la intercorrelación aumente, el coeficiente alfa de Cronbach aumentará. Esto tiene sentido intuitivamente: si la intercorrelación es alta, hay evidencia de que los ítems están midiendo la misma variable subyacente, es decir que la confiabilidad es buena.

Cuando se tiene una variable generada a partir de un conjunto de preguntas que arroja una respuesta estable, entonces la variable se dice que es confiable. El coeficiente Alpha es un índice de confiabilidad asociada con la variación encontrada para el verdadero 'store' de la construcción subyacente. Construcción se denomina a la variable hipotética que esta siendo medida.

El rango de variación de este coeficiente es de 0 a 1 y cuanto mayor es su valor, mayor es la confiabilidad del cuestionario. Nunnally en 1978 indicó que 0.7 es un valor aceptable de este coeficiente. Si la escala muestra una baja confiabilidad, entonces los ítems individuales deben ser reexaminados y modificados o completamente cambiados según la necesidad.

Del análisis estadístico surgió un coeficiente de confiabilidad por ítem y un coeficiente de confiabilidad correspondiente a cada variable, que permitió reducir de 77 a 38 el número de proposiciones, manteniendo alto el nivel de confiabilidad.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

<i>Variable I:</i>	<i>Motivación</i>
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	11
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 11 proposiciones:	0.778
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	6



▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.757
<i>Variable II:</i> <i>Modelización</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	12
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 12 proposiciones:	0.818
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	5
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.768
<i>Variable III:</i> <i>Transposición Didáctica</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	8
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 8 proposiciones:	0.776
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	1
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.754
<i>Variable IV:</i> <i>Aplicabilidad</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	15
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 15 proposiciones:	0.843
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	10
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.754
<i>Variable V:</i> <i>Grado de dificultad de las actividades</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	9
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 9 proposiciones:	0.790
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	5
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.753
<i>Variable VI:</i> <i>Trabajo Colaborativo</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	6
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 6 proposiciones:	0.671
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	2
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.710
<i>Variable VII:</i> <i>Diseño Gráfico</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	10
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 10 proposiciones:	0.879
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	7
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.784
<i>Variable VIII:</i> <i>Funcionalidad del material</i>	
▪ Cantidad de proposiciones del primer cuestionario:	6
▪ Coeficiente Alpha obtenido con las 6 proposiciones:	0.803
▪ Cantidad de proposiciones eliminadas:	3
▪ Coeficiente alpha esperado en cuestionario reducido:	0.781

5.4. El Cuestionario 'reducido'

A partir del análisis de confiabilidad realizado, las preguntas a retener para el nuevo cuestionario reducido fueron las siguientes:



<i>Variable</i>	<i>Número de pregunta</i>
I	3, 4, 8, 10 y 11
II	1, 2, 3, 4, 5, 11 y 12
III	1, 2, 3, 4, 5 y 6
IV	4, 5, 7, 10 y 13
V	2, 3, 5 y 6
VI	2, 3, 4 y 5
VII	3, 6 y 7
VIII	2, 3 y 4

Se reformuló el cuestionario para su aplicación a un nuevo grupo de alumnos en el año 2003. En la siguiente tabla se presenta el coeficiente de confiabilidad para cada apartado de la versión reducida del cuestionario (38 preguntas):

<i>Variables</i>	<i>Cantidad de Preguntas</i>	<i>Coeficiente Alfa</i>
<i>I – Motivación</i>	5	0.9229
<i>II – Pasaje entre registros verbales, gráficos y simbólicos (modelización)</i>	7	0.9421
<i>III – Forma de desarrollo y manejo de los contenidos teóricos (transposición didáctica)</i>	6	0.9480
<i>IV – Actividades de aplicación en problemas (aplicabilidad)</i>	5	0.9428
<i>V – Grado de dificultad de las actividades</i>	4	0.9327
<i>VI – Trabajo Colaborativo</i>	4	0.9417
<i>VII – Diseño Gráfico</i>	3	0.9240
<i>VIII – Funcionalidad del material</i>	3	0.9340

Puede observarse que los coeficientes resultaron prácticamente inmejorables, marcando un casi total acuerdo entre las proposiciones que integraban cada variable del cuestionario.

