
UNIVERSIDAD DE GRANADA

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES

DOCTORADO EN ENSEÑANZA DE LA CIENCIA Y LA
TECNOLOGÍA



*EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE ADQUISICIÓN E
INTEGRACIÓN DE CONCEPTOS Y COMPETENCIAS
EN CIENCIAS BÁSICAS, EN LA UNIVERSIDAD DE MENDOZA*

**Tesis Doctoral
Presentada por
Ana María Nuñez**

**Dirigida por
Dr. José Antonio Naranjo Rodríguez
Dra. Ruth Leiton**

Mendoza, Abril de 2.008

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Ana María Núñez
D.L.: GR.1931-2008
ISBN: 978-84-691-5799-2

*A mi Madre
Por todo el amor que me diste*

AGRADECIMIENTOS

A Manuel, mí amado compañero de la vida, y a mis hijos Silvina y Leonardo, porque siempre recibo de ellos el amor, el apoyo y la compañía que necesito.

A mis Directores de tesis, porque han sabido guiarme en este largo proceso de trabajo.

A las autoridades de la Facultad de Ingeniería, porque me han brindado todo su apoyo para la realización de la investigación.

A los alumnos, que han respondido desinteresadamente y con voluntad a las convocatorias que se les ha realizado, sin ellos este trabajo no tendría ningún sentido.

A mis compañeros, los Docentes del área de las Ciencias Básicas, que han trabajado a mi lado en esta investigación.

A Alfredo, María José, Ruth, Viviana, José Luis y Eugenia, porque sin su apoyo y paciencia hubiera sido muy difícil realizar esta tesis.

A Liliana, lectora crítica de este trabajo, por su enorme y experto aporte.

A Natalia, que como siempre, acompañó con sus opiniones acertadas este trabajo.

INTRODUCCIÓN

La implementación de los exámenes ACCEDE (Análisis de Contenidos y Competencias de que Efectivamente Disponen los Estudiantes) en las instancias de acreditación de las carreras de Ingeniería en Argentina, que son responsabilidad de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación (CONEAU), ha logrado que el tema de las competencias y de la evaluación de competencias tome una relevancia particular.

Desde distintos ámbitos se viene trabajando para ajustar las currículas universitarias a planes de estudios basados en competencias. Esto ha obligado a académicos y educadores a reflexionar y repensar la formación de los estudiantes bajo este modelo curricular.

En este sentido, el desarrollo de actitudes, capacidades intelectivas y procedimentales, en relación con los contenidos disciplinares, se corresponde con el ser, el pensar, el saber y el hacer. La concordancia de estas dimensiones favorece un aprendizaje significativo, por el cual, el alumno en formación logra adquirir el conocimiento con sentido.

En este contexto, las Facultades de Ingeniería del País, a través de CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) impulsan la concepción de que los cambios a realizar no necesariamente promueven la incorporación de nuevos conocimientos, al menos en lo general, sino más bien, suponen la planificación de acciones y estrategias curriculares que contemplen el desarrollo de habilidades y destrezas, sin perder de vista la función formativa de la universidad.

Para Alicia Arese (2.003) *“Dentro de las habilidades que se requieren del profesional de la ingeniería se encuentra la capacidad para resolver problemas, el modelado matemático, la simulación, las operaciones intelectuales para el pensamiento crítico creativo, el manejo adecuado de información para una comunicación eficaz en forma oral y escrita, la*

administración del tiempo y sobre todo el manejo de la incertidumbre, lo que resulta particularmente importante en un entorno cada vez más cambiante e impredecible”.

En coincidencia con esta postura, y en vista de los cambios que han generado en este sentido en la Universidad de Mendoza, es oportuna la realización de investigaciones, que por un lado, promuevan el acercamiento de los programas de asignatura y de las metodologías de enseñanza al cambio de modelo hacia un plan de estudios basado en competencias, y por otro lado, permitan testear los avances realizados en esa dirección.

Desde la política de gestión institucional se promueven distintas acciones, para dar respuesta a las demandas curriculares y académicas derivadas de los cambios antes expuestos y de los requerimientos de CONEAU, en relación a las instancias de acreditación.

En el trabajo realizado por la investigadora para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, se realiza un análisis de los instrumentos ACCEDE, en relación a los magros resultados obtenidos por los alumnos de la Universidad de Mendoza, y del resto de las Instituciones formadoras de ingenieros del País.

En esa investigación se busca interpretar las realizaciones de los alumnos en función a la formación académica recibida y los modelos pedagógicos didácticos contrapuestos, el que sustenta el plan de estudios y el que subyace en los ACCEDE.

Sobre esta base se genera la necesidad de contrastar los resultados alcanzados a la fecha, en función a mensurar los impactos de las estrategias institucionales llevadas cabo como consecuencia de los requisitos a cumplimentar a partir de los compromisos adquiridos con CONEAU.

Desde esta perspectiva surge la inquietud en el grupo de docentes del área de las Ciencias Básicas, de realizar una investigación que ponga de manifiesto si las modificaciones que se han puesto en práctica, al respecto de la capacitación de los profesores, las metodologías de enseñanza y las estrategias aplicadas para el desarrollo de competencias, se ven plasmadas en el mejoramiento de los aprendizajes de los alumnos.

Esta idea se concretiza en el presente estudio, que refleja el trabajo en equipo de un grupo de docentes comprometidos con la institución y con su profesión.

En el marco del presente trabajo, se construye un instrumento de evaluación. Se trata de una prueba criterial, cuyo modelo pedagógico didáctico coincide con el de los test ACCEDE. Se pretende analizar con ella el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias, en el área de las Ciencias Básicas para ingeniería; con el objeto de indagar el grado de efectividad de las distintas acciones puestas en marcha por la Institución.

El estudio está organizado en dos partes, una primera parte en la cual se realiza la aproximación teórica al objeto de investigación. Consta de cuatro capítulos en los cuales se realiza el planteamiento y la justificación del problema de investigación, el análisis de los antecedentes, la fundamentación teórica desde el punto de vista legal, institucional, disciplinar y pedagógico didáctico, la definición de la intención pedagógica del estudio y la determinación de la metodología de trabajo.

En la segunda parte se describe la investigación empírica, realizada en dos capítulos. Uno de ellos que aborda las cuestiones relativas a la construcción del instrumento de evaluación y el otro abarca las cuestiones que corresponden a la aplicación del instrumento y el análisis de resultados. Para finalizar con las reflexiones que se derivan de la investigación.

El siguiente esquema representa el mapa de contenidos de la tesis.



ÍNDICE

CAPÍTULO UNO: El problema de investigación

- 1.1. Planteamiento del problema [13](#)
- 1.2. Justificación y relevancia [17](#)
- 1.3. Estado del arte [20](#)

CAPÍTULO DOS: Marco Teórico

- 2.1. Encuadre legal [46](#)
- 2.2. Encuadre Institucional [54](#)
- 2.3. Encuadre disciplinar [60](#)
- 2.4. Encuadre pedagógico didáctico [66](#)

CAPÍTULO TRES: La intención Pedagógica [76](#)

- 3.1. Meta [77](#)
- 3.2. Objetivos [78](#)
- 3.3. Líneas de acción [79](#)

CAPÍTULO CUATRO: Metodología de Trabajo

- 4.1. Diseño de la investigación [81](#)
 - 4.1.1. El Instrumento, su construcción y validación [82](#)
 - 4.1.1.1 Proceso de validación: [83](#)
 - i Validación de los componentes de la prueba [83](#)
 - ii Validación del instrumento [86](#)
 - 4.1.2. La aplicación del instrumento [90](#)
 - 4.1.2.1 Definición de la variable [90](#)
 - 4.1.2.2 Proceso de definición de competencias [90](#)
- 4.2. Población y muestra [100](#)
- 4.3. Viabilidad, recursos y limitaciones [101](#)

CAPÍTULO CINCO: **La investigación**

Primera parte

El instrumento, su construcción y validación	<u>105</u>
5.1. Consideraciones preliminares	<u>106</u>
5.1.1 Declaración de los propósitos de la prueba	<u>106</u>
5.1.2 Determinación de las áreas de contenido	<u>108</u>
5.1.3 Definición del grupo a evaluar	<u>108</u>
5.1.4 Detalle de los involucrados en el trabajo	<u>109</u>
5.2. Aprendizajes fundamentales del área de las Ciencias Básicas	<u>111</u>
5.2.1 Tablas Aprendizajes fundamentales del área de las Ciencias Básicas	<u>111</u>
5.2.2 Ideas centrales para la construcción de la prueba	<u>129</u>
5.3. Planificación adicional de la prueba	<u>131</u>
5.3.1 Selección de los objetivos de la prueba	<u>131</u>
5.3.2 Selección de competencias de la prueba	<u>132</u>
5.3.3 Selección de contenidos de la prueba	<u>145</u>
5.3.4 Determinación de los redactores de ítems	<u>148</u>
5.4. Primera redacción de los ítems	<u>150</u>
5.4.1 Criterios de desempeño	<u>151</u>
5.4.2 Selección de los problemas	<u>151</u>
5.4.3 Tabla de especificaciones	<u>155</u>
5.4.4 Análisis de los problemas seleccionados	<u>156</u>
5.5. Validación de contenido	<u>162</u>
5.5.1 Instrumento de observación para el juez	<u>162</u>
5.5.2 Análisis de resultados de la consulta a expertos	<u>164</u>
5.6. Revisión de ítems	<u>167</u>
5.7. Examen de campo de los ítems y ensamble de la prueba	<u>168</u>
5.7.1 Examen de campo	<u>168</u>
5.7.2 Determinación de la longitud de la prueba	<u>172</u>
5.7.3 Respuestas y claves de puntuación	<u>173</u>
5.7.4 Ensamble de la prueba	<u>175</u>

CAPÍTULO SEIS: **La investigación**

Segunda parte

La aplicación del instrumento	<u>183</u>
6.1. Aplicación y corrección de las pruebas	<u>183</u>
6.2. Análisis de los datos	<u>190</u>
6.2.1 Análisis de datos por cada uno de los problemas	<u>193</u>
6.2.1.1 Puntajes totales obtenidos por cada problema	<u>194</u>
6.2.1.2 Análisis de los datos obtenidos - Problema “A”	<u>196</u>
6.2.1.3 Síntesis del análisis de los datos obtenidos Problema “B”	<u>219</u>
6.2.1.4 Síntesis del análisis de los datos obtenidos Problema “C”	<u>226</u>
6.2.1.5 Síntesis del análisis de los datos obtenidos Problema “D”	<u>234</u>
6.2.2 Análisis comparativos de resultados	<u>242</u>
6.2.3 Análisis de algunas realizaciones en particular	<u>245</u>
6.3. Análisis de la fiabilidad del instrumento	<u>255</u>
6.4. Conclusiones	<u>257</u>
6.5. Reflexiones	<u>260</u>
CAPÍTULO SIETE: Bibliografía	<u>263</u>

CAPÍTULO OCHO: **Anexos**

- 8.1. Resolución 487/03 de CONEAU
- 8.2. Encuestas selección de competencias
- 8.3. Encuesta validación de competencias para la prueba
- 8.4. Planilla procesamiento de datos de las encuestas de selección y de validación de competencias
- 8.5. Definición de las tareas requeridas al alumno
- 8.6. Protocolo para la validez de contenido del instrumento
- 8.7. Sistematización de datos validación de contenido
- 8.8. Sistematización de datos validación de campo

- 8.9.** Instrumento: Examen de Ciencias Básicas
- 8.10.** Copias escaneadas de las pruebas analizadas en particular
- 8.11.** Análisis completo de resultados por cada uno de los problemas
- 8.12.** Sistematización de la información recogida al aplicar el instrumento

CAPÍTULO UNO

EL PROBLEMA

DE

INVESTIGACIÓN

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde el año 2.003 la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) acredita las carreras de Ingeniería en todo el país, a través de un proceso de evaluación que comprende diferentes etapas.

Entre las etapas de este proceso de evaluación se encuentra la aplicación de pruebas estandarizadas que miden la adquisición de contenidos y competencias de los alumnos que han completado el 80 % de la carrera. Estos test se denominan ACCEDE (Instrumento para el Análisis de Contenidos y Competencias de que Efectivamente disponen los Estudiantes).

En ese año 2.003, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza, se presentó a la convocatoria para acreditar la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones.

Cumplimentadas todas las etapas del proceso de acreditación, las que han sido minuciosamente especificadas en el la Memoria para la Obtención del Diploma de Estudios Avanzados que ha servido de base para la elaboración del presente estudio¹, la agencia evaluadora pronuncia una resolución.

En la resolución de acreditación emitida por CONEAU N° 487/03, que culmina el proceso de evaluación y acredita a la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, se pueden observar algunas recomendaciones y requerimientos para la Unidad Académica, entre éstos los que hacen referencia a los resultados obtenidos por los alumnos en las pruebas ACCEDE y a los procesos de evaluación de aprendizajes de los alumnos.

¹ Nuñez, Ana María (2.006); *Pruebas estandarizadas que evalúan aprendizajes efectivos a través de la resolución de problemas y planes de estudio*; Memoria para la obtención del DEA; España, Universidad de Granada.

Textualmente, la Resolución 487/03 de CONEAU menciona: “*Se presentaron a rendir el ACCEDE el 70% de los 22 alumnos que estaban en condiciones de rendirlo. En general se observa un mal manejo de los conceptos, formulación del problema y del manejo de la información. Tales resultados dejan dudas en lo que hace a articulación de materias básicas y tecnológicas. Es necesario verificar si los mecanismos de evaluación de los alumnos que lleva a cabo la Facultad son efectivos ya que estos resultados evidencian fallas en la formación en la adquisición de contenidos y competencias básicas para la formación del ingeniero.*”²

Párrafo que pone en duda la capacidad de la Institución para impartir una formación acorde al perfil de la titulación y que despertó en el gobierno de la Unidad Académica y en el plantel docente la necesidad de efectivizar políticas y estrategias que permitan revisar y mejorar las prácticas de aula.

Desde distintos ámbitos se comenzó a trabajar en la Facultad para la articulación horizontal y vertical de contenidos, se definieron las competencias básicas que definen el perfil del ingeniero, se ajustaron y modificaron los planes de estudio, se promovió la capacitación docente, se crearon programas de apoyo y tutoría para los alumnos, entre otras acciones.

Ahora bien, identificada la debilidad que señala la agencia evaluadora en esa instancia de acreditación, y planteadas las estrategias supuestamente necesarias para superarlas, es oportuno testear hasta qué punto han sido efectivas, para lo cuál vale cuestionarse:

¿Los docentes lograron un cambio significativo en sus prácticas de aula?

¿Ha mejorado la formación del alumno en cuanto a la adquisición de contenidos y competencias?

¿Es posible que después del tiempo que ha transcurrido (más de tres años) desde aquella acreditación se observen mejoras en el rendimiento académico de los alumnos?

² CONEAU (2.003), Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria; *Resolución N° 487/03*; Buenos Aires; Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

¿Se ha logrado una verdadera articulación que ponga de manifiesto la integración de conceptos y competencias?

¿Cuál es el valor agregado de las distintas acciones que llevó a cabo la Institución?

Para dar respuesta a estos interrogantes, se consideró oportuno generar un mecanismo de control que permita verificar hasta qué punto las políticas definidas y las estrategias aplicadas promueven una mejora en estos aspectos.

Ahora bien, los alumnos que ya estaban cursando la carrera en el año 2.003, en este momento han egresado o se encuentran en el último año de la misma.

Los alumnos que comenzaron a cursar con posterioridad a la instancia de acreditación mencionada, actualmente se encuentran como máximo en el cuarto año de la carrera. Por ende, éstos últimos son sobre los cuales se produjeron las intervenciones más significativas: cambio de plan de estudios, modificación de estrategias de enseñanza, y aplicación de las políticas de mejora.

Por este motivo, es pertinente hacer un corte representativo, que abarque un campo disciplinar acotado y concreto, y que permita medir los niveles de mejora en la adquisición e integración de conceptos y competencias.

En tal sentido, el área de las Ciencias Básicas proporciona una buena opción, ya que el 95 % de las asignaturas de esta área de conocimiento, se imparte en los dos primeros años de las carreras de Ingeniería. Y son las materias de este campo del saber las que componen el 80 % del currículo en este período.

Por lo cual, aplicar un instrumento de evaluación, con las mismas características que el ACCEDE, en este momento y en el tercer año de la carrera, cuando la mayoría de los alumnos ya ha rendido y aprobado las materias del área, ha de suministrar la información que permita evaluar si las acciones de mejora llevadas a cabo en este campo disciplinar han sido efectivas.

Lo que arrojará luz sobre los tres aspectos que componen la tríada pedagógica: alumno-contenido-docente. Ya que por un lado pondrá de manifiesto si el alumno ha adquirido los conceptos y competencias básicas del área y si es capaz de integrarlos en el momento de resolver un problema; y por otro, pondrá en evidencia el nivel de efectividad de las estrategias de enseñanza que deben promover un aprendizaje significativo.

1.2. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA

La evaluación constituye una herramienta en el contexto de la educación formal, utilizada adecuadamente favorece el logro de los objetivos curriculares.