También se observa una mejora muy importante respecto de los coeficientes de Cronbach obtenidos para el cuestionario de 77 preguntas. Esto pudo deberse a que el grupo de personas que respondieron era diferente o a que el instrumento de medición era diferente: en el primero el alumno tenía que lidiar con el cansancio de contestar 77 preguntas, mientras que en el cuestionario 'reducido' podía concentrarse mejor en la respuesta a cada una.



6. Resultados

Los puntajes promedio para cada apartado del cuestionario 'reducido' son los siguientes:

<i>Variables</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desvío Estándar</i>
<i>I – Motivación</i>	3,4253	0,6495
<i>II – Pasaje entre registros verbales, gráficos y simbólicos (modelización)</i>	3,3244	0,6614
<i>III – Forma de desarrollo y manejo de los contenidos teóricos (transposición didáctica)</i>	3,3544	0,6873
<i>IV – Actividades de aplicación en problemas (aplicabilidad)</i>	3,3578	0,6678
<i>V – Grado de dificultad de las actividades</i>	3,3675	0,6735
<i>VI – Trabajo Colaborativo</i>	3,3343	0,7133
<i>VII – Diseño Gráfico</i>	3,3313	0,6831
<i>VIII – Funcionalidad del material</i>	3,3715	0,7195

A continuación se presentan los histogramas de frecuencias para los promedios de cada variable del cuestionario, considerando la riqueza de información pormenorizada que transmite.