Para M. Hernández Nodarse³(2.007) “...las pruebas son un instrumento histórico y un indicador de la evolución de las ideas pedagógicas, psicológicas y filosóficas de la humanidad con relación al proceso de enseñanza-aprendizaje”.

En la universidad los estudiantes y su impacto como futuros egresados en el campo laboral, constituyen un significativo indicador de la calidad de los programas y planes de estudio.

Si se pretende comprobar el grado de desarrollo de competencias y el nivel de adquisición e integración de conceptos de los estudiantes en un momento determinado de su carrera, el objetivo a largo plazo debe sentar las bases para la formulación de políticas educativas acordes al perfil profesional definido.

En la época actual son múltiples los retos que debe afrontar la Universidad en la formación de un ingeniero, en función a lo que la sociedad espera del profesional, quien debe ser experto en el momento de hallar soluciones compatibles y convenientes con los desafíos que le plantea el mundo real.

De aquí surge la necesidad de generar nuevas alternativas en la educación del futuro ingeniero, que tiendan al desarrollo de competencias y a una educación de excelencia, sobre las bases de una sólida formación disciplinar.

En los informes de CONFEDI se recalca la tendencia que existe en la actualidad internacional para diseñar planes de estudio para ingeniería basados en competencias. Considerando que trabajar en el ámbito de la formación del ingeniero por competencias,

³ Hernández Nodarse, M. (2.007); *Perfeccionando los exámenes escritos, reflexiones y sugerencias metodológicas*; Revista Iberoamericana de Educación n° 41, Edita: Organización de Estados Iberoamericanos.

puede dar un marco que favorezca la adecuada selección y un tratamiento más eficaz de los contenidos impartidos.

No existen dudas respecto a que un ingeniero no sólo debe saber, sino que fundamentalmente debe saber hacer. Este saber hacer no es innato, ni surge por la exclusiva adquisición de conocimientos, es más bien el resultado de la puesta en práctica de una compleja estructura en la cual conviven conocimientos, procedimientos, habilidades y destrezas que deben ser explícitamente abordadas en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde esta óptica, la evaluación es sólo una parte de este proceso en construcción, parte tanto o más importante que cualquier otra. Porque testear el estado de avance, el nivel de adquisición, el grado de desarrollo, la posibilidad de integración, tanto de conocimientos como de competencias, posibilita la realización de un acto educativo completo. Entendiendo que esta completitud viene dada por la factibilidad de reestructurar y repensar el proceso en su conjunto en la permanente búsqueda de la calidad del servicio educativo.

Evaluar permite conocer la realidad e interpretarla, evaluar a través de una prueba que aporte evidencia acerca del nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias da, al docente en particular, y a la institución en general, una vista acerca de si sus estrategias son adecuadas, permitiendo la corrección de aquello que se puede pensar como adecuado, pero que en el campo real no lo es tanto.

Los procesos de evaluación toman distintas formas, pueden ser más o menos discutidos, pero no se puede negar que al menos promueven instancias de reflexión. Los procesos de acreditación de carreras de grado son traumáticos inicialmente, y luego pasan a formar parte integrante de las instituciones. El comprender la función del proceso es lo que hace que podamos crecer a partir de él.

La evaluación de conceptos y competencias requiere de la elaboración de instrumentos adecuados, que permitan medir lo que dicen que han de medir. Pero la tarea no es sencilla, por lo cual es justificable la realización de investigaciones en este sentido.

La didáctica de las Ciencias se ocupa del tema de la evaluación, y hay buenos trabajos en este campo. Sin embargo, hay pocas evidencias de pruebas con las características del ACCEDE que aplica CONEAU en las instancias de acreditación de carreras de grado en Argentina. Este es el motivo por el cual la realización del presente trabajo se considera relevante.

En la revisión de pruebas similares no se hallaron evidencias de instrumentos con referencial criterial en los cuales no haya ítems de múltiple opción, sino solamente problemas de desarrollo como los que incluyen los ACCEDE. Este estudio se ocupa justamente de eso, su meta es elaborar una prueba criterial que permita colocar al alumno en función al dominio de conducta oportunamente definido.

1.3. ESTADO DEL ARTE

- **Marco contextual**

En las últimas décadas, el nivel de competitividad de los diferentes productos de mercado ha ido incrementándose considerablemente. La apertura a mercados internacionales, la incorporación de tecnología en los procesos de manufactura y comercialización, entre otros aspectos, han generado, mecanismos y organismos de control de la calidad de esos productos. Incluso promoviendo la creación de normas de calidad, que garantizan el estado óptimo de la producción.

Por otro lado, los cambios tecnológicos han favorecido, no sólo la modificación de los sistemas de distribución, de producción y de comercialización, sino también un cambio organizacional e institucional de las empresas. Como consecuencia de esto, el conocimiento se ha convertido en una variable sustancial para cualquier estrategia empresarial.

Estos movimientos de cambio, en los sistemas productivos, determinan el perfil de formación de los profesionales que intervienen en ellos, con el objeto de que posean la capacidad para insertarse en el medio satisfactoriamente. Lo antedicho supone, que el diseño, la evaluación y la acreditación de carreras de grado, en particular las vinculadas al área productiva, deben vincularse con la realidad del entorno.

Las universidades en este momento se encuentran en un proceso de desafío que enfrenta a la globalización con la internacionalización de la Educación Superior. En este nuevo escenario se plantean retos políticos, de gestión, y académicos, que implican entre otros, cooperación entre las instituciones universitarias, búsqueda de metodologías más adecuadas para enfrentar los imprevistos suscitados por las inéditas condiciones de la globalización.

Por otro lado, las instituciones universitarias acusan el impacto de las presiones corporativas por cautivar los mercados profesionales y limitar los ámbitos de validez de los títulos. Además pueden detectarse acciones y tendencias que operan a favor de la internacionalización como por ejemplo: la aparición de fuentes de financiamiento extranjeras que fomentan el mejoramiento de la calidad; la creciente difusión de la llamada "cultura de la evaluación" que se manifiesta como un progresivo consenso favorable al reconocimiento de la necesidad y utilidad de la evaluación para la administración y monitoreo de las instituciones y la consecuente planificación de sus acciones.

En este contexto, es una realidad la evaluación y acreditación de carreras de grado, e incluso las de posgrado, en los ámbitos universitarios. El modo en que estos procesos se llevan adelante, en teoría, depende de la idiosincrasia de cada región, al menos en las definiciones sustanciales. Aunque, los antecedentes acerca de la preocupación por calidad en las universidades se remontan a sus orígenes⁴, y en la mayoría de los casos actuales se ha tomado como punto de partida el modelo estadounidense de evaluación universitaria.

Ahora bien, la evaluación y acreditación de carreras de grado implica evaluación de la calidad, pero a qué se denomina calidad. Según la Real Academia Española, calidad es la propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

Por lo tanto, evaluar la calidad en una titulación, significa evaluar un conjunto de "propiedades", o más específicamente aspectos, que correspondan al proceso educativo de una carrera.

El Documento de Políticas de la UNESCO, en lo que respecta a calidad en Educación Superior, dice "La calidad abarca todas las funciones y actividades principales: calidad de enseñanza, de formación e investigación, lo que significa calidad de su personal

⁴ Bernheim, C.T. (1.998), Evaluación y acreditación de la educación superior, Instituto Latinoamericano de Educación para el Desarrollo. Publicación para UNESCO.

docente y de los programas, y calidad de aprendizaje como corolario de la enseñanza y la investigación. Sin embargo hay que aceptar que la búsqueda de la calidad tiene muchas facetas, y va más allá de una interpretación estrecha del rol académico de los diferentes programas. Por lo tanto también implica prestarle atención a cuestiones que pertenecen a la calidad de los estudiantes y de la infraestructura, así como del entorno académico. Todos estos aspectos relacionados con la calidad, unidos a un interés adecuado por un buen gobierno y administración, representa un papel importante en la manera en que funciona determinada institución, en la forma en que es evaluada y en la imagen institucional que puede proyectar hacia la comunidad académica y la sociedad en general.”

En síntesis el proceso de evaluación y acreditación en el nivel superior abarca tres aspectos básicos, docencia, investigación y extensión, cuyo hilo conductor es el proceso de gestión.

A diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, en América Latina es reciente la tradición de evaluación y acreditación, en las instituciones de nivel superior. Si bien existe poca experiencia en este sentido, hay una generalizada preocupación al respecto, lo que ha motivado la creación de sistemas nacionales o regionales para tal fin.

• **BRASIL**

En Brasil existe una comisión responsable de la evaluación en la Educación Superior, la “Comissão Nacional de Avaliação da Educação Superior” (CONAES), que es parte del Sistema Nacional de Evaluación de la Educación Superior (SINAES), creado por Ley nº 10861 del año 2.004.

El marco regulatorio de la Ley establece que el SINAES tiene como objetivo, asegurar el proceso nacional de evaluación de las instituciones de educación superior, las carreras de grado y el desempeño académico de los estudiantes.

En lo que respecta a la evaluación de carreras de grado, establece como parte del proceso, la participación de una comisión de especialistas de las respectivas áreas de conocimiento. En cuanto a la evaluación de desempeño de los alumnos, como parte del proceso, establece la aplicación del Examen Nacional de Desempeño de Estudiantes (ENADE), prueba que se toma a la finalización del primero y del último año de la carrera, y es de carácter obligatorio.

El ENADE evalúa el desempeño del alumno en relación a los contenidos curriculares previstos a su área de formación, a su habilidad para adecuarse a las exigencias que permitan la evolución de sus conocimientos, a las competencias necesarias para comprender los diversos aspectos específicos de su profesión

Anteriormente al ENADE, como parte del proceso de acreditación de carreras de nivel superior, entre 1.996 y 2.003 se tomó una prueba denominada Examinación Nacional de los Cursos (ENC-PROVAO). La misma se aplicaba a estudiantes prontos a egresar, con el objeto de evaluar resultados del proceso de enseñanza aprendizaje, capacidades y competencias adquiridas.

Hasta ese momento, año 2.003, habían sido evaluados cuatrocientos setenta mil estudiantes de nivel superior, pertenecientes a distintas áreas de formación, entre ellas la ingeniería.

Cuando se produce la reformulación del sistema de evaluación en el nivel superior, se establece que el proceso de acreditación consta de distintas instancias, la autoevaluación, la evaluación externa y la aplicación del ENADE (Examinación Nacional de Estudiantes). Lo que se denomina Evaluación de los Cursos de Graduación, proceso que deriva en el reconocimiento, o la renovación del reconocimiento, de una carrera universitaria, y de este modo se habilita a la Institución para emitir los títulos correspondientes.

Ahora bien no existe en este sistema de acreditación brasileño una prueba que evalúe áreas de conocimiento, como las Ciencias Básicas para ingeniería, sólo se aplica el examen a los alumnos a punto de egresar con las características antes mencionadas.

• **BOLIVIA**

En este país existe el Sistema Nacional de Evaluación y Acreditación de la Universidad Boliviana (SNEA), cuyos propósitos son el de asegurar la calidad en la formación de los recursos humanos, y a la vez proteger y mantener la confianza en las instituciones o carreras pertenecientes al Sistema de la Universidad Boliviana.

El procedimiento de acreditación consiste en una primera etapa de autoevaluación, de la cual se espera como producto un informe que se presenta al SNEA, a partir de allí se organiza la segunda etapa de evaluación externa, a cargo de pares evaluadores, instancia de la cual se obtiene un informe con la recomendación de acreditación o no de la carrera.

Entre las áreas evaluadas están: planes de estudio, docentes, administración financiera, infraestructura, recursos educacionales. En las carreras de ingeniería evaluadas a la fecha han participado, como pares evaluadores, expertos del Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) de México.

No existe, en este caso, ninguna evidencia de que se tome una prueba estandarizada a los alumnos, para evaluar aprendizajes efectivos, ni a los que están a punto de egresar, ni por áreas de conocimiento.

• **COLOMBIA**

El ICFES: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, es responsable de realizar las pruebas destinadas a los alumnos universitarios en Colombia.

Entre los test que construye el ICFES se encuentran los Exámenes de Estado de Calidad de la Educación Superior (ECAES), que son pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio, y que además forman parte del conjunto de instrumentos que el estado colombiano dispone para evaluar la calidad del servicio educativo universitario.

El ICFES considera que estos exámenes constituyen un instrumento para evaluar el nivel de los estudiantes universitarios. Por medio de esta prueba, se pretende comprobar el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes que cursan el último año de las carreras que se dictan en instituciones de educación superior, entre ellas las ingenierías.

A su vez, el ICFES señala que a través de los ECAES obtienen información acerca del estado en el que se encuentra la formación en las distintas áreas de conocimiento, y que esta información les permite tener una visión de conjunto sobre los alumnos, los programas y las instituciones.

Los objetivos que se plantean para esta prueba textualmente son:

- *Comprobar el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que cursan el último año de los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior.*
- *Servir como fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación del servicio público educativo, que fomenten la cualificación de los procesos institucionales, la formulación de políticas y faciliten el proceso de toma de decisiones en todos los órdenes y componentes del sistema educativo.*

Ahora bien este examen está orientado al alumno a punto de egresar, y forma parte del proceso de acreditación, por lo cual se puede decir que son equivalentes a lo que es el ACCEDE en la Argentina.

En Colombia, la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI) elabora una prueba intermedia, para los estudiantes de estas carreras en el área de las Ciencias Básicas para ingeniería, lo denomina EXIM (examen intermedio) y comprende Matemática, Física, Química y Biología.

Para ACOFI el propósito fundamental de aplicar el EXIM es conocer el proceso de formación en el área de Ciencias Básicas y comprobar el nivel de desarrollo de las competencias de los estudiantes.

En este país, desde el punto de vista legal, el papel de las ciencias básicas en ingeniería se explicita en la Resolución 2773 del año 2003, del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, la cual establece "*...el plan de estudios básico debe comprender dentro de sus áreas de conocimiento la de Ciencias Básicas, la cual está integrada por cursos de ciencias naturales y matemáticas, área sobre la cual radica la formación básica científica del Ingeniero. Estas ciencias suministran las herramientas conceptuales que explican los fenómenos físicos que rodean el entorno. Este campo es fundamental para interpretar el mundo y la naturaleza, facilitar la realización de modelos abstractos teóricos que le permitan la utilización de estos fenómenos en la tecnología puesta al servicio de la humanidad. Este campo de formación incluye la matemática, la física, la química y la biología*".

Sin embargo, en todos los planes de estudio de las distintas especialidades de la ingeniería se imparten Matemática y Física y, las áreas de química y biología están consignadas en función a la especialidad. Lo que conlleva a tener bastantes restricciones en el momento de elaborar la prueba.

El EXIM para ingeniería plantea al concepto de competencia como "*conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permiten al ser humano desempeñarse de forma adecuada en diversas situaciones y resolver de manera eficaz, eficiente y creativa los problemas de la sociedad en que vive*".

Desde ACOFI clasifican a las competencias en básicas, genéricas y específicas. Entendiendo que las competencias básicas son las que remiten a la comprensión y las destrezas necesarias para lograr objetivos personales y a la vez participar efectivamente en la sociedad, las genéricas no las vinculan al desempeño en particular, sino que las consideran transversales al currículo y las específicas son las propias de cada área del conocimiento por lo que requieren la identificación de habilidades y conocimientos.

En la construcción y corrección de las pruebas se enmarcan las competencias específicas en las genéricas, para facilitar el diseño de las preguntas y lograr un abordaje minucioso en cada campo conceptual.

Para este examen intermedio se especifican tres competencias genéricas:

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis,
2. Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica,
3. Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas.

En cuanto a la estructura del instrumento, consta de ítems de selección múltiple, agrupados en cuatro componentes, como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla n° 1.1 elaborada por ACOFI

COMPONENTES	NUMERO DE PREGUNTAS
MATEMÁTICAS	45
FÍSICA	35
QUÍMICA	30
BIOLOGÍA	30
TOTAL	140

Tabla elaborada por ACOFI en agosto de 2.007, para el instructivo de la prueba.

Esto pone de manifiesto que ACOFI no considera en estos instrumentos la integración de contenidos de las distintas áreas de conocimiento involucradas. Sino que presenta por separado los contenidos y las tareas. Por otro lado, indica que los alumnos disponen de cuatro horas reloj para la resolución del test.

Ahora bien, ACOFI menciona que cada pregunta intenta dar cuenta tanto del proceso de formación en ciencias básicas, como del proceso cognitivo implicado en la resolución. Pero en la realidad trabaja cada subárea por separado, lo que de algún modo no favorece la interdisciplinariedad que luego en los exámenes ECAES se le ha de solicitar al estudiante.

Los contenidos son agrupados por ejes o campos conceptuales pero siempre dentro de la misma disciplina, es decir involucran conceptos de distintas asignaturas pero todas de la misma subárea.

En relación a las competencias se expresa textualmente lo que presenta ACOFI:

1. Capacidad de abstracción, análisis y síntesis

La abstracción es entendida como el proceso mediante el cual se determinan características comunes a diferentes objetos o a sus relaciones. Está referido a la

posibilidad de trabajar con las ideas independientemente de los objetos que están representados por ellas.

La capacidad de análisis está relacionada con todo aquello que permite extraer conclusiones y predicciones a partir de la información que se conoce.

La síntesis es la construcción de un todo a partir de los distintos elementos. Implica evidenciar la capacidad de pensar la realidad en compartimentos separados.

En Matemáticas se evidencia en la identificación de variables, constantes, parámetros, las relaciones entre ellos y su representación matemática.

En Física se refiere a la asociación entre los conceptos, la comprensión de sus implicaciones teóricas, la predicción de las consecuencias numéricas, el esclarecimiento de diferencias entre casos y la composición de marcos conceptuales a partir de principios.

En Química se ve reflejada en las acciones que implican explicar un fenómeno y generar un modelo interpretativo del mismo, lo cual le permite la fragmentación de este en sus variables y la planificación de cómo estudiarlo.

Para el área de **Biología** implica el establecimiento de relaciones entre variables biológicas y la realización de inferencias sobre su comportamiento.

Pero si se observa una pregunta modelo de la prueba se puede decir que esta supuesta armonía entre las subáreas no es tal. Por ejemplo se presenta el siguiente problema, cuya respuesta es:

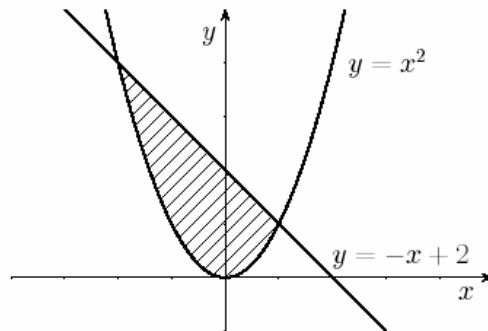
Las respuestas correctas son respectivamente: c, d, b y a.

Las preguntas 1, 2 y 4 dan cuenta de la competencia de abstracción, análisis y síntesis.

Mientras que la 3 se refiere a la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

El dominio conceptual es Medición.

Considere la siguiente gráfica cartesiana



1. Tomando x como variable independiente, la integral que sirve para medir el valor del área sombreada es:
 - a) $\int_{-2}^1 (x^2 + x - 2) dx$
 - b) $\int_{-1}^1 (-x^2 - x + 2) dx$
 - c) $\int_{-2}^1 (-x^2 - x + 2) dx$
 - d) $\int_{-1}^1 (x^2 + x - 2) dx$

2. La integral que sirve para medir la longitud del pedazo de parábola que limita el área sombreada es:
 - a) $\int_0^1 \sqrt{1+t^2} dt$
 - b) $\int_0^1 \sqrt{1+4t^2} dt$
 - c) $\int_{-2}^1 \sqrt{t^2+t^4} dt$
 - d) $\int_{-2}^1 \sqrt{1+4t^2} dt$

3. El valor del área sombreada es:
 - a) $\frac{21}{2}$ unidades cuadradas
 - b) $\frac{9}{2}$ unidades cuadradas
 - c) $\frac{15}{2}$ unidades cuadradas
 - d) 3 unidades cuadradas

4. Si la región sombreada se hace girar alrededor del eje x , entonces una integral que sirve para medir el valor del volumen del sólido resultante es:
 - a) $\pi \int_{-2}^1 (4 - 4x + x^2 - x^4) dx$
 - b) $\pi \int_{-1}^1 (4 - 4x + x^2 - x^4) dx$
 - c) $\pi \int_{-2}^1 (4 - 4x - x^2 + x^4) dx$
 - d) $\pi \int_{-1}^1 (4 + 4x + x^2 + x^4) dx$

Este ejercicio es específicamente matemático, no tiene ninguna vinculación con otra disciplina. Y el dominio conceptual indicado, que es medición, encuentra su mejor

expresión en los problemas de Física, donde se puede aplicar el conocimiento adquirido en la subárea Matemática, y de ese modo integrar saberes en la resolución de problemas.

En síntesis, estas pruebas elaboradas por ACOFI son confeccionadas para evaluar en Ciencias Básicas al alumno que cursa ingeniería en Colombia, pero difieren notablemente de la que se pretende construir en el marco del presente estudio, ya que en este en primer lugar no se consideran tareas de múltiple opción, sino problemas de desarrollo, en el cual el estudiante se enfrenta a una situación que requiere de saberes de ambas subáreas Física y Matemática, integrados para poder dar la evidencia del nivel del alumno en adquisición e integración de conceptos y competencias.

• CHILE

En la República de Chile existe la Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado (CNAP), cuyo accionar está enmarcado en el Programa de Mejoramiento de la Calidad y la Equidad de la Educación Superior, que lleva adelante el Ministerio de Educación con la colaboración del Banco Mundial. Es la agencia encargada de la acreditación de carreras y programas, conducentes a títulos profesionales y técnicos, o al grado de licenciaturas, a través de un proceso que consta de dos etapas, una de autoevaluación y otra de evaluación externa.

Las instituciones de educación superior autónomas se presentan voluntariamente a las convocatorias de acreditación.

La evaluación externa se realiza por medio de pares evaluadores, designados por la CNAP a partir de un registro público. Si bien los pares evaluadores representan a la CNAP, no depende de ellos la decisión final de acreditación o no de una carrera.

En la instancia de evaluación externa, los pares contrastan la información producida en la etapa de autoevaluación con sus observaciones de campo, teniendo como aspectos evaluables, entre otros, los propósitos institucionales; la estructura organizacional, administrativa y financiera de la institución; la estructura curricular; los recursos

humanos; la efectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje; los resultados del proceso de formación; la infraestructura; la vinculación con el medio.

El comité de pares evaluadores emite un informe que remite a la CNAP, y es la Comisión la que emite el dictamen correspondiente.

En la acreditación de las carreras de ingeniería participa el Colegio de Ingenieros, fundamentalmente en la elaboración de los estándares de acreditación.

No hay evidencia de que exista una prueba estandarizada, para evaluar los aprendizajes efectivos de los alumnos, ni a los alumnos a punto de egresar ni por áreas de conocimiento.

• MÉXICO

El Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (CENEVAL) es la agencia evaluadora de escuelas, universidades, empresas, autoridades educativas, organizaciones de profesionales de México.

EL CENEVAL elabora fundamentalmente dos tipos de pruebas, los Nacionales de Ingreso (EXANI) y los Generales para el Egreso de la Licenciatura (EGEL). Por lo tanto el alumno es evaluado al iniciar su carrera universitaria y una vez finalizada.

Además, el CENEVAL también se ocupa de elaborar exámenes que responden a necesidades y planteamientos específicos. Por ejemplo el EXIL-CBI o Examen Intermedio de Licenciatura de Ciencias Básicas de Ingeniería.

El EXIL-CBI es una prueba de cobertura nacional, que evalúa el nivel de conocimientos y habilidades de tipo intelectual dependientes de contenidos básicos, mínimos y comunes a las ingenierías una vez que el estudiante ha cubierto el 50% de los créditos correspondientes a su carrera.

La construcción de este examen está a cargo de una comisión coordinada por el CENEVAL e integrada por al menos dos Consejeros Técnicos de los EGEL para

ingeniería. Esta Comisión elabora el perfil referencial de validez, en base a las tablas de especificaciones construidas para los EGEL, a partir de lo cual se diseña la prueba, y garantiza la pertinencia, validez y confiabilidad del instrumento desarrollado.

Someterse a esta evaluación es una decisión voluntaria, personal o institucional, independiente de los procesos de acreditación que realizan las instituciones de educación superior. Los resultados se precisan en una constancia que muestra el desempeño del evaluado en cada área, sin expresiones aprobatorias o reprobatorias.

Es una prueba estandarizada, con reglas prefijadas de diseño, elaboración y aplicación, es considerado por el CENEVAL como un examen es de ejecución máxima, que exige del alumno el máximo desempeño en la tarea o tareas que se le piden que ejecute.

Presenta reactivos de opción múltiple con una sola respuesta correcta y de diferentes grados de dificultad.

Los integrantes de la Comisión en acuerdo con los técnicos del CENEVAL acordaron que el examen sea criterial para calificar el logro de las áreas incluidas en él, lo que permite comparar el puntaje obtenido por el alumno con los estándares de calidad establecidos.

La prueba evalúa resultados de aprendizaje, textualmente: conocimientos básicos, necesarios y comunes referidos a las habilidades de tipo intelectual que abarcan la recuperación de unidades de información; la comprensión, traducción y generalización de las unidades de información; el poder utilizar la información para resolver un problema abstracto; la capacidad para a) discriminar información y separar el todo en sus partes, b) poder unir las partes en una propuesta original y creativa, y c) poder argumentar el resultado al que ha llegado.

Para CENEVAL, el EXIL-CBI es considerado de gran utilidad para la institución ya que permite: identificar fortalezas y debilidades de las áreas y subáreas académicas involucradas; guiar las acciones que tiendan a mejorar la formación académica de los futuros profesionales, adecuando los planes y programas de estudio; establecer el estado de formación de los alumnos, respecto de las habilidades y conocimientos considerados

esenciales al cubrir el 50% de los créditos de la licenciatura; integrar un elemento que pueda servir de parámetro para adoptar medidas que favorezcan el mejoramiento de la calidad de la educación profesional de los ingenieros.

Esta prueba abarca las áreas de Matemáticas, Física y Química general, presenta 306 reactivos, y está planificada para ser resuelta en dos sesiones de cuatro horas cada una, en un mismo día.

Según el CENEVAL, este examen responde al pedido de las instituciones de educación superior, las que a posteriori deben presentarse a los Exámenes Generales para el Egreso de la Licenciatura (EGEL), con el objeto de obtener un diagnóstico académico oportuno sobre el área de Ciencias Básicas, en lo que se refiere al manejo de habilidades intelectuales dependientes de contenidos mínimos, básicos y comunes. Esto les permite contar con un perfil real del desempeño de sus estudiantes en función a generar medidas remediales y preventivas.

La siguiente tabla elaborada por la Comisión responsable del EXIL-CBI muestra las áreas y subáreas que abarca la prueba en función al número de ítems:

Tabla n° 1.2 elaborada por la Comisión responsable del EXIL-CBI para el instructivo de la prueba.

ÁREA	SUBÁREA	N°PREGUNTAS	%	SESIÓN
MATEMÁTICA	Álgebra superior	21	8.90	1ª
	Cálculo diferencial e integral	21	8.90	2ª
	Geometría analítica	16	6.78	1ª
	Ecuaciones diferenciales	17	7.20	1ª
	Probabilidad y estadística	16	6.78	2ª
	Métodos numéricos	16	6.78	2ª
FÍSICA	Mecánica	39	16.56	1ª
	Termodinámica	23	9.75	1ª
	Electromagnetismo	16	6.78	2ª
QUÍMICA	Estructura microscópica	16	6.78	2ª
	Sustancias puras y mezclas	19	8.05	2ª
	Reacciones químicas	16	6.78	2ª

La publicación del CENEVAL informa textualmente que *los contenidos con niveles de complejidad incluyen los siguientes aspectos: manejo de unidades de información a manera de evocación o recuerdo, interpretación, traducción y generalización de las mismas, la capacidad de utilizar la información para resolver un problema abstracto o concreto y poder separar el todo en sus partes constitutivas.*

A simple vista, el esquema general de construcción de este instrumento de evaluación parece asemejarse al que es objeto de estudio en el presente trabajo, sin embargo, aquellos a los que el CENEVAL llama “problemas” no presentan, al menos en los ejemplos disponibles, del nivel de integración de conceptos y competencias. Una vez más parece que se está evaluando cada subárea por separado, sin mostrar la integración de conocimientos y habilidades.

Por ejemplo, se muestran a continuación algunos ítems de la prueba, tal como los presenta el CENEVAL:

1. ÁREA: MATEMÁTICAS
SUBÁREA: ECUACIONES DIFERENCIALES
NIVEL TAXONÓMICO: COMPRENSIÓN

La ecuación diferencial: $x y' + 2 y x^2 = 2 y \operatorname{sen}(x)$ es:

- A) ordinaria, primer orden, segundo grado, lineal
- B) ordinaria, primer orden, primer grado, lineal
- C) ordinaria, primer orden, segundo grado, no lineal
- D) parcial, primer orden, segundo grado, lineal

La respuesta correcta es la opción B, debido a que es una ecuación ordinaria (contiene derivadas de una variable), es de primer orden (sólo contiene primeras derivadas), es de primer grado (la derivada de la variable independiente está elevada a la primera potencia) y lineal (la derivada es lineal y la variable dependiente está elevada a la primera potencia).

Opciones incorrectas:

- A) no es una ecuación de segundo grado (la derivada de la variable independiente no está elevada a la segunda potencia).
- C) la ecuación no es de segundo grado (la derivada de la variable independiente no está elevada a la segunda potencia).
- D) no es una ecuación diferencial parcial (no contiene derivadas parciales).
-

2. ÁREA: FÍSICA
SUBÁREA: TERMODINÁMICA
NIVEL TAXONÓMICO: COMPRENSIÓN

En termodinámica, cuando en un sistema la presión permanece constante al transcurrir el tiempo, se dice que el sistema está en equilibrio:

- A) térmico
B) mecánico
C) termodinámico
D) estático
-

La respuesta correcta es B), ya que en termodinámica cuando en un sistema la presión permanece constante al transcurrir el tiempo está en equilibrio mecánico.

Opciones incorrectas:

- A) en un equilibrio térmico la temperatura es la que permanece constante.
- C) en un equilibrio termodinámico ninguna de todas las propiedades posibles de un sistema cambia al transcurrir el tiempo.
- D) la suma de fuerzas es igual a una constante y en este caso es igual a cero.
-

3. ÁREA: FÍSICA
SUBÁREA: MECÁNICA
NIVEL TAXONÓMICO: CONOCIMIENTO

La Ley de _____ establece que “La polaridad de la Fem inducida es tal que ésta tiende a producir una corriente que crea un flujo magnético que se opone al cambio en el flujo magnético a través del circuito”.

- A) Lenz
B) Gauss para campos magnéticos
C) Biot – Savart
D) Faraday
-

La respuesta correcta es la A), ya que en ésta se encuentra contenida la definición de la Ley de Lenz: “las fuerzas electromotrices o las corrientes inducidas serán de un sentido tal que se opongan a la variación del flujo magnético que las produjeron”. Esta ley se llama así en honor del físico germano-báltico Heinrich Lenz, quien la formuló en el año 1834.

En síntesis, estas pruebas EXIL-CB de Ingeniería elaboradas por el CENEVAL están destinadas a evaluar a los alumnos que cursan la carrera y que ya han recibido la formación básica del plan de estudios. Es una prueba de múltiple opción orientada hacia la evaluación de conocimientos más que la integración de saberes. Los ejemplos antes presentados son una muestra de esto.

Difieren notablemente de la que se pretende construir en el marco del presente estudio, ya que no se han considerado ejercicios de múltiple opción, sino problemas de desarrollo, para que el estudiante se enfrente a una situación que requiere de la integración de conceptos y competencias de ambas subáreas Física y Matemática.

Sin embargo, cabe señalar que tanto México, como Colombia y Argentina, en los procesos de acreditación de carreras de grado, aplican instrumentos de evaluación estandarizados al alumno a punto de egresar.

Esto parece ser el común denominador que impulsa a las universidades de estas regiones a realizar evaluaciones similares a las que se incluyen en la instancia de acreditación, para ir testeando la adquisición de saberes de las distintas áreas de contenido. Y a la vez entrenando al alumno para la realización de las pruebas nacionales.

En los demás países de América, si bien existen los procesos de acreditación de carreras de grado, al menos en la mayoría de ellos, no se evalúa el rendimiento académico del estudiante a través de una prueba. Por lo cual, no ha surgido en ellos la necesidad de revisar los procesos de evaluación disciplinar.

• **E.E.U.U.**

En los Estados Unidos de Norteamérica, el Consejo de Acreditación para la Ingeniería y Tecnología (ABET: Accreditation Board for Engineering and Technology) es la agencia reconocida para la acreditación de programas educativos correspondientes a grados académicos en ingeniería.

En el año 1.933, el Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (ECPD, ahora ABET) enuncia la primera declaración relacionada con la acreditación de programas educativos en ingeniería, a través de la propuesta del Comité de Escuelas de Ingeniería.

El proceso de acreditación de la ABET es voluntario, sin embargo la acreditación asegura al egresado una preparación adecuada al perfil profesional. Este proceso parte de la determinación de “criterios” de acreditación para nivel básico y para el nivel avanzado. Ya que una institución puede lograr acreditar sólo un nivel.

Los criterios de acreditación para el nivel básico comprenden:

- ✓ Criterios referidos al estudiante en cuanto a su desempeño como alumno y como egresado.
- ✓ Criterios referidos a los objetivos educativos del programa de formación.
- ✓ Criterios referidos a la evaluación y resultados del programa. Este aspecto incluye las competencias y capacidades esperadas en el egresado.
- ✓ Criterios referidos al componente profesional del egresado. En este aspecto se señalan las áreas básicas de formación y su duración temporal.
- ✓ Criterios referidos al profesorado.
- ✓ Criterios referidos a las instalaciones.
- ✓ Criterios referidos al apoyo institucional y los recursos financieros.