Gráfico 1. Distribución de frecuencias para la variable Motivación

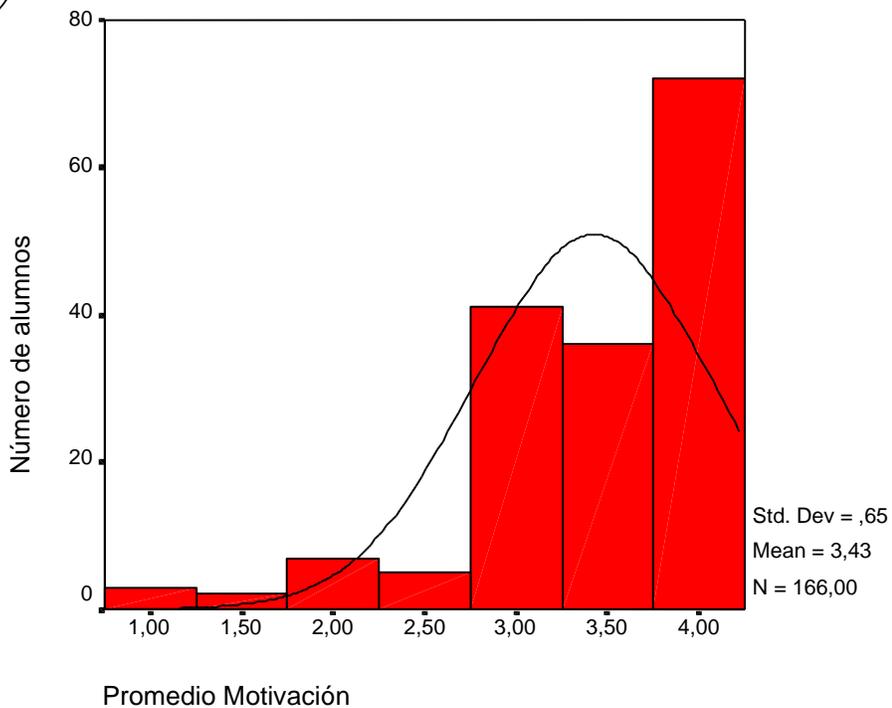


Gráfico 2. Distribución de frecuencias para la variable Modelización

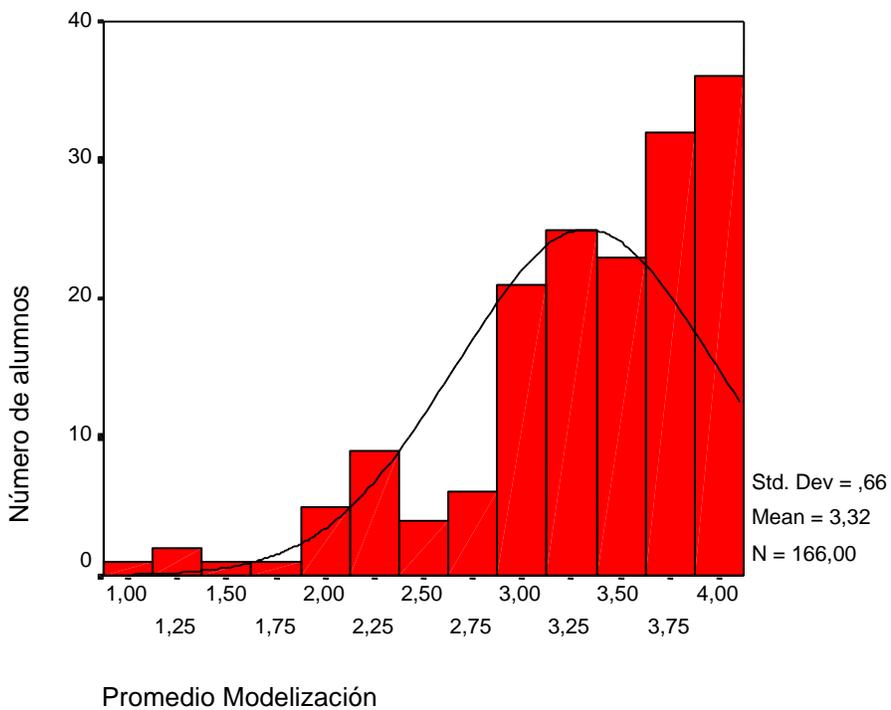
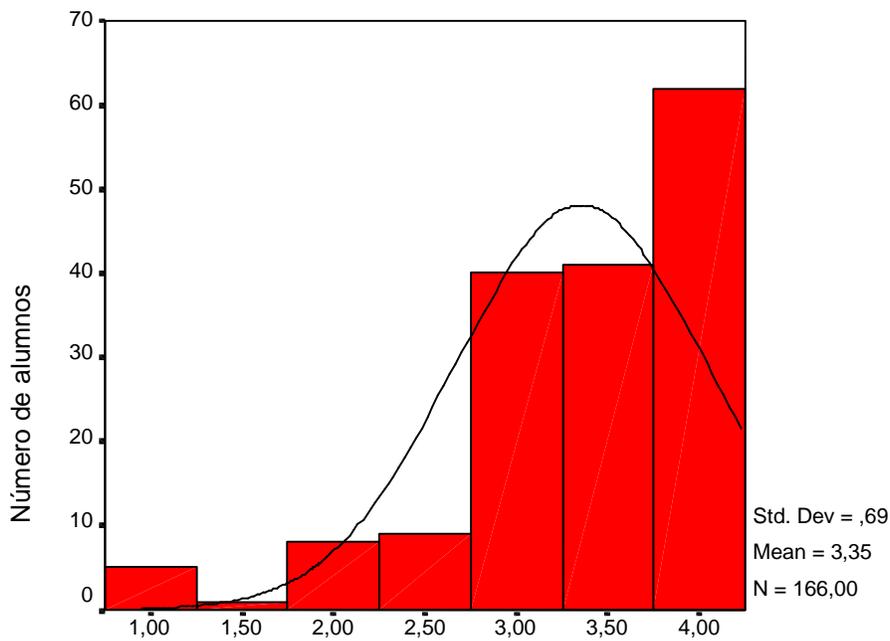


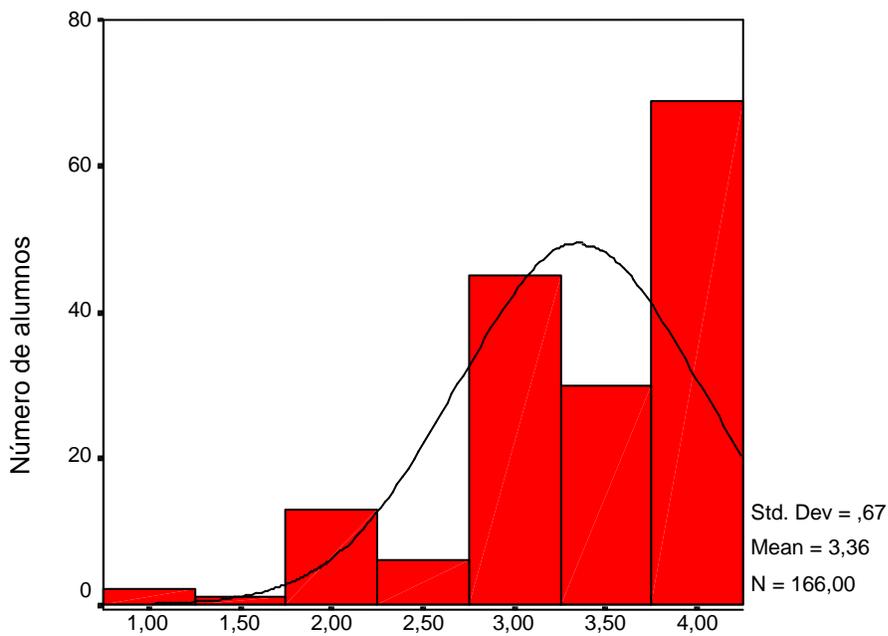


Gráfico 3. Distribución de frecuencias para la variable Transposición

Gráfico 4. Distribución de frecuencias para la variable Aplicabilidad



Promedio Transposición



Promedio Aplicabilidad



Gráfico 5. Distribución de frecuencias para la variable Dificultad de las actividades