Los criterios de acreditación para el nivel avanzado son los mismos, pero se incorpora un año más de estudio en el programa y la elaboración del proyecto final de ingeniería o de alguna investigación llevada a cabo.

No se especifica en la normativa vigente para acreditación, la aplicación de alguna evaluación estandarizada a los egresados, o a los estudiantes avanzados en la carrera. Ni tampoco existe una prueba que evalúe conceptos y competencias por área de conocimiento en el transcurso de las carreras de ingeniería.

• **ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

En los diferentes países que componen la Unión Europea, se está trabajando en función a modificar los programas de sus titulaciones y los sistemas de créditos respectivos, para cumplimentar lo pactado en la declaración de Bolonia, firmada por los Ministros de Educación de treinta y un países europeos, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

En la última reunión realizada en mayo del año 2.005, en la ciudad de Bergen, Noruega, participaron cuarenta y cinco Ministros de Educación de los países integrantes del EEES. En ella se evaluó el progreso de las acciones concertadas en el proceso de Bolonia y se establecieron pautas de trabajo a futuro, con el fin de que los objetivos sobre la construcción del EEES se alcancen en 2010, además se ratificó el compromiso de coordinar las políticas educativas en el nivel superior

La Declaración de Bolonia, por un lado, recomienda a los países miembros la formulación de programas de estudio organizados en tres ciclos. Un primer ciclo, tipo Bachelor, que debe tener la posibilidad de otorgar al egresado una salida laboral directa. Un segundo ciclo, tipo Master, que debe ser un ciclo de especialización. Y un tercer ciclo que es el tradicional doctorado.

Por otro lado, la Declaración de Bolonia establece que los sistemas de educación superior deberían incrementar: la posibilidad de comparación, la compatibilidad, la transparencia, la flexibilidad. Ahora bien, el cumplimiento de estas recomendaciones, exige el establecimiento de algún sistema que garantice la calidad de los programas. Si

bien, no se menciona de manera específica, el establecimiento de procesos y sistemas de acreditación, es el modo más apropiado para lograr los objetivos planteados.

Si bien, Europa está abocada a la realización de grandes cambios en educación superior, en los próximos puntos se intentará describir la situación de algunos de los países miembros de la Unión Europea, en cuanto a la acreditación de programas y titulaciones, y a la aplicación de pruebas ya sea destinadas a los estudiantes a punto de egresar como a los estudiantes en un determinado momento de la carrera.

• ESPAÑA

En España, existe la ANECA (Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación), entre las funciones de esta Agencia se encuentra el Programa de Evaluación Institucional, cuyo objetivo es el de preparar a las titulaciones para superar satisfactoriamente el proceso de evaluación del desarrollo efectivo de sus enseñanzas, denominado: acreditación, que la Ley de Universidades determina como obligatorio para la totalidad de los títulos oficiales.

Además, en España, como en el resto de los países que conforman la Unión Europea, se está trabajando para la unificación de los programas correspondientes a las distintas titulaciones. En particular, la ANECA publica el denominado Libro Blanco para el Título de Grado de Ingeniería en Telecomunicaciones, en el cual se muestra el resultado del trabajo realizado por la Red de Universidades Españolas respecto de los avances en el diseño del título de grado correspondiente, adaptado al Espacio Europeo de Educación Superior.

Tradicionalmente en España, la titulación universitaria del ingeniero acreditaba la formación académica del mismo y significaba la posibilidad del ejercicio profesional. Actualmente la situación ha variado, de tal forma que la obtención del título universitario de ingeniero tiene solamente carácter académico, y la habilitación

profesional es otorgada por los Consejos Profesionales, a través de los mecanismos que éste considere adecuados a tal fin.

Como parte de los mecanismos llevado a cabo por los Colegios Profesionales de Ingenieros, existe en primer lugar el requisito de poseer el título universitario respectivo, otorgado por una universidad reconocida, la inscripción en un Registro de Ingenieros, y además, de ser necesario, se considera la superación de una prueba de aptitud, o bien de un período de prácticas supervisado, bajo la dirección de la pertinente Comisión de Evaluación.

No existe evidencia de exámenes que se apliquen en España a estudiantes de ingeniería, ya sea a punto de egresar o en el transcurso de la carrera.

• **POLONIA**

En Polonia existe el Comité Estatal Polaco de Acreditaciones, que es una institución legal para todo el sistema de educación superior. Este organismo realiza la evaluación de los programas de grado, lo que venimos denominando acreditación de carreras, y en caso de obtenerse una valoración negativa, el Ministerio de Educación y Deportes puede revocar o suspender el derecho a ofrecer programas en el nivel de estudio o el campo que han sido objetivo de una votación negativa.

El proceso de evaluación consta de varias etapas, la primera de ellas es la autoevaluación de la institución universitaria. A partir del informe producido en esta instancia, realiza la visita al centro un “panel de evaluación”, compuesto por miembros del Comité y un grupo de expertos, en lo que sería la etapa de evaluación externa. En esta última instancia se compara la información producida en la autoevaluación con la situación real observada. El panel de evaluación realiza un informe pormenorizado que remite al Comité.

Con ambos informes, la sección del Comité correspondiente a la titulación en proceso de acreditación, realiza una evaluación global con el objeto de comprender las condiciones que influyen en la calidad de la educación que imparte la institución examinada, y de este modo produce una valoración objetiva, poniendo fin al proceso de evaluación. El informe final incluye una justificación de las conclusiones enunciadas, y es remitido al Ministerio de Educación y Deportes, quien es el responsable de la toma de decisiones al respecto.

No existe evidencia de exámenes que se apliquen en Polonia a estudiantes de ingeniería, ya sea a punto de egresar o en el transcurso de la carrera.

• **NORUEGA**

En este país la acreditación de instituciones, programas y la revisión de la acreditación ya reconocida, es función Agencia Noruega para la Garantía de la Calidad en la Educación (NOKUT).

Desde el año 2.003, la acreditación es de carácter obligatorio, para toda la educación superior, estando regulada por la Ley de Universidades y de Colegios.

El sistema de acreditación es una combinación de acreditación de instituciones y de programas. Las instituciones son acreditadas en tres categorías diferentes: "colegio", "institución especializada de nivel universitario" y "universidad".

Por Resolución o Norma Ministerial se establecen las normas acreditación institucional. Existiendo normas para los "colegios", las "instituciones especializadas de nivel universitario" y para las "universidades". Sin embargo, la NOKUT desarrolla criterios específicos para las instituciones, y normas y criterios para los programas en proceso de acreditación.

El proceso de evaluación consta de una etapa de autoevaluación, y la visita al centro de un comité de expertos. La mayoría de los comité de expertos tienen un representante por los estudiantes y al menos un experto extranjero, generalmente de otro país nórdico.

La NOKUT forma parte de la Red Nórdica de Garantía de Calidad en la Educación Superior (Nordic Quality Assurance Network in Higher Education), la que comprende a los siguientes países: Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia. Esta Red trabaja en conjunto con las distintas agencias de evaluación de los países miembros para lograr la construcción de instrumentos de evaluación comunes de carácter genérico.

Hata el momento, no existe evidencia de exámenes que se apliquen en Noruega a estudiantes de ingeniería, ya sea a punto de egresar o en el transcurso de la carrera.

• **ALEMANIA**

En Alemania existen básicamente dos tipos de centros de educación superior, en lo que respecta la ingeniería, las Fachhochschule o Universidades de Ciencias Aplicadas y las Universidades, también denominadas en ingeniería Technische Hochschule o Technische Universität. Existiendo marcadas diferencias en los títulos otorgados por ambos tipos de instituciones.

En cuanto a la formación del estudiante en las Fachhochschule, se combina el conocimiento académico y científico con las aplicaciones en el mercado laboral, fundamentalmente apuntando a la formación práctica con salida laboral y conocimientos teóricos básicos para su desempeño profesional.

Las Technische Universität, ofrecen una formación más de tipo teórico, basada en la adquisición de conocimientos sin la aplicación práctica, al menos en el período de formación general, que dura aproximadamente dos años. Luego los estudiantes son sometidos a una evaluación intermedia, que debe aprobarse para poder continuar los estudios de especialización. En esta etapa de especialización, los alumnos reciben formación en el área disciplinar que han escogido, con una duración de tres años aproximadamente. Sólo el título que expiden estas instituciones permite la continuación de los estudios y la graduación de doctor.

Este examen del cual hay evidencia en Alemania, abarca solamente aspectos teóricos de la currícula de las carreras de ingeniería, no constituye de ninguna manera un

antecedente para la prueba que se pretende construir en el marco del presente estudio. Ya que el instrumento propuesto evalúa justamente la aplicación de los conocimientos que deben haber sido adquiridos en el área de formación de las Ciencias Básicas.

• FRANCIA

La educación superior en Francia consta de dos tipos de instituciones, las Universidades y las Grandes Escuelas. Las grandes escuelas gozan de más prestigio que las Universidades. Sin embargo, a menudo las escuelas de ingenieros están integradas en las Universidades. Aunque muchas escuelas y Universidades imparten estudios relacionados con las telecomunicaciones, sólo unos pocos centros se denominan como tal. El título de ingeniero diplomado es legalmente reconocido por la ley.

Para que las titulaciones cuenten con validez en todo el territorio francés, deben poseer el reconocimiento del Ministerio de Educación, es decir, deben poseer la habilitación correspondiente. Sin embargo, no existen mecanismos de acreditación de carreras, tanto de grado como de posgrado, tal como las descritas en otras regiones, aunque los procedimientos para el otorgamiento de la habilitación muestran algunos rasgos similares a los mecanismos de evaluación con fines de acreditación.

En el sistema francés existe la Comisión Nacional de Evaluación (CNE), creada por Ley en 1.984. Está conformada por diez y siete miembros, un secretario general y un equipo técnico. Entre sus tareas realiza la evaluación institucional de todas las universidades y escuelas francesas. En dos fases, una de autoevaluación, de cuyo análisis surgen los temas de experticia para la segunda fase, que es la evaluación externa.

Por otro lado, también realiza la evaluación de disciplinas o de tipos de formación, transversales y comparativas, y además lo que se denomina evaluación “de site”, que es un tipo de evaluación que tiene en cuenta la interacción entre las instituciones universitarias de una región determinada.

La CNE se ocupa de las evaluaciones de entorno que consideran las interrelaciones de un conjunto de instituciones sobre un territorio (región, área metropolitana, etc.), los análisis transversales referidos a actividades específicas ligadas a la educación superior (la práctica del deporte en las universidades, la valorización de la investigación), las evaluaciones transversales y comparativas sobre una disciplina (la Geografía, Ciencias de la Información y la Comunicación, la Química) o un tipo de formación (el tercer ciclo de Medicina General, la formación de Farmacéuticos).

No hay evidencia de una evaluación en el área de las Ciencias Básicas para ingeniería.

En síntesis:

- En el caso particular de los países miembros de la Unión Europea, están abocados en este momento a unificar los criterios de formación académica universitaria, con el objeto inicial de permitir la movilidad de los estudiantes en la comunidad europea. Al mismo tiempo que en diseñar instrumentos y delimitar indicadores de evaluación, que permitan acreditar las distintas carreras de grado y de posgrado en la totalidad del territorio.

- Por el contrario, en América Latina, los países que poseen agencias acreditadoras de titulaciones, que aplican exámenes a los alumnos a punto de egresar, son las que están preocupadas por medir el avance de los aprendizajes y la adquisición de competencias en los alumnos, por área disciplinar o en conjunto. Sin embargo, esos instrumentos poseen características distintas al que se planea construir en esta investigación. Ya que si bien en la mayoría, se trata de pruebas criterioles, no evalúan la adquisición e integración de conceptos y competencias a través de la resolución de problemas. Este es el modelo de examen que aplica CONEAU en las instancias de acreditación, y es el que se propone en este estudio.

CAPÍTULO DOS

MARCO TEÓRICO

MARCO TEÓRICO

2.1. ENCUADRE LEGAL

La Ley de Educación Superior, Nro. 24521, sancionada el 20 de julio de 1.995, constituye el marco de regulación para las Instituciones de Nivel Superior en la Argentina, universitarias y no universitarias. En su artículo 43⁵, hace referencia a los títulos correspondientes a profesiones reguladas por el Estado, cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad, los derechos, los bienes o la formación de los habitantes.

En el inciso b del mismo artículo 43, se enuncia: “Las carreras respectivas deberán ser acreditadas periódicamente por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) o por entidades privadas constituidas con ese fin debidamente reconocidas”.

Para el ejercicio de estas profesiones se requiere que el egresado a lo largo de su carrera haya adquirido determinados conocimientos y competencias, consideradas mínimas, y establecidas específicamente para cada titulación.

Por su parte el Ministerio de Educación, en acuerdo con el Consejo de Universidades, aprueba el carácter de interés público de las titulaciones, y un conjunto de normas o estándares, tales como la carga horaria, los contenidos mínimos, la intensidad de formación práctica requerida, las condiciones en las que debe realizarse la formación, el plan de estudios, el equipamiento, la infraestructura, los servicios con que deben contar los estudiantes. El Consejo de Universidades está integrado por veintiún rectores de universidades.

⁵ Ley de Educación Superior Nro. 24521, Título IV, de la Educación Superior Universitaria, Sección 2, Régimen de títulos

La CONEAU está formada por doce miembros del ámbito académico y científico argentino con experiencia en gestión universitaria, designados por el Poder Ejecutivo Nacional, por recomendación del Senado. Además cuenta con un Equipo Técnico permanente, compuesto por profesionales universitarios, expertos en la elaboración de procedimientos y técnicas de evaluación.

Una vez establecidas las resoluciones Ministeriales correspondientes a la inclusión de títulos para acreditación y a la determinación de estándares, la CONEAU establece los procedimientos e instrumentos para la evaluación.

En general el proceso de acreditación de una carrera de grado comprende, la realización de una autoevaluación de la carrera por parte de la Institución, y la actuación de un comité de pares evaluadores, designados por CONEAU.

La etapa de autoevaluación comprende aproximadamente cuatro meses, en ella cada unidad académica, debe analizar sus características y sus prácticas en función a los contenidos mínimos y los estándares correspondientes a su especialidad.

De la etapa de autoevaluación se obtiene un informe que incluye:

- ✓ Información sistematizada y comparable de la totalidad de los actores y de los aspectos involucrados en el servicio educativo. Por ejemplo las titulaciones de los docentes, el número de horas que poseen de dedicación a la docencia.
- ✓ Un análisis detallado de las condiciones en que se desarrolla la carrera y sus resultados. Por ejemplo las horas de cursado presencial de los alumnos, la duración promedio de la carrera.
- ✓ Y si fuese necesario, la formulación de un plan de mejora en función a alcanzar a futuro los requisitos de calidad previstos por los estándares respectivos.

Una vez que la Institución entrega el informe de autoevaluación, CONEAU convoca al comité de pares. Todos los comités de pares que intervienen en una convocatoria de acreditación se reúnen para analizar los distintos casos y establecer criterios comunes de evaluación, de manera de proceder con la mayor objetividad posible.

La actuación del comité de pares implica:

- ✓ El análisis del informe de autoevaluación y de otros datos referentes como por ejemplo, el relevamiento técnico de laboratorios, los resultados de pruebas estandarizadas.
- ✓ La visita a la unidad académica responsable de la carrera a acreditar.
- ✓ La elaboración de un dictamen. Este dictamen contiene un juicio evaluativo seguido por recomendaciones, acerca de la acreditación por el período que corresponda o la no acreditación.

Una vez que el comité de pares elabora los dictámenes, la CONEAU los envía a las respectivas unidades académicas, las que tienen un plazo de treinta días hábiles para contestar los requerimientos de los pares, para plantear desacuerdos o ampliar información. Esas respuestas son analizadas nuevamente por los pares y con su asesoramiento, CONEAU produce la Resolución de Acreditación que corresponda.

La acreditación de las carreras de Ingeniería, presenta cierto nivel de complejidad, respecto a otras, ya que se trata de acreditar la formación profesional en sentido amplio, conteniendo varias carreras con distintas especialidades. En la mayoría de los casos, estas carreras coexisten y funcionan conjuntamente en una misma institución.

Desde esta perspectiva, CONEAU consideró imprescindible tener en cuenta la dimensión institucional en el momento de definir los instrumentos y procedimientos a utilizar en el proceso de acreditación, tanto en la etapa de autoevaluación como en la etapa externa a cargo de los pares evaluadores.

Para CONEAU, adoptar un enfoque centrado en el mejoramiento de la calidad, provoca que el producto de las evaluaciones sea el resultado de un proceso que considera, en primer lugar, el diagnóstico de las capacidades de la institución, y de la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan en ella. De este modo se dispone de un panorama general desde la perspectiva institucional.

Los datos obtenidos a partir de este diagnóstico se confrontan con los estándares generales de la carrera a acreditar. Esto determina la distancia entre lo que se está haciendo y lo que se debería hacer, considerando la evaluación del proceso educativo en su conjunto.

Ahora bien, CONEAU consideró que centrarse solamente en un análisis de proceso, podía ocasionar que las instituciones logren resultados diferentes a partir de procesos equivalentes. Esta postura justificó considerar la evaluación de resultados como una parte del proceso de acreditación, por un lado a partir del análisis de la tasa de egreso, la tasa de retención, el desgranamiento, y por otro lado una evaluación de resultados focalizada en las competencias reales que los estudiantes deben poseer al momento de completar sus estudios

En consecuencia, desarrolló un instrumento de evaluación destinado a la verificación del logro de determinados estándares de formación. Una prueba para los alumnos que han completado el ochenta por ciento de las actividades académicas de toda la carrera. Este instrumento recibe el nombre de ACCEDE: Análisis de Contenidos y Competencias que Efectivamente Disponen los Estudiantes.

CONEAU establece como objetivo del ACCEDE el obtener información cualitativa acerca de los contenidos y competencias adquiridos por los estudiantes. Los resultados del ACCEDE están relacionados con competencias relevantes, que los alumnos deben haber incorporado a lo largo de su formación, que es, el objeto de análisis en el proceso de acreditación.

El ACCEDE contiene problemas para evaluar competencias y contenidos, considerados básicos en el currículum de formación de grado del ingeniero. Es una prueba anónima, no identifica personalmente a los estudiantes, sino que provee información en función de cada uno de los objetivos de formación que se consideran en el instrumento.

Los contenidos involucrados en estas pruebas, pueden enmarcarse principalmente en el área de las Tecnologías Básicas, incluyendo contenidos muy generales de las Tecnologías Aplicadas y la aplicación de los conceptos y procedimientos de las Ciencias Básicas, fundamentalmente de las subáreas Matemática y Física.

La acreditación que lleva a cabo CONEAU debe evaluar las condiciones del proceso educativo. Por lo tanto, evalúa el contexto de formación, en cada institución, respecto a los futuros profesionales. La prueba (ACCEDE) aplicada a los estudiantes en condiciones de egresar, evalúa productos, justamente los productos de ese proceso educativo.

Considerando que el objetivo principal de la evaluación es el aporte de información de resultados, acerca de la verificación de estándares de formación. En base a estos resultados, las unidades académicas deben generar políticas de mejoramiento de la calidad, siempre en el contexto que corresponde al proceso de autoevaluación.

La Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Mendoza, se presentó a la convocatoria voluntaria para la acreditación de la carrera Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones. El resultado del proceso de acreditación fue satisfactorio, la carrera acreditó, y las recomendaciones que realizó CONEAU en esa oportunidad, en general, han sido consideradas pertinentes. El documento emitido, por la acreditación de la carrera, fue la Resolución 487/03 de CONEAU, cuya copia se incorpora en los anexos a este trabajo.

En lo que respecta a los ACCEDE, la mencionada Resolución 487/03 de acreditación, menciona específicamente que los resultados obtenidos en las pruebas, dejan algunas dudas en cuanto a la articulación de las materias básicas y tecnológicas.

Las conclusiones respecto a los resultados obtenidos por los alumnos, señalan que en general se observa un mal manejo de los conceptos, de la información y de la formulación de problemas. Por lo tanto, consideran necesario verificar si los mecanismos de evaluación de alumnos que lleva a cabo esta unidad académica, son efectivos, puesto que los resultados obtenidos en el ACCEDE evidencian fallas en la formación, en la adquisición de contenidos y competencias básicos para la formación del ingeniero.

Independientemente de que se considera que los resultados del ACCEDE son sólo una parte del proceso de evaluación y acreditación, conclusiones como las mencionadas, no causan satisfacción en ninguna institución. Más aun, ponen en tela de juicio la capacidad para la formación de futuros profesionales en ella.

Por otro lado, el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) viene trabajando desde el año 2.000 para mejorar la enseñanza de la ingeniería y promover la elaboración de planes de estudios basados en competencias. Para lo cual ha desarrollado un conjunto de acciones sistemáticas de las cuales participan la totalidad de las Instituciones que imparten la formación de ingenieros en las diferentes especialidades. Para el CONFEDI las “competencias” aluden a capacidades complejas e integradas; relacionadas con los saberes: teórico, contextual y procedimental; se vinculan con el saber hacer en referencia al contexto profesional, y permiten incorporar la ética y los valores.

El desarrollo de competencias requiere de la reflexión y el compromiso del plantel docente, de un programa adecuado de capacitación y formación docente, y del permanente seguimiento curricular; puesto que la enseñanza orientada al desarrollo de competencias, además de definir cuáles competencias deben ser consideradas, supone la revisión, tanto de estrategias de enseñanza y aprendizaje, como de procedimientos y mecanismos de evaluación, al mismo tiempo que promueve una modificación en el rol docente y el replanteo de los diseños curriculares.

Ahora bien, es momento de precisar el concepto de competencia que se adoptará en este trabajo, en ese sentido, se considera que cada competencia comprende:

- **Saber:** hace referencia a los conceptos, los conocimientos, la información que involucra.
- **Saber Hacer:** refiere a las aptitudes, habilidades, destrezas, que se ponen en juego.
- **Ser:** representa los valores y actitudes que promueve.
- **Contexto:** delimita el campo en el cual se desarrolla.
- **Niveles:** en relación al grado de adquisición según lo establecido como exigible.

Torrado (1998), define competencia como “un conocimiento que se manifiesta en un saber hacer o en una forma de actuar frente a tareas que plantean exigencias específicas, y que supone conocimientos, saberes y habilidades que emergen en la interacción que se establece entre el individuo y una situación determinada”. Lo que otros autores han sintetizado como “saber hacer en contexto”.

Según el informe final del Proyecto Tuning (2.003), los resultados del aprendizaje significan un conjunto de competencias que incluye conocimientos, comprensión y habilidades que se espera que el estudiante domine, comprenda y demuestre después de completar un proceso corto o largo de aprendizaje.

Se considera entonces que competencia es una combinación de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para llevar a cabo una tarea, acción o proceso intelectual propio del perfil profesional en un contexto determinado.

Una competencia se pone en evidencia mediante acciones concretas que se consideran indicadores de la misma, los cuales pueden mensurarse según los niveles de adquisición o de desarrollo.

Lo antedicho pone de manifiesto el hecho de que las competencias no son observables por si mismas, de allí la imperiosa necesidad de definir los criterios de desempeño o acciones específicas que han de constituirse en los elementos que posibilitan mensurarlas.

Por todo esto, si la Institución toma una actitud positiva y objetiva frente a las conclusiones que CONEAU realiza de los resultados en las pruebas ACCEDE, y tiene en claro que es necesario mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje, las estrategias y políticas educativas deben garantizar la adquisición e integración de conceptos y competencias, y la articulación de las distintas áreas disciplinares.

Coincidiendo con Pérez Juste (2.005) cuando menciona que en general, la educación es un proceso complejo, por lo cual es aconsejable plantear la evaluación desde diversas perspectivas, entre las que se pueden destacar la necesidad de conocer sus resultados, las posibilidades de potenciar sus efectos, el imperativo de optimizar los recursos y

corregir las posibles falencias. En este sentido, los estándares de calidad reconocen a la evaluación como la substancial estrategia o herramienta al servicio de la mejora continua.

En este contexto, los docentes de la Institución deben asumir la responsabilidad que les corresponde en este tema, y trabajar para que frente a la siguiente instancia de acreditación, se pueda mostrar una mejora en la calidad de la formación del alumno, a partir de la adquisición de conceptos y competencias, de la articulación horizontal y vertical de contenidos de los distintos campos del saber.

Investigaciones en el campo de la didáctica han puesto en evidencia que para modificar la forma en que los estudiantes aprenden, favoreciendo aprendizajes significativos que le permitan integrar saberes y transferirlos en diversas situaciones, se debe comenzar por cambiar, no sólo las prácticas de aula, sino más bien las experiencias de evaluación de los profesores.

Premisa que pone de manifiesto la importancia que tiene la evaluación en el proceso de aprendizaje del alumno, lo que impacta directamente en la calidad de ese aprendizaje, para evidenciar a posteriori una mejora en la calidad educativa de la institución.

Desde una perspectiva contextual la evaluación se convierte en un factor clave de la calidad final del aprendizaje. Este enfoque, pone el énfasis en cómo mejorar los procesos interactivos internos en una institución para mejorar su calidad. La evaluación entonces se convierte en un medio orientado a la mejora con vistas al futuro. (Hernández Pina, 2.005)

2.2. ENCUADRE INSTITUCIONAL

Según la Resolución 1232/01 del Ministerio de Educación, en los planes de estudio de formación del ingeniero se deben incluir, entre otras, las Tecnologías Básicas, enunciando: “Las tecnologías básicas deben apuntar a la aplicación creativa del conocimiento y la solución de problemas de la Ingeniería, teniendo como fundamento las Ciencias Básicas. ... Las Tecnologías Básicas deberán formar competencias, entendidas como conocimientos y habilidades, en: Análisis de Señales, Electrotecnia, Dispositivos Electrónicos, Circuitos lineales y no lineales, Electromagnetismo y Medidas; para el título de Ingeniero Electrónico.”

Estas áreas de formación son el punto de partida en la elaboración de la grilla correspondiente para los ACCEDE, denominada tabla de especificaciones.

Esta tabla de especificaciones, además de contener la totalidad de las áreas de formación mencionadas, y los contenidos seleccionados de cada una de ellas, muestra las competencias que abarca el instrumento de evaluación (ACCEDE) correspondiente a la especialidad, agrupadas en cuatro categorías o también denominadas funciones: Formación lógico deductiva, Resolución de problemas de ingeniería, Formación experimental de laboratorio, y habilidades para la comunicación escrita.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza tiene más de cuarenta años en la región, goza de buen prestigio debido a la inserción laboral de sus egresados en empresas de primera línea del país y del exterior.

En esta Institución se imparten cinco especialidades de ingeniería, con un promedio anual de cuatrocientos alumnos en total.

- Ingeniería en Electrónica orientación Telecomunicaciones
- Bioingeniería
- Ingeniería Industrial

- Ingeniería en Informática
- Ingeniería en Computación

Los planes de estudio establecen cinco años para cada una de ellas, los cuales se dividen en un ciclo básico y un ciclo de especialización, en función a las prescripciones de CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería).

El ciclo básico es común a todas las especializaciones, y fundamentalmente involucra asignaturas del área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática, Física; Informática y Química, éstas dos últimas para las especialidades Informática e Industrial no pertenecen al campo de las básicas, sino de las Tecnologías Aplicadas.

En el tercer año de estas carreras los estudiantes ya han cursado la totalidad de las asignaturas de las subáreas Matemática y Física y la mayoría de ellos ya ha aprobado los exámenes finales respectivos.

En los dos primeros años de las carreras de ingeniería el 80 % de la formación académica es asignada a las Ciencias Básicas, comprendiendo las asignaturas:

- Primer año: Álgebra y Geometría Analítica; Cálculo I; Física I; Cálculo II
- Segundo año: Álgebra Lineal; Cálculo III; Física II

Todas estas asignaturas son comunes para la totalidad de los alumnos que cursan ingeniería, esto pone de manifiesto la importancia que tiene una sólida formación de fundamento en este campo disciplinar.

En este sentido, los conocimientos y competencias adquiridos por el alumno son básicos para abordar los conceptos y procedimientos de las asignaturas del área de las Tecnologías Básicas y de las Tecnologías Aplicadas.

Desde las prescripciones de CONFEDI para las carreras de ingeniería, las Ciencias Básicas deben cubrir el conjunto de disciplinas que aseguran la formación fundamental para la obtención a posteriori de conceptos específicos, considerando como comunes a todas las especialidades Matemática, Física y Estadística.

Por otro lado, la Resolución 1232/02 del Ministerio de Educación de la Nación que legisla los planes de estudios de las carreras de ingeniería, y establece los estándares de acreditación de las titulaciones, menciona explícitamente entre otras cuestiones:

“Las ciencias básicas abarcan los conocimientos comunes a todas las carreras de ingeniería, asegurando una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas y la evolución permanente de sus contenidos en función de los avances científicos y tecnológicos.

El objetivo de los estudios en matemáticas es contribuir a la formación lógico-deductiva del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza. Estos estudios estarán orientados al énfasis de los conceptos y principios matemáticos más que a los aspectos operativos.

El objetivo de los estudios de la Física será proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de su empleo en la ingeniería.”

La misma resolución establece como carga horaria mínima total del plan de estudio de 3750 horas, recomendando asignar por grupo de asignaturas la siguiente:

Tabla n° 2.1 Distribución de horas por área de conocimiento para ingeniería

GRUPO	HORAS
Ciencias Básicas	750
Tecnologías Básicas	575
Tecnologías aplicadas	575
Complementarias	175
TOTAL	2075

La diferencia queda a disposición de la institución para la formación profesional de acuerdo a la especialidad. Además aconseja que la distribución para las subáreas Matemática y Física deba ser como mínimo la siguiente:

Tabla n° 2.2 Distribución de horas por campo disciplinar subáreas Matemática y Física

SUBÁREA	HORAS
Matemática	400
Física	225

Lo antedicho pone de manifiesto el peso que se otorga a las Ciencias Básicas, en particular a las subáreas Matemática y Física para la formación de un ingeniero.

Por otro lado, en la Universidad de Mendoza el área de las Ciencias Básicas ha sido cuestionada en las acreditaciones de carreras del 2.004 (Ingeniería Industrial) y 2.005 (Reacreditación de telecomunicaciones), situación que motiva a la Institución a definir permanentemente estrategias para atender las debilidades observadas.

El Comité de Pares Evaluadores de CONEAU en su informe a CONEAU enuncia explícitamente, entre otras cosas que: *Tanto en Matemática como en Física está ausente un último nivel de complejidad en la resolución de los ejercicios, en aquellos contenidos que requieren una integración de temas...* y recomienda a la institución realizar un plan de mejora para: *Asegurar que los contenidos de todas las asignaturas de Matemática y de Física del bloque de las Ciencias Básicas se dicten con el nivel de profundidad correspondiente y que, en este sentido, todas las modalidades de evaluación y actividades de formación práctica cumplan con lo establecido en la Resolución MECyT N° 1054/02...*

En respuesta a las debilidades detectadas y recomendaciones que realiza CONEAU en las instancias de acreditación antes mencionadas, la Facultad de Ingeniería pone en práctica un plan sistemático de acciones que incluye en su política educativa.

Este plan de acciones, entre otras cosas, contiene proyectos a corto, mediano y largo plazo para el área de las Ciencias Básicas, los que incluyen:

- **Capacitación disciplinar y pedagógica para los profesores del área.**

Entre las acciones propuestas en este punto se destacan la implementación de un ciclo de cursos de postgrado en cuestiones disciplinares de la Matemática; la elaboración e implementación de una propuesta de carrera postgrado en enseñanza de la ingeniería; el dictado de talleres para abordar cuestiones disciplinares, metodológicas y pedagógicas que promuevan una mejora en la enseñanza y la evaluación en el área.

- **Jornadas de trabajo interdisciplinario de profesores del área.**

Entre las acciones propuestas en este punto se incluyen aquellas que impulsen la revisión y reformulación de contenidos y competencias fundamentales del área en su conjunto, y de cada subárea en particular; la reformulación de los programas de asignaturas; el diseño y producción de materiales de desarrollo curricular que garanticen el nivel de calidad esperado en cada disciplina, la articulación horizontal y vertical de contenidos, la integración de conceptos; el seguimiento de los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias del área.

En este sentido, cabe también señalar lo que en la resolución 1232/02 también se explicita: *“La evaluación de los alumnos debe ser congruente con los objetivos y metodologías de enseñanza previamente establecidos. Las evaluaciones deben contemplar de manera integrada la adquisición de conocimientos, la formación de actitudes, el desarrollo de la capacidad de análisis, habilidades para encontrar la información y resolver problemas reales.”*

Lo antedicho evidencia desde lo Institucional, la necesidad de arbitrar mecanismos que permitan testear el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias del área de las Ciencias Básicas, antes de la finalización de la carrera, cuando aun el tiempo permite corregir las carencias que se puedan detectar, aplicando estrategias correctivas en función a lograr un producto de calidad en cuanto a la formación del egresado.

Además, la aplicación de instrumentos de evaluación con el modelo pedagógico didáctico de las pruebas ACCEDE (a las cuales se debe someter el alumno a punto de egresar), promueve el desarrollo de las habilidades y destrezas necesarias para la resolución de test con estas características, en los cuales es indispensable la posesión e integración de conceptos y competencias en la resolución de problemas.

Por otro lado, las investigaciones en didáctica han mostrado que las prácticas evaluativas están en absoluta relación al contexto educativo, y no constituyen una responsabilidad exclusiva del docente, pues una institución se debe concebir como un sistema holístico.

Desde esta perspectiva, la Unidad Académica como sistema en conjunto, es responsable de las decisiones y definiciones precisas respecto a lo que los alumnos deben aprender, y al mismo tiempo lo que se espera que aprendan, desde una lógica reflexiva.