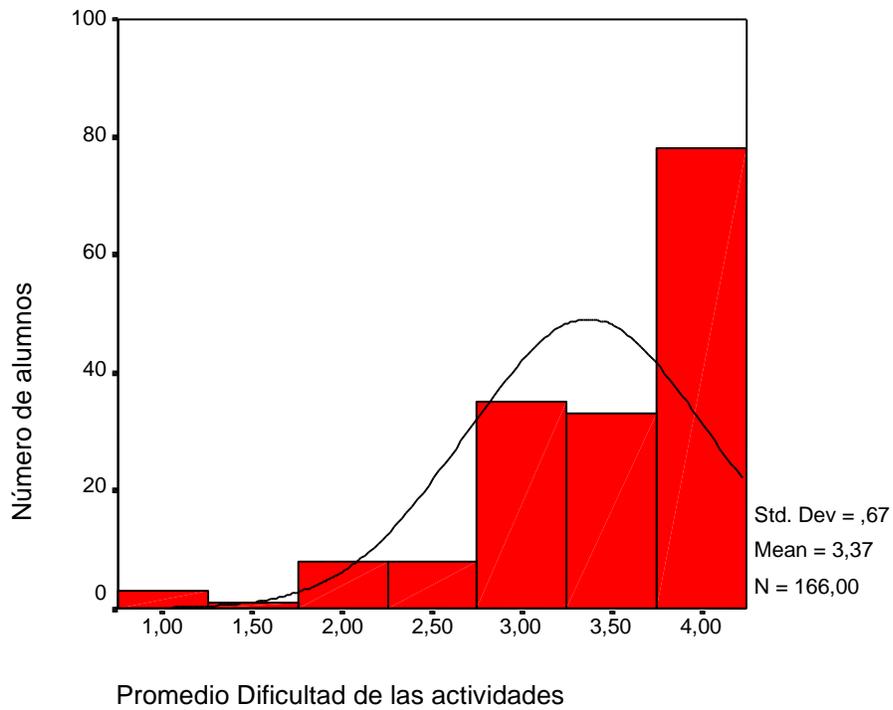




Gráfico 6. Distribución de frecuencias para la variable Trabajo Colaborativo

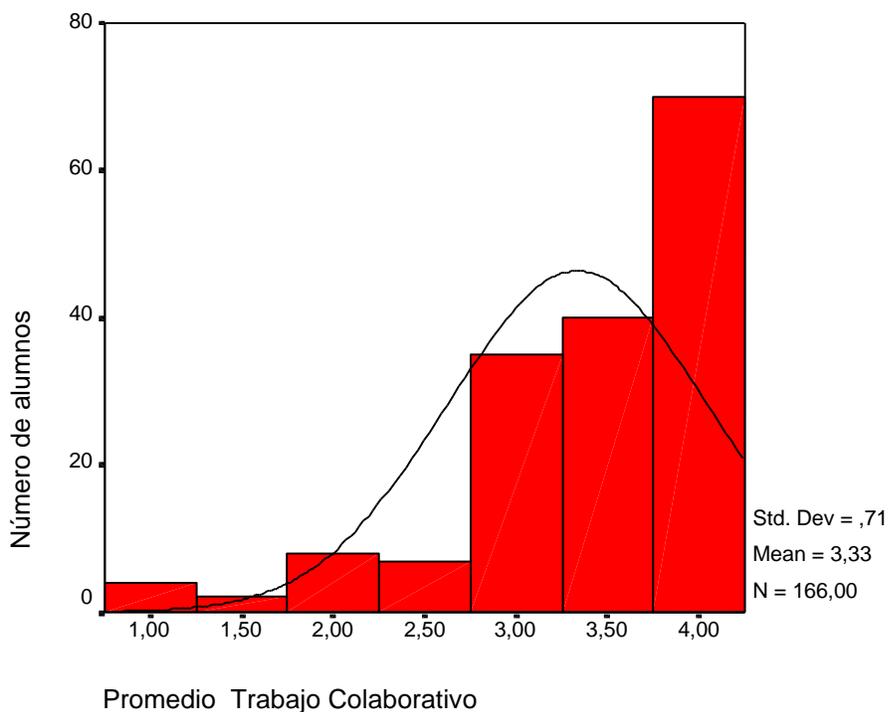


Gráfico 7. Distribución de frecuencias para la variable Diseño Gráfico

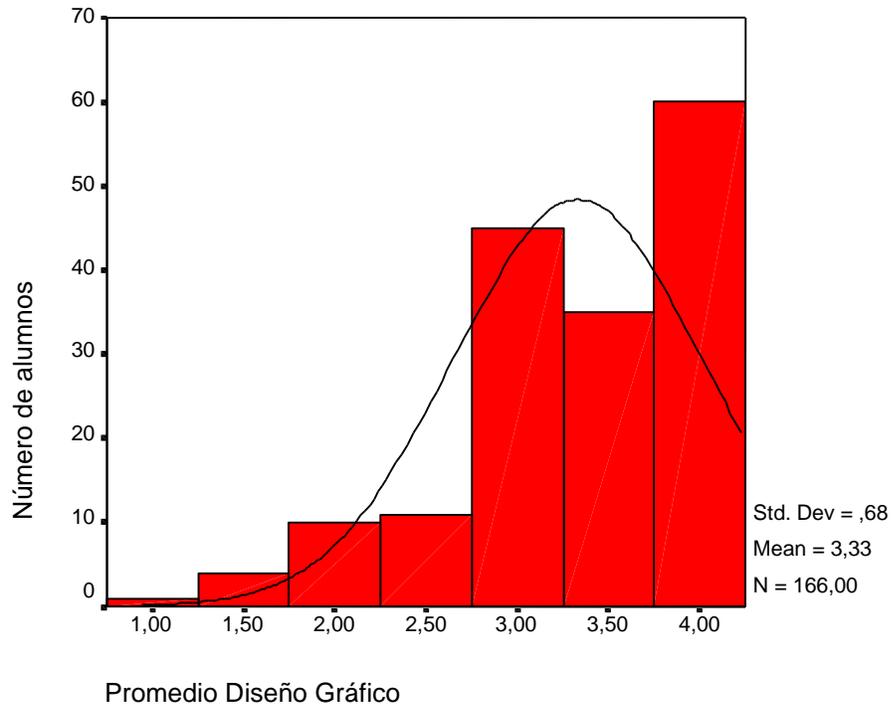
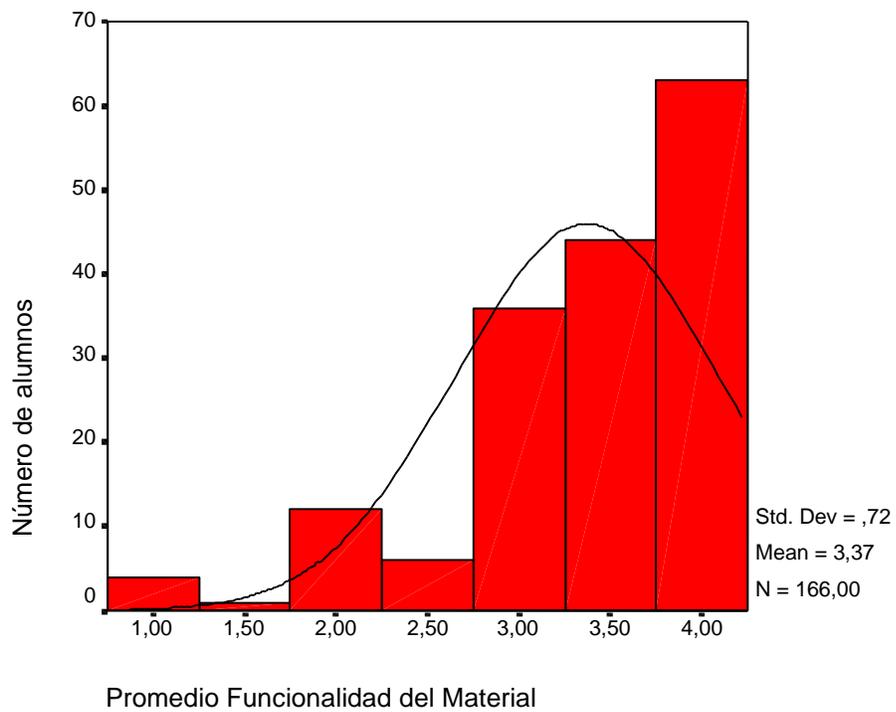


Gráfico 8. Distribución de frecuencias para la variable Funcionalidad del material





7. Conclusiones

A partir de los gráficos anteriores, se observa que todos tienen asimetría izquierda, lo que indica una gran positividad en las respuestas.

Los puntajes promedio para cada uno de los apartados fueron muy similares y bastante elevados. Por un lado, significó que el material curricular había sido correctamente elaborado, por otro, se presentó el problema de que no parecía haber una discriminación entre las respuestas de cada apartado. Para futuras modificaciones del material se podría elevar la escala a más categorías que las 4 estipuladas en el cuestionario actual. Así mismo, resultaría interesante llevar esta escala a puntajes de 1 a 10 por ejemplo, donde los alumnos pudieran ampliar su grado de acuerdo respecto de cada proposición.

La aplicación del cuestionario se orientó a obtener información sobre las competencias que el material curricular había promovido en los alumnos. Por ende, puede pensarse que la aplicación de ambos cuestionarios sirvió también como una estrategia metacognitiva que indujo a los alumnos a reflexionar sobre sus propios procesos de aprendizaje.

Como trabajo en proyección de futuro se espera continuar con un proceso cíclico de aplicación y evaluación permanente, previendo futuras modificaciones tanto del material como del cuestionario, con el fin de que éste último pueda ser utilizado para la evaluación de otros materiales curriculares, es decir lograr un instrumento estandarizado.