Lo que equivale a abordar la situación desde dos ópticas, por un lado, determinar metas educativas claras, estrategias y estándares de resultados del aprendizaje y por otro lado, concebir un sistema de evaluación que permita constatar en qué grado se han alcanzado esos estándares definidos.

Basta con recabar información en el grupo de estudiantes avanzados o en el profesorado para reconocer que no siempre hay estrecha relación entre lo que se enseña y lo que se evalúa. Además existe una manifiesta dificultad en el docente de aula para relacionar los contenidos curriculares de su cátedra con una evaluación que permita que el estudiante evidencie la adquisición de los conocimientos fundamentales, la comprensión de los conceptos implicados, y a la vez la aplicación y transferencia de los mismos.

Es en este punto donde se concentra la realidad que debe asumir desde el profesor hasta la conducción de la Institución, siendo conscientes de que para lograr aprendizajes de calidad es preciso que el estudiante no solamente acumule conocimientos, sino que al mismo tiempo interprete e internalice los contenidos para poder incorporarlos en relación con sus saberes previos.

De ese modo se puede favorecer un aprendizaje en el cual se relacionen los conceptos verticalmente dentro de la misma área disciplinar, y a la vez horizontalmente en relación a diferentes contextos, dentro o fuera del campo disciplinar que los origina.

2.3. ENCUADRE DISCIPLINAR

En el apartado anterior se hace mención a la carga horaria mínima definida para las subáreas Matemática y Física en los planes de estudio de las carreras de ingeniería.

Y considerando, que por ley el objetivo de la enseñanza de la Matemáticas es contribuir a la formación lógico-deductiva del alumno, proporcionándole una herramienta y un lenguaje que le permita modelar los fenómenos de la naturaleza, se está poniendo el énfasis en el carácter instrumental de las asignaturas que abarca.

Mientras que el objetivo de la enseñanza de la Física debe ser el de proporcionar al estudiante el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza, incluyendo sus expresiones cuantitativas que le permitan desarrollar la capacidad para emplear estos conocimientos en otras áreas de formación.

Se constituyen en las premisas que sirven de guía en el presente trabajo para considerar a ambas subáreas fundamentales en la formación de un ingeniero. Teniendo en cuenta la parte que le corresponde a cada una, con una mirada a futuro, en función a favorecer en el estudiante la adquisición de conceptos y competencias de otras áreas de conocimiento más específicas a su titulación.

Desde este punto de vista, la selección de las subáreas Matemática y Física para la realización de una investigación educativa, en el ámbito de una Facultad de Ingeniería, se piensa acertada. Sin embargo, debe tenerse siempre presente que cada disciplina maneja un contexto, una lógica, una dinámica desde donde son capaces de explicar determinados aspectos de una misma realidad.

Por otro lado, la evaluación es considerada actualmente uno de los principales componentes del proyecto educativo, y es hoy por hoy reconocida su contribución a los planteamientos didácticos en la enseñanza de las Ciencias. Habiendo superado el concepto reduccionista que supone la valoración cuantitativa del rendimiento académico del estudiante, ha evolucionado hasta convertirse en un instrumento de investigación

capaz de suministrar información sobre la totalidad de los elementos constitutivos del acto educativo.

Según Ana Ma. Geli (2.000) la información recogida a través de la evaluación, acerca de los procesos y resultados del programa educativo, aporta evidencias válidas para la toma de decisiones respecto a la totalidad de los factores que inciden en la calidad del proyecto de enseñanza de las Ciencias.

Por tanto, se considera que la evaluación posee una función de contralor, cotejo y valoración de la calidad de los procesos y resultados del proyecto curricular, lo que a su vez exige la valoración de la eficiencia y la eficacia de los modelos didácticos de enseñanza.

No obstante, el tema de la evaluación de conceptos y competencias, no sólo en el área de las Ciencias Básicas, es hoy en día un tema que debe ser abordado en las instituciones de educación superior, ya que los cambios producidos en los últimos años ponen el énfasis en una enseñanza por competencias, lo que requiere de cambios profundos no sólo en el proceso de enseñanza y aprendizaje, sino también en el proceso de evaluación.

Según la Real Academia Española, el término competencia hace referencia a la pericia, aptitud, idoneidad para hacer algo o intervenir en un asunto determinado. Ahora bien, el concepto de competencia es diverso, el más generalizado se puede decir que es el de “saber hacer en un contexto”. Lo que requiere de un conocimiento teórico efectivo, y la capacidad de transferencia del mismo, de habilidad y destreza para implementar estrategias apropiadas en diferentes escenarios. Las competencias se expresan a través del desempeño.

Considerando que evaluar es estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos (según la R.A.E.), la evaluación es uno de los procesos de mayor importancia de los involucrados en educación, más aun cuando se trata de educación superior, pues, a través de él se acredita al estudiante.

Una evaluación basada en competencias, permite emitir juicios fundamentados en una variedad de evidencias, que demuestran hasta qué punto un alumno satisface los requisitos exigidos por un estándar o conjunto de criterios. La evaluación integrada u holística se caracteriza por estar orientadas a problemas, ser interdisciplinaria, cubrir grupos de competencias, exigir habilidades analíticas y combinar la teoría con la práctica.

En las reflexiones de Yolanda Garrido y Luis Leiva⁶, respecto a la selección de contenidos a evaluar en Matemática, proponen como criterio la elección de estructuras que den lugar al establecimiento de esquemas conceptuales, en función a los procedimientos propios de esas estructuras y en relación directa con otras ciencias; además señalan que los objetivos de una evaluación deben declarar las capacidades a desarrollar con los conceptos y los procedimientos.

En la misma publicación enuncian textualmente: *Los nuevos modelos de evaluación se basan en especificaciones de dominios matemáticos que, siguiendo la propuesta de Gerard Vergnaud (1982) con respecto a los campos conceptuales, se construyen para identificar y relacionar conceptos, procedimientos y situaciones problema en cada dominio. Lo importante de esta organización es que permite pasar de la evaluación de simples conceptos y procedimientos, a establecer de qué manera diversos conocimientos contribuyen a formas de razonar para solucionar problemas.*

En este sentido, y en acuerdo con lo mencionado anteriormente, la selección, el tratamiento y la evaluación de los contenidos matemáticos debe ser tal, que favorezca la adquisición e integración de conceptos y procedimientos, así como de habilidades y destrezas que se ponen en juego en el momento de resolver problemas dentro de la misma disciplina o fuera de ella, en situaciones ínter disciplinares.

Por otro lado, en la formación de fundamento de un ingeniero, como se ha mencionado anteriormente, tiene un peso destacado el área de las Ciencias Básicas, principalmente

⁶ GARRIDO, Y. Y otro (2.006).; *Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias matemáticas*; Revista Iberoamericana de Educación N° 41: Educación para el desarrollo sostenible II; ISSN:1681-5653; OEI, www.rieoei.org/rie41.htm

las subáreas Matemática y Física. Pero es necesario ser conscientes de que este nivel de importancia no lo poseen como ciencias independientes una de la otra, o sin vinculación con el resto de las disciplinas que componen el plan de estudios.

Si se tiene presente que uno de los componentes elementales de la universidad son los estudiantes, y en consecuencia la trascendencia de los mismos a través de su impacto como futuros egresados en el ámbito profesional, se convierten en un substancial indicador de la calidad académica los programas y los planes de estudios desarrollados por esta, lo que incluye la postura que la institución asume en cuanto al tema de la formación por competencias y el trabajo interdisciplinario.

Desde distintas instituciones universitarias que imparten las carreras de ingeniería y desde las asociaciones profesionales, se promueven acciones y se elaboran documentos para destacar la importancia que tiene la formación profesional basada en competencias, sin embargo la evaluación del aprendizaje desarrollado desde esta perspectiva, constituye uno de los grandes desafíos de la enseñanza de la ingeniería de las últimas décadas.

Numerosas investigaciones en didáctica coinciden en que las competencias se desarrollan integrando conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, de distintos campos del saber, lo que se logra a través de una práctica en permanente evolución centralizada en la realización de tareas ínter disciplinares y adecuadas al contexto.

Sin embargo, las universidades se enfrentan a la disyuntiva de cómo se puede conciliar la necesidad de enseñar conocimientos básicos, y a la vez generar las instancias de práctica en función al desarrollo de competencias.

En este sentido, las Ciencias Naturales (como la Física por ejemplo) se consideran una herramienta muy importante en el desarrollo de habilidades del pensamiento superior, tomando como punto de partida destrezas básicas tales como la descripción de fenómenos de la naturaleza, para evolucionar hasta lograr construir modelos que le permitan la interpretación de una situación en contextos reales.

En la relación de las Ciencias Naturales y la Matemática, conocer las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza, permite el establecimiento de relaciones entre las magnitudes científicas que intervienen, lo que facilita la comprensión de los fenómenos de la naturaleza. (Pozo, 1.997)

Si además, en una situación planteada en el campo de la Física, es posible comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados; justificar y desarrollar ideas; relacionar los elementos y variables implicadas; planificar estrategias para resolverla identificando los datos y las diferentes representaciones de los mismos; ejecutar el plan elaborado y producir e informar los resultados obtenidos utilizando el lenguaje simbólico apropiado; la Matemática y la cuantificación de los fenómenos físicos constituyen un elemento válido para evidenciar el manejo de conceptos y competencias en ambas ciencias, la Matemática y la Física.

Este panorama sirve de fundamento para sostener que la Matemática es una herramienta necesaria en el desarrollo de conceptos y competencias en Física, y por lo tanto, al evaluar a un estudiante en situaciones concretas de la Física, se ponen en juego destrezas y habilidades que debe haber adquirido oportunamente y que son propias del campo de la Matemática.

Esta premisa, permite inferir que ubicar al alumno en esta situación, en una instancia de evaluación, puede proporcionar la evidencia necesaria para conocer cuál su nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias en esta área.

En función a lo antedicho, y en el marco del presente estudio, abordar la construcción de un instrumento de evaluación, que abarca el área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, en el ámbito de las carreras de ingeniería en la Universidad de Mendoza, es una estrategia oportuna y necesaria para valorar el avance de las acciones, que desde la Institución, se promueven hacia un cambio profundo en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Si bien existen instrumentos para evaluar a un alumno de ingeniería en el área de las Ciencias Básicas, no han sido planificados para observar los niveles de adquisición e

integración de conceptos y competencias, en el área de las Ciencias Básicas, a través de la resolución de problemas de desarrollo. En el apartado correspondiente al estado del arte, se encuentran descritas las distintas pruebas de las que hay registros, las que presentan fundamentalmente ítems de múltiple opción, con tareas que no requieren del conocimiento y el desarrollo de estrategias, habilidades y destrezas para enfrentar un problema.

2.4. ENCUADRE PEDAGÓGICO DIDÁCTICO

El presente estudio se centraliza en la construcción de un instrumento de evaluación, que permita determinar los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias. En este sentido, se considera apropiado el tratamiento de algunas cuestiones que perfilen el modelo pedagógico didáctico de la prueba que se pretende construir.

Se considera apropiado iniciar este encuadre precisando algunos conceptos involucrados en el trabajo.

Consultando a la Real Academia Española, se pueden definir algunos términos como:

Evaluación: acción y efecto de evaluar, y evaluar, es estimar los conocimientos, aptitudes y rendimiento de los alumnos.

Prueba: examen que se hace para demostrar o comprobar los conocimientos o aptitudes de alguien.

En educación, el término prueba, remite a un instrumento que posibilita recolectar datos, con el objeto de realizar una medición. Herramienta que se construye intencionalmente, para poner en evidencia los conocimientos de un individuo, es decir, para realizar su evaluación.

Si se clasifican las pruebas en relación al contexto en el cual se aplican, la prueba que se pretende construir en el presente estudio, es considerada a pequeña escala, ya que su aplicación se limita a los estudiantes de la Universidad de Mendoza, no ha sido planificada para ser aplicada a nivel nacional, por ejemplo.

Evaluar en referencia a un criterio, significa estimar el resultado de la aplicación de una prueba, que compara al alumno con sus propios rendimientos o resultados. En el ámbito criterial para evaluar, se mide la distancia entre un objetivo propuesto y el avance del alumno hacia el mismo, esta distancia es la base de la información que permite la toma de decisiones.

Según Popham (1978), citado por H. Salmerón (2.005)⁷, una evaluación con referencia criterial, se emplea para determinar la posición de un individuo con respecto a un dominio de conducta bien definido. Un test de criterio se construye para valorar los niveles de desempeño de los examinados en relación a una serie de objetivos o competencias bien definidos. Considerando competencias como un conjunto de habilidades y destrezas que el sujeto pone en juego en el momento de enfrentar la prueba o test.

Es decir, una prueba con referencia criterial comunica que puede hacer un estudiante, o no, en un campo de conocimientos y habilidades previamente determinado.

Para J. Jornet Meliá (2005) *“Una prueba criterial es un instrumento orientado a recoger información acerca del rendimiento de los estudiantes y que pretende una aproximación absoluta de valoración de la calidad de la ejecución.”*

La evaluación criterial se diferencia de la evaluación normativa, pues esta última realiza la valoración del individuo en función al nivel del grupo que integra. La evaluación normativa es válida cuando se pretende determinar el orden que ocupa un sujeto dentro de un grupo, y está en relación con los conocimientos que posee el alumno o de los cuales carece.

Las pruebas de rendimiento académico, son instrumentos diseñados con el propósito de medir conocimientos o habilidades de los alumnos para valorar si ha logrado un nivel exigible a su contexto.

Por otro lado, encuadrar este trabajo desde el punto de vista pedagógico didáctico también supone tener en cuenta las investigaciones regionales que realiza CONFEDI, en función a las prescripciones ministeriales de que la enseñanza de la ingeniería debe planificarse por competencias.

⁷ Apuntes de clase (2.005), Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología, Universidad de Granada – Universidad de Mendoza, 2.005

En el primer informe (febrero de 2.006), del proyecto piloto de CONFEDI “Estrategias de desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería argentina”, se mencionan algunos argumentos que se consideran motivadores en la elección del tema de investigación que nos ocupa, entre otros:

- La consideración de trabajar por competencias puede constituirse en el marco que facilite la selección y el tratamiento de contenidos más ajustados y eficaces a incluir en los planes de estudios.
- El saber hacer no es el producto de la sola adquisición de conocimientos, sino más bien el resultado de la puesta en práctica de un conjunto de conocimientos, habilidades y destrezas, que deben abordarse en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para que la formación del estudiante ponga de manifiesto su desarrollo.
- Se considera que una competencia es la capacidad de articular efectivamente un conjunto estructuras mentales, actitudes y valores, permitiendo disponer de distintos saberes, en un determinado contexto con el objetivo final de resolver problemas de ingeniería.
- La enseñanza orientada al desarrollo de las competencias debe favorecer el desarrollo de competencias de manera explícita durante el proceso de formación, lo que supone la revisión y reajuste de estrategias de enseñanza y de aprendizaje, con el objeto de garantizar que el alumno puedan llevar a cabo actividades que le permitan prosperar en su desarrollo.
- Lo antedicho supone la revisión del proceso de evaluación, de modo tal que incluya estrategias que permitan evaluar el desarrollo de competencias. Lo que conlleva a la obtención de evidencias de aprendizajes vinculadas a las disciplinas específicas, en función a la manifestación de un desarrollo de competencias a las cuales aportan.

Además, las conclusiones de la Conferencia Mundial de la UNESCO de 1.998, permiten inferir que los vínculos entre la educación superior y el mundo del trabajo, requieren de una formación profesional basada en competencias: laborales, comunicativas, intelectuales y socioafectivas, que permitan el desempeño en los diversos ámbitos organizacionales y sociales de la práctica profesional.

Para Salas Zapata⁸, concebir el aprendizaje desde la perspectiva de Ausubel, es considerarlo un proceso por el cual un sujeto sistematiza la información y la organiza, no de forma memorística, sino construyendo el conocimiento. En este proceso se identifican tres factores determinantes, las actitudes, las aptitudes (intelectivas y procedimentales) y los conocimientos.

El autor concibe: **actitud** como la predisposición afectiva y motivacional necesaria para el desarrollo de una acción; **aptitudes intelectivas** como las habilidades mentales que determinan el potencial de aprendizaje, dependiendo de la estructura mental del sujeto, de las funciones cognitivas y los procesos de pensamiento; **aptitudes procedimentales** como las capacidades para actuar en relación a métodos, técnicas y estrategias utilizadas en el hacer; y los **contenidos** como estructura conceptual capaz de ser aprendida

El desarrollo de cada uno de estos factores se corresponde con el ser, el pensar, el hacer y el saber, y es por medio de la convergencia de ellos que se alcanza un aprendizaje significativo, en el cual el sujeto contrasta la información nueva con su experiencia, pudiendo así integrar el conocimiento con sentido. De esa integración resulta el desarrollo de la competencia.

El proceso de adquisición, o bien de desarrollo de competencias, requiere que éstas se especifiquen a través de indicadores de logros o de metas. Considerando que éstos constituyen las señales que ponen en evidencia los alcances obtenidos. En este sentido, la meta es el nivel que se desea obtener del estudiante en su proceso formativo y que se expresa por medio de su desempeño. El logro alcanzado es el resultado de este proceso.

Una evaluación cualitativa, analiza y verifica hasta dónde las evidencias muestran que se ha alcanzado la meta, es decir hasta dónde se es competente. Desde esta perspectiva, evaluar es valorar logros, comprender y detectar niveles de desempeño. A diferencia de

⁸ SALAS ZAPATA, W, (2.005).; *Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual del caso colombiano*; Revista Iberoamericana de Educación, Sección de los lectores: Tema Currículo, Planes de estudio; ISSN: 1681-5653; OEI; http://www.rieoei.org/deloslectores_Educacion_Superior.htm

la evaluación cuantitativa, que es la tradicional en el ámbito educativo, y mide qué tanta información posee el estudiante, según el número de aciertos en las respuestas de un examen. Es un tipo de evaluación predominantemente memorística, y generalmente alejada del desempeño profesional del futuro egresado.

Ahora bien, la prueba en construcción respeta el modelo pedagógico didáctico de los ACCEDE. Un modelo pedagógico es una construcción teórica formal, fundamentada científica e ideológicamente, que interpreta, diseña y ajusta la realidad pedagógica, en respuesta a una situación concreta. El proceso pedagógico, es la concreción en la acción de un modelo pedagógico.

En este sentido, el proceso pedagógico, posee múltiples funciones y condicionamientos, lo que lo convierte en un proceso complejo, que necesita ser pensado, planificado y diseñado a conciencia, con anterioridad al acto educativo, de manera tal que sea posible predecir las modificaciones y transformaciones que propicien su desarrollo.

El proceso pedagógico incluye a los procesos conscientemente organizados y dirigidos a la formación del sujeto, capaces de establecer relaciones entre el educador y los educandos. Por lo tanto, proceso educativo, proceso de enseñanza y aprendizaje y proceso de instrucción son procesos pedagógicos.

Un modelo pedagógico se fundamenta en modelos psicológicos, sociológicos, y antropológicos, del proceso y del sujeto de aprendizaje. Ahora bien, poder conceptualizar un modelo pedagógico, facilita su identificación y valoración en función a los niveles de eficiencia educativa.

El modelo didáctico, establece un vínculo entre el análisis pedagógico teórico y la intervención práctica. Los procesos de carácter pedagógico, que comprenden aspectos psicológicos, sociológicos, curriculares, no pueden separarse de la actuación concreta del docente en el aula, es decir del aspecto didáctico correspondiente.

En el cumplimiento de los objetivos de la enseñanza, se seleccionan contenidos, se diseñan actividades, se elabora material didáctico, por lo tanto, se realiza una toma de decisión acerca de qué se enseñar, de qué evaluar y de cómo hacerlo. Son estas decisiones las que definen el modelo pedagógico didáctico involucrado.

Del trabajo realizado para el DEA¹ se concluye que los ACCEDE están sustentados en un modelo de ciencia centrado en el aprendizaje, modelo de enseñanza por competencias, con énfasis en el desempeño para resolver problemas ínter disciplinares, lo que muestra un predominio constructivista desde el punto de vista pedagógico didáctico.

Los ACCEDE son instrumentos de evaluación, tipificados, estandarizados, referidos a criterio, que pretenden evaluar aprendizajes efectivos. Considerando la definición del concepto efectivo, pretenden evaluar aprendizajes verdaderos y reales, a través de la resolución de problemas. Pues los ítems que los componen no son de opción múltiple, sino problemas.

Esto implica, que el alumno que se enfrenta a este tipo de pruebas: los ACCEDE, debe ser capaz de transferir los conocimientos conceptuales que ha adquirido a lo largo de su carrera, para resolver una serie de problemas en el contexto de la especificidad de su futura profesión.

En el presente estudio, los reactivos que se elaboran para incluir en la prueba, son problemas, es decir, una situación que enfatice lo que un alumno puede hacer y no solamente lo que sabe en un campo disciplinar determinado. Desde esta perspectiva, el sujeto pone a prueba conocimientos y habilidades para afrontar satisfactoriamente situaciones complejas, reales o hipotéticas.

Desde este punto de vista, se considera apropiado analizar algunas cuestiones relativas a los problemas y la resolución de problemas, para cerrar el encuadre pedagógico didáctico del presente estudio.

En este sentido, se puede decir que existe diferencia entre los términos "problema" y "ejercicio". Para la Real Academia Española, problema hace referencia al planteamiento de una situación cuya respuesta desconocida debe obtenerse a través de métodos científicos. Y ejercicio, es un trabajo práctico que en el aprendizaje de ciertas disciplinas sirve de complemento y comprobación de la enseñanza teórica.

Por lo tanto, puede decirse, que en un ejercicio se aplica un algoritmo de forma más o menos mecánica para obtener una respuesta. En tanto, resolver un problema, significa dar una explicación coherente a un conjunto de datos relacionados dentro de un determinado contexto. La respuesta puede o no ser única, pero la estrategia empleada está determinada por factores madurativos o de otro tipo.

Para Lester (1983), citado por Pozo (1997)⁹, problema, es una situación, en la cual un individuo, o un grupo, quiere o necesita resolver, y para lo cual dispone de un camino rápido y directo que le lleve a la solución. Un problema es tal, solamente si es reconocido por el individuo, quien no dispone de un procedimiento automático para solucionarlo, sino que demanda una instancia de reflexión que posibilite la toma de decisiones acerca del camino que debe seguirse para solucionarlo.

Consecuentemente, en la resolución de un problema, las técnicas conocidas por el sujeto, constituyen un medio instrumental necesario, pero insuficiente para alcanzar la solución, pues se precisan además, entre otros, un conjunto de estrategias, de conocimientos, de habilidades, de actitudes.

La solución de un problema es un proceso compuesto por diferentes etapas. La mayoría de los modelos elaborados al respecto coinciden en destacar las siguientes: identificación del problema, comprensión del problema, planificación de la solución, ejecución de la solución y evaluación de los resultados.

⁹ Pozo, J. y otros (1.997); *La solución de problemas*, Argentina; Edit. Santillana.

Existen distintas clasificaciones de problemas, por ejemplo, en función al área de conocimiento que involucran, al tipo de procesos necesarios para su resolución, etc. Una de las clasificaciones clásicas es la que realizan los psicólogos de la Gestalt, sustentada en las características del sujeto y en los procesos que pone en juego para solucionar el problema, a partir de lo cual, distingue entre aquellos que requieren de un pensamiento productivo, de los que precisan un pensamiento reproductivo.

En este sentido, se considera que un pensamiento productivo, favorece la generación de modos de solución a partir de la organización de los distintos elementos que componen el problema. A diferencia del pensamiento reproductivo, que promueve la aplicación de metodologías de resolución ya conocidas.

Ahora bien, comprender un problema, significa reconocer las dificultades que presenta y poseer la voluntad de afrontarlas. Esto implica, que un problema debe contemplar, además del aspecto novedoso, algún elemento conocido por el sujeto, que lo guíe en la búsqueda de la respuesta. Ya que en la resolución de un problema, debe plantearse cuál es la brecha entre la situación de partida y, la meta pretendida y las estrategias apropiadas para minimizarla.

Una vez identificado un problema, se planifica la resolución del mismo. Puestas en marcha las estrategias seleccionadas, en general, conciben el planteamiento de otros problemas, según el nivel de dificultad que pueda presentar al sujeto. En este caso, se debe subdividir el problema original, determinando submetas a alcanzar, hasta llegar a la solución final.

La eficiencia para solucionar un problema, en general, no depende de habilidades generales que pueda poseer el sujeto, sino más bien, del dominio de conocimiento, propio del área involucrada, es decir, obtener la solución depende de los conocimientos específicos y útiles que posea la persona acerca del contexto del problema. Según Pozo (1997) *la mayor eficiencia en la solución de problemas no se debe a una mayor capacidad cognitiva general, sino a los conocimientos específicos,...la pericia implica*

una utilización óptima de los recursos cognitivos disponibles en la propia área de especialidad...

Ahora bien, hay que distinguir un aspecto, ya que es posible que el sujeto posea un conocimiento conceptual, y que no sea capaz de utilizarlo en el contexto de una tarea específica. Lo que supone, que en un ámbito educativo formativo, es el docente el responsable de que el alumno adquiera el conocimiento conceptual y la capacidad para transferirlo a diferentes situaciones que lo involucran. Es decir, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, no se debe omitir el instruir al alumno en el uso de procedimientos eficaces, que le permitan utilizar adecuadamente los conceptos teóricos que posee.

Entonces evaluar, a través de la resolución de problemas, significa estimar la capacidad de transferencia del alumno, de un concepto teórico que se supone adquirido.

Considerando que lo antedicho reconoce a priori la definición de estándares de contenido, es decir lo que se espera que los docentes enseñen y los alumnos aprendan, en relación con los estándares de rendimiento que permiten que el estudiante evidencie sus niveles de logro, los cuales se estima deben encuadrarse entre los definidos como aceptables o satisfactorios.

En este sentido, la calidad en las realizaciones del alumno al resolver los problemas de la prueba, debe demostrar hasta que punto el estudiante ha alcanzado los niveles de logro que los estándares de rendimiento definen.

CAPÍTULO TRES

LA INTENCIÓN PEDAGÓGICA

INTENCIÓN PEDAGÓGICA

Los procesos de evaluación y acreditación de carreras de grado han propiciado una serie de cambios en las políticas institucionales, fundamentalmente en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Independientemente a las discusiones que se han realizado en distintos ámbitos acerca de la coherencia o no de los procedimientos de evaluación y acreditación de titulaciones, no pueden desconocerse las instancias de reflexión que propician, lo que en condiciones óptimas debe reflejarse en una mejora del sistema educativo universitario.

En particular la Universidad de Mendoza, con posterioridad a la acreditación de la carrera de Ingeniería en Electrónica, puso en práctica una serie de acciones tendientes a mejorar el rendimiento académico de los alumnos atendiendo a los requerimientos y sugerencias que realizó en esa instancia la agencia evaluadora.

Para Pérez y García (1.989) evaluar *"es un acto de valorar una realidad, que forma parte de un proceso cuyos momentos previos son los de fijación de características de la realidad a valorar, y de recogida de información sobre las mismas, y cuyas etapas posteriores son la información y la toma de decisiones en función del juicio emitido"*¹⁰

En este sentido, es posible interpretar a la evaluación como un proceso, cuya finalidad es la determinación del nivel de eficacia y eficiencia, con que se han llevado a cabo un conjunto de acciones destinadas al logro de los objetivos planteados, en función a definir aciertos y desaciertos, con el objeto de tomar las decisiones que se consideren necesarias para garantizar el cumplimiento de los fines propuestos.

En este contexto, con esta valoración de la evaluación como parte fundamental del acto educativo en si, se definen la meta y los objetivos del presente trabajo.

¹⁰ Pérez Juste, R.; García Ramos, J. M.; Diagnóstico. Evaluación y toma de decisiones; Tratado de educación personalizada; Ediciones Rialp; Madrid; 1989.

3.1. META

Teniendo como premisa la permanente necesidad de rever y reformular los conceptos y procedimientos que deben abordarse en el proceso formativo de un ingeniero, clarificando qué debe enseñarse y con qué nivel de profundidad, con el objeto de proveer al alumno del andamiaje conceptual necesario que le permita transferir los conocimientos y competencias aprendidas en la formación de fundamento, este trabajo asume como meta:

Desarrollar un instrumento modelo de evaluación que permita testear los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias fundamentales en el área de las Ciencias Básicas para ingeniería.

El producto logrado tiene una doble función:

- Por un lado, arrojar luz sobre los tres aspectos que componen la tríada del contrato didáctico: alumno-contenido-docente, aportando información acerca de si el alumno ha adquirido los conceptos y competencias básicas del área y si es capaz de integrarlos en el momento de resolver un problema; evidenciando el nivel de efectividad de las distintas acciones puestas en marcha por la Institución.
- Por otro lado, entrenar a los estudiantes en la realización de pruebas integradoras similares a los ACCEDE ¹¹, a las que eventualmente serán sometidos.

¹¹ ACCEDE: Instrumento para el Análisis de Contenidos y Competencias de que Efectivamente disponen los Estudiantes, aplicados por la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación (CONEAU) en la acreditación de carreras de grado.

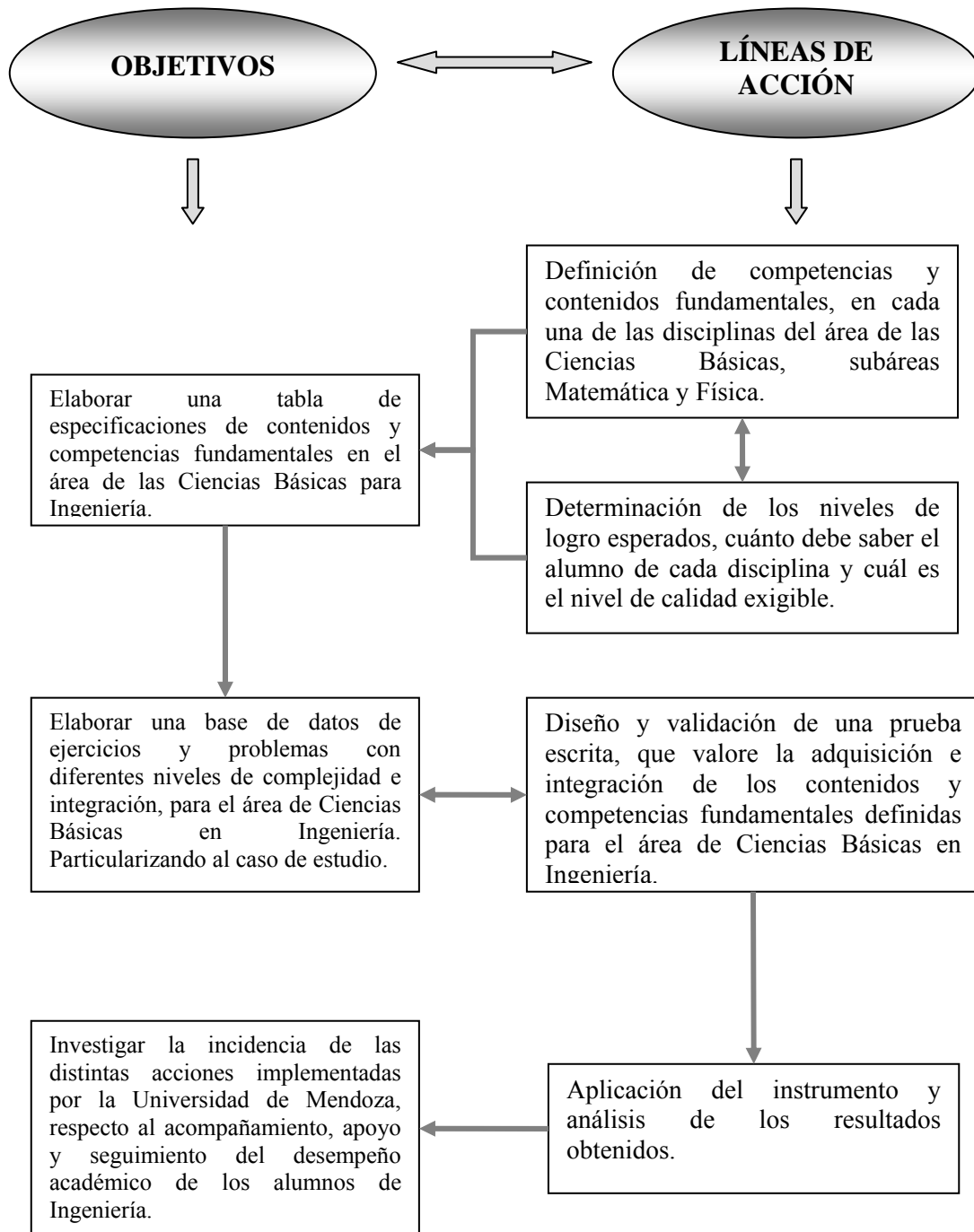
3.2. OBJETIVOS

En función al logro de la meta propuesta se formularon los siguientes **objetivos**:

- Elaborar una tabla de especificaciones de contenidos y competencias fundamentales en el área de las Ciencias Básicas para Ingeniería.
- Elaborar una base de datos de ejercicios y problemas con diferentes niveles de complejidad e integración, para el área de Ciencias Básicas en Ingeniería. Particularizando al caso de estudio.
- Investigar la incidencia de las distintas acciones implementadas por la Universidad de Mendoza, respecto al acompañamiento, apoyo y seguimiento del desempeño académico de los alumnos de Ingeniería.

3.3. LÍNEAS DE ACCIÓN

Para alcanzar los objetivos planteados se establecen **líneas de acción**, las que muestran en el siguiente esquema que destaca los niveles de vinculación.



CAPÍTULO CUATRO

METODOLOGÍA

DE

TRABAJO

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio es una investigación educativa, con un enfoque holístico, centrado en la construcción de un instrumento de evaluación que permita medir los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias, en el área de las Ciencias Básicas, el cuál se aplica a los estudiantes del tercer año, de la carrera de Ingeniería, de la Universidad de Mendoza. Se trata de una prueba que servirá como modelo para futuras evaluaciones, dentro o fuera del área de las Ciencias Básicas.