Desde esta perspectiva se proyecta continuar con la elaboración de materiales curriculares y la experimentación de su uso, en función de una propuesta educativa, sustentada a través de un marco teórico que justifique las decisiones en el momento de analizarlos y evaluarlos. Para ello, resultaría útil el estudio y la elaboración de aproximaciones a modelos teóricos e instrumentos de evaluación de materiales, sobre todo con soporte informático, que permitan una evaluación sistemática, con criterios amplios.

Además, se prevé la creación y utilización de otros recursos informáticos como estrategias cognitivas; foros de discusión, chats, plataformas, weblogs, etc.

Por otro lado, para un mejor análisis estadístico y para poder trabajar con una randomización, no conseguida en esta tesis, se propone, dado que el número de alumnos lo justifica (3000 ingresantes), solicitar al Departamento Alumnado la formación aleatoria de las comisiones. Esta medida sería útil también para el análisis de datos de diversos temas de interés académico o social.

Bibliografía

- ANDER-EGG, E. (1995) *Técnicas de Investigación Social*. Buenos Aires: Lumen.
- CABERO, J.- (1990) *Análisis de medios de enseñanza. Aportaciones para su selección, utilización, diseño e investigación*. Sevilla: Alfar
- CARR, W. y KEMMIS, S.- (1998) *Teoría crítica de la Enseñanza. La investigación en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.



- CHEVALLARD, Y. (1985) *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*, Buenos Aires: Aique
- DIAZ GODINO, J.- (1991). Hacia una teoría de la Didáctica de la Matemática. En *Área de conocimiento. Didáctica de la matemática*. Madrid: Síntesis S.A., 105-145
- GARCÍA ARETIO, L. (1994) *Educación a Distancia Hoy*, Madrid: U.N.E.D.
- GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, A. (1991) La investigación en Didáctica de las Matemáticas. En *Área conocimiento Didáctica de la Matemática*. Madrid: Síntesis S.A. 149-191.
- PADUA, J.- (1979) *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- PARCERIZA ARAN, A.- (1996) *Materiales Curriculares. Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. Barcelona: Graó.
- PINHEIRO, E.J. (1998) Collaborative learning, en Oblinger, D. y Rush, S. (eds.) *The future compatible campus*. Bolton, Mass, Estados Unidos: Ander Publishing Company.
- PINHEIRO, E.J. (1998) Collaborative learning, en Oblinger, D. y Rush, S. (eds.) *The future compatible campus*. Bolton, Mass, Estados Unidos: Ander Publishing Company.
- SANTOS, M. (1991) ¿Cómo evaluar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, 154, 29-31.
- SARRAMONA LÓPEZ, J. (1999) La Autoformación en una Sociedad Cognitiva – *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 2 (1), Barcelona. 41-60
- WITTMANN, E. (1995) Mathematics Education as a Design Science. *Educational Studies in Mathematics*, 29, 355-374.
- ZABALA, A. (1995) *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Grao.



Anexos

Modelo del Cuestionario reducido de 38 preguntas

EVALUACIÓN DEL MATERIAL CURRICULAR

Gradúe de uno a cuatro su coincidencia con las afirmaciones, en relación a la siguiente escala:

1 – No coincido 2 – Coincido en algo 3 – Coincido en gran medida 4 – Sí, totalmente

Si no entiende la pregunta ponga una cruz en el cuadro sin número.

I -MOTIVACIÓN

1- Este material lo motivó a seguir indagando en el tema de estudio 1 2 3 4

2- Con este material se sintió incentivado a estudiar por cuenta propia 1 2 3 4

3- Los problemas introductorias lo motivaron al estudio de la unidad 1 2 3 4

4- El CD le permitió trazar su propio árbol de navegación a través del tema que estaba estudiando 1 2 3 4

5- Se sintió motivado a utilizar el enlace incluido en el CD para consultas vía mail 1 2 3 4

II-PASAJE ENTRE REGISTROS VERBALES, GRÁFICOS Y SIMBÓLICOS- (Modelización)

1. Le resulto comprensible la simbología. 1 2 3 4

2. Pudo incorporar el lenguaje y la simbología matemática de la unidad. 1 2 3 4

3. A partir del trabajo en la unidad puede expresar en símbolos matemáticos el enunciado de un problema, y si es conveniente hacer el planteo gráfico 1 2 3 4

4. Ha entendido la conveniencia de la representación matemática simbólica. 1 2 3 4

5. Ha entendido la relación entre el concepto teórico y la representación gráfica. 1 2 3 4

6. Para registrar el pasaje entre los registros verbales y simbólicos se le hizo indispensable acompañar el CD con el uso del Editor de Ecuaciones 1 2 3 4

7. En algunas ocasiones, trabajando con el CD, en el pasaje entre registros verbales, simbólicos y gráficos necesitó utilizar lápiz y papel 1 2 3 4

III. FORMA DE DESARROLLO Y MANEJO DE LOS CONTENIDOS TEÓRICOS (Transposición Didáctica)

1. La extensión dedicada a la fundamentación teórica es adecuada (dentro de lo



- que Ud. pueda juzgar a esta altura de su carrera) 1 2 3 4
2. Le resultó accesible el contenido teórico. 1 2 3 4
3. Los contenidos le permitieron obtener información sobre temas que no conocía. 1 2 3 4
4. Pudo integrar los nuevos contenidos teóricos con los que UD.
5. adquirió en el secundario 1 2 3 4
6. Las referencias históricas a las que se accede a través de un enlace le permitieron contextualizar los contenidos teóricos y relacionarlos con la asignatura Ciencias Sociales. 1 2 3 4
7. El material lo ayudó a aplicar correctamente los conceptos teóricos a la resolución de problemas 1 2 3 4

IV- ACTIVIDADES DE APLICACIÓN EN PROBLEMAS (Aplicabilidad)

1. Los enunciados de los problemas son claros y UD pudo establecer fácilmente los datos y entender cuáles son las incógnitas. 1 2 3 4
2. La búsqueda de una resolución de los ejercicios y problemas propuestos le permitieron afianzar los nuevos conocimientos. 1 2 3 4
3. Los problemas y ejercitación propuesta responden al planteo teórico. 1 2 3 4
4. Se proponen actividades que llevan a una ejercitación y memorización comprensiva. 1 2 3 4
5. La utilización del software Scilab, incorporado al CD, le ayudó a resolver rápidamente los problemas aplicados a la Economía 1 2 3 4

V- GRADO DE DIFICULTAD DE LAS ACTIVIDADES

1. Logró Ud. resolver los problemas y las demostraciones teóricas propuestas sin la ayuda del profesor o tutor 1 2 3 4
2. La graduación de dificultades en los problemas es adecuada . 1 2 3 4
3. Las actividades propuestas en el CD le resultaron útiles y adecuadas al nivel que tuvo la evaluación de esta unidad . 1 2 3 4
4. El trabajo con Scilab le permitió resolver las actividades optimizando su tiempo de estudio 1 2 3 4

VI- TRABAJO COLABORATIVO



1. El material lo motivó a trabajar en grupo en las tutorías en el Laboratorio 1 2 3 4
2. El material lo motivó a trabajar en grupo fuera de la facultad. 1 2 3 4
3. Cuando tuvo inconvenientes en el manejo del CD recurrió a la ayuda de sus compañeros. 1 2 3 4
4. Resolvió los problemas difíciles trabajando con compañeros. 1 2 3 4

VII- DISEÑO GRÁFICO

1. Le ha resultado agradable la presentación del material. 1 2 3 4
2. La interactividad y la navegación que posibilita el CD hicieron su estudio del tema más fácil y entretenido 1 2 3 4
3. El menú principal fijo y los enlaces internos le han servido como mapa conceptual del tema 1 2 3 4

VIII- FUNCIONALIDAD DEL MATERIAL

1. Recomendaría este material. 1 2 3 4
2. El material le resultó realmente útil para comprender los temas de la unidad. 1 2 3 4
3. La lectura hipertextual dinamizó su estudio y optimizó su tiempo 1 2 3 4