Un instrumento de evaluación con las características del que se propone en esta investigación se considera innovador en el contexto en el que se aplica. Se respalda en el modelo pedagógico didáctico que poseen los test ACCEDE (*) que aplica la agencia acreditadora de titulaciones en Argentina a los alumnos a punto de egresar, los que fueran analizados en el trabajo presentado para la obtención del DEA ¹².

La realización del presente estudio atiende dos aspectos:

 **El instrumento, su construcción y validación.**

 **La aplicación del instrumento.**

(*) ACCEDE: Instrumento para el Análisis de Contenidos y Competencias de que Efectivamente disponen los Estudiantes

¹² Nuñez, A.M., (2.006); *Pruebas estandarizadas que evalúan aprendizajes efectivos a través de la resolución de problemas y planes de estudio*; Memoria para la obtención del DEA; España; Universidad de Granada.

4.11. EL INSTRUMENTO, SU CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN

Para la construcción del instrumento de evaluación, se sigue la línea de trabajo de Buendía y Salmerón (1.994)¹³, procediendo como se indica a continuación:

- a. Realización de las consideraciones preliminares a la construcción de la prueba, es decir: declaración de los propósitos; determinación de las áreas de contenido; definición del grupo a evaluar; detalle de los involucrados en el trabajo.
- b. Preparación y revisión de los conceptos y competencias de las disciplinas consideradas, en función a los aprendizajes fundamentales definidos para el área de conocimiento implicada.
- c. Planificación adicional de la prueba, es decir selección de objetivos, contenidos y competencias de la prueba; determinación de los redactores de ítems, o de la bibliografía de la cual se han de obtener.
- d. Primera redacción de los ítems, estableciendo los diferentes conceptos y competencias que aborda cada uno y las habilidades requeridas para su resolución en relación a lo que se pretende medir con ellos.
- e. Validación de contenido a través del análisis de especialistas; determinando los aspectos a validar para cada ítem: coherencia, representatividad, calidad técnica; construyendo el instrumento de observación para el juez; y realizando el análisis de los resultados.
- f. Revisión de ítems, a partir de los resultados obtenidos en la validación antes descripta.
- g. Examen de campo de los ítems y ensamble de la prueba.

El examen de campo para detectar los ítems defectuosos, chequear sesgos, determinar índices de dificultad.

El ensamble de la prueba en cuanto a la determinación de la longitud y del número de problemas a incluir, el cuaderno de respuestas y las claves de puntuación.

¹³ Buendía Eisman, L. y Salmerón Pérez, H, (1.994).; *Construcción de Pruebas Criteriales de Aula*; Revista Investigación Educativa N° 23

Sin embargo, cabe destacar que el instrumento elaborado se enmarca en el modelo pedagógico didáctico de los test ACCEDE, por lo tanto, en los pasos mencionados anteriormente se subordina el accionar a las definiciones documentadas para las pruebas estandarizadas que elabora la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) para la acreditación de carreras de grado en Argentina.

Por otro lado, en la construcción de la prueba se tienen en cuenta ciertas características que son necesarias para realizar el correcto ajuste de los procedimientos y las técnicas de elaboración del instrumento, con el objeto de focalizar el uso que se va a dar a la prueba y la información que se pretende extraer de su aplicación: el objeto de medida, la población a la cual va dirigida la prueba, la finalidad y uso de la prueba, y las características interpretativas de las puntuaciones asignadas.

4.1.1. PROCESO DE VALIDACIÓN

El proceso de validación comprende dos etapas:

- i. Validación de los componentes de la prueba**
- ii. Validación del instrumento**

Las que se describen a continuación.

i. Validación de los componentes de la prueba

Esta instancia representa el proceso mediante el cual se validan:

- ✓ **Competencias y elementos de competencias**
- ✓ **Contenidos disciplinares**

Seleccionados para la construcción del instrumento de evaluación.

Competencias y elementos de competencias

La selección de competencias y elementos de competencias a considerar en la prueba se realiza por consulta a expertos a través de encuestas de opinión.

Inicialmente se realiza una primera selección de competencias y elementos de competencias, tomando como marco de referencia las definiciones de CONEAU para las pruebas ACCEDE y las prescripciones de CONFEDI.

El proceso se lleva cabo a través de la aplicación de una encuesta de opinión realizada a los titulares de las asignaturas del área de las Ciencias Básicas. La información suministrada por esta encuesta se sistematiza, se realiza el análisis de resultados y luego se elabora un listado con esta primera selección de competencias y elementos de competencias.

Luego, se planifican y realizan reuniones con los demás docentes del área que no participaron como jueces en esta selección, con el objeto de que puedan discutir, debatir y ajustar el listado de competencias seleccionadas, para posteriormente enunciarlas con un criterio acorde, tanto al proceso formativo, como al perfil del estudiante de la Institución. El producto logrado es un nuevo listado de potenciales competencias, que a criterio del grupo pueden ser sometidas a verificación a través de una prueba.

Inmediatamente se procede a la validación de este potencial listado de competencias y elementos de competencias para la prueba. Para ello se aplica otra encuesta de opinión a los mismos jueces que participaron en la primera selección. En ella, los expertos deben manifestar su opinión en función al grado de acuerdo o desacuerdo en relación a la **pertinencia**, entendiendo como tal “la medida en que cada elemento de competencia, tal y como está enunciado, es representativo del área de las Ciencias Básicas y en consecuencia es factible de ser sometido a verificación por medio de una prueba”. Siempre teniendo en cuenta que el contexto es la formación de fundamento de las carreras de ingeniería de la Universidad de Mendoza.

Para la valoración los jueces disponen de una escala con un intervalo entre 0 y 1 dividida en cinco valores: 0; 0.25; 0.50; 0.75 y 1 correspondiéndose cualitativamente el

0 con un total desacuerdo y el 1 con un total acuerdo. De la valoración realizada por los expertos se calcula la congruencia entre las evaluaciones interjueces, para estimar aquellas que obtengan un índice de congruencia superior a 0.75, el grupo resultante conforma el listado de competencias y elementos de competencias que se tiene en cuenta para la construcción de la prueba.

El proceso completo se describe en el capítulo quinto del presente trabajo que corresponde a la investigación.

Contenidos disciplinares

La selección de contenidos a incluir en la prueba se realiza por consulta a expertos a través de reuniones de trabajo.

Paralelamente al proceso de selección de competencias, se lleva a cabo el proceso de **selección de contenidos** a evaluar. Para ello se realizan reuniones con los Docentes de la subárea Física, en las cuales se debate la importancia de seleccionar unos conceptos sobre otros, a la vez que se analiza el aporte de la Matemática a esos temas.

El producto logrado de estas reuniones con los docentes de Física es una primera selección de contenidos, los que posteriormente se someten a discusión por parte de los docentes de las asignaturas de la subárea Matemática en una nueva reunión.

Concluida la etapa de reuniones con docentes de ambas subáreas y en función a las conclusiones obtenidas, se confecciona un listado con los contenidos finalmente seleccionados, y se acuerda con los docentes que los temas escogidos son adecuados para incluir en la prueba, en función a los objetivos de la misma.

Los docentes consultados son considerados expertos para realizar este tipo de determinaciones, ya que son ellos los que están en el aula con el alumno que se quiere evaluar, y saben el grado de importancia con el cual abordan unos contenidos respecto de otros.

El proceso completo se describe en el capítulo quinto del presente trabajo que corresponde a la investigación.

ii. Validación del instrumento

La validación del instrumento consta a su vez de dos etapas:

- ✓ **Validación de contenido**
- ✓ **Validación en campo.**

Las que se describen a continuación.

Validación de contenido

La validación de contenido se realiza a través del análisis de especialistas los cuales juzgan para cada ejercicio o problema con posibilidades de ser incluido en la prueba: coherencia, representatividad y calidad técnica.

- **Coherencia:** Expresa la cantidad de relación entre cada ítem, tal y como está enunciado, y la conducta que se pretende observar a través del mismo.
- **Representatividad:** Indica la medida en que el ítem, tal y como está enunciado, es pertinente con respecto a los conceptos y competencias que aborda.
- **Calidad técnica:** Es el grado en que el lenguaje utilizado (coloquial, simbólico y/o gráfico) en la expresión de cada ítem, no presenta sesgos que puedan inducir a error o confusión en la interpretación del enunciado.

La escala utilizada por los jueces posee una amplitud entre 0 y 1, dividida en cinco valores: 0; 0.25; 0.50; 0.75 y 1 los que se corresponden cualitativamente con POBRE; REGULAR; BUENO; MUY BUENO y EXCELENTE.

De la valoración realizada por los expertos se calcula la congruencia entre las evaluaciones interjueces para estimar aquellas que obtengan en Coherencia, un índice de congruencia superior a 0.75 y mejorar la representatividad y calidad técnica del conjunto resultante. En este sentido, junto a la valoración respecto a Representatividad y Calidad Técnica, cada juez tiene la oportunidad de brindar sus aportaciones al respecto.

Para realizar la valoración de contenido, se provee a los jueces de una base de datos con los ítems, en la cual, para cada uno se mencionan los contenidos disciplinares que abarca, los criterios de corrección, las competencias e indicadores en relación a lo que se pretende observar en el alumno. Cada uno de los ítems es un problema que el alumno debe resolver, y puede contener más de una pregunta o subproblema.

Se considera relevante destacar que antes de someter los problemas a la valoración de contenido por parte de los expertos, se realiza por un lado, la selección de competencias representativas del área de las Ciencias Básicas en función a las prescripciones de CONEAU y de CONFEDI, y por otro lado, la validación de las competencias enunciadas para el presente estudio y que son las que se someten a verificación a través del instrumento. Proceso que se menciona más minuciosamente en el próximo apartado.

Validación en campo

La validación en campo se realiza seleccionando al azar un grupo de estudiantes de la población a la cual va dirigida la prueba, de tal forma que se incluyan alumnos de las cinco especialidades de ingeniería que imparte la unidad académica. Esto se realiza con el objeto de controlar lo mejor posible las diferencias que se puedan manifestar en el momento de abordar y resolver un problema, en función a las características propias del perfil de cada titulación.

No se elaboran pruebas modelo para esta instancia de validación, sino que se someten a validación cada uno de los problemas. Se suministra a los alumnos el conjunto de problemas que ya han superado la instancia de validación de contenido, en función a las realizaciones obtenidas se calculan el índice de dificultad y el índice de discriminación.

- “**Índice de dificultad**”: indica el grado de dificultad que tienen los alumnos para resolver cada situación.

Para calcular el índice de dificultad se adopta en este trabajo la referencia al número de errores a través de la expresión:

$$I_d = \frac{E}{n}$$

En donde I_d es el índice de dificultad, E el número de errores en el problema, n número total de alumnos

La escala que suele considerarse en el ámbito educativo es:

Índice de dificultad $< 0,15 \Rightarrow$ muy fácil

Índice de dificultad entre 0,15 y 0,40 \Rightarrow fácil

Índice de dificultad entre 0,40 y 0,60 \Rightarrow normal

Índice de dificultad entre 0,60 y 0,85 \Rightarrow difícil

Índice de dificultad $> 0,85 \Rightarrow$ muy difícil

En el presente estudio se consideran con posibilidades de integrar la prueba, aquellos problemas cuyo índice de dificultad varíe entre 0,40 y 0,60.

También se realiza la revisión de aquellos problemas en los cuales el índice de dificultad es demasiado alto (mayor a 0,85) para detectar si presenta fallas de calidad técnica, o cualquier otro rasgo significativo.

- “**Índice de discriminación**”: una situación discrimina si diferencia entre los alumnos competentes y los incompetentes en la resolución.

Para calcular el índice de discriminación en este trabajo se utiliza el criterio de los tres tercios. Se clasifican las respuestas de los alumnos en tres grupos: A_A los que obtienen mayor puntuación en el total de los problemas presentados, A_B los que obtienen mediana puntuación y A_C los de menor puntuación.

El índice de discriminación de cada problema “i” se calcula:

$$D_i = \frac{A_A - A_C}{n}$$

Donde, A_A es el número de aciertos en el problema “i” del tercio superior, A_C es el número de aciertos en el problema “i” del tercio inferior y n es el número total de alumnos.

La escala que suele considerarse en el ámbito educativo es:

Índice de discriminación $< 0,20 \Rightarrow$ no discrimina

Índice de discriminación entre $0,20$ y $0,30 \Rightarrow$ discrimina de forma regular

Índice de discriminación entre $0,30$ y $0,40 \Rightarrow$ discrimina bien

Índice de discriminación $> 0,40 \Rightarrow$ discrimina muy bien

En el presente trabajo se consideran con posibilidades de integrar la prueba, aquellos problemas cuyo índice de discriminación sea mayor a $0,30$.

El producto de la validación de campo es el conjunto definitivo de problemas que tienen posibilidad de integrar la prueba.

4.1.2. LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Construido y validado el instrumento de evaluación, cobra significado cuando es factible de llevarse a la práctica en el grupo seleccionado. Pues, la interpretación de los resultados aporta la información necesaria para realizar los ajustes en el proceso de instrucción que conlleven a mejorar la calidad educativa.

4.1.2. 1 DEFINICIÓN DE LA VARIABLE

Con respecto a la interpretación de los resultados obtenidos, se define la variable:

“Capacidad para integrar conceptos y competencias”: Cuánto sabe el alumno de cada disciplina y en que modo puede integrar ese saber en diferentes contextos, en relación al nivel de calidad exigible ya definido.

Es pertinente señalar que en el marco del presente estudio se trabaja en el área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física; las que poseen un elevado nivel de significación en la formación de fundamento de un estudiante de ingeniería.

4.1.2. 2 PROCESO DE DEFINICIÓN DE COMPETENCIAS

Para la definición de las competencias del área que remiten a la variable definida en este trabajo, se procede de la siguiente forma:

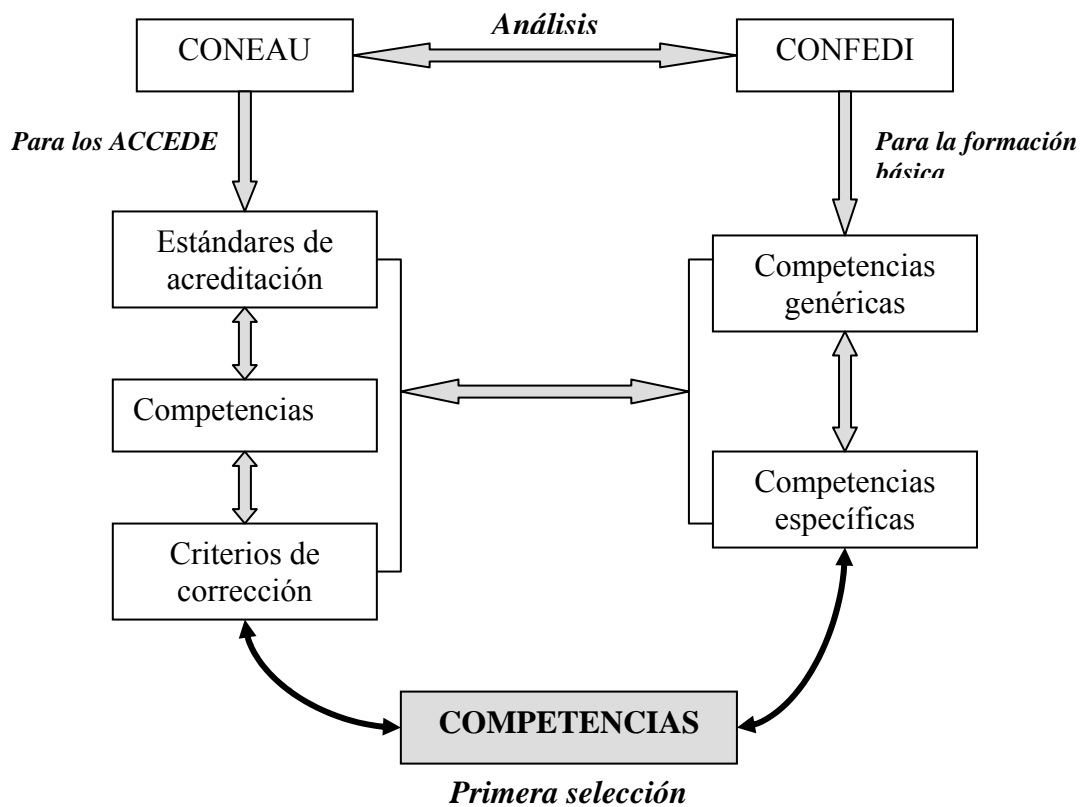
- Primero se analizan las definiciones de CONEAU para las pruebas ACCEDE, y las prescripciones que realiza el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) para las carreras de Ingeniería. El producto de este análisis es una primera selección de competencias y elementos de competencias, las que son validadas por juicio de expertos a través de una encuesta de opinión.

- Una vez sistematizada la información recogida en la encuesta y concluida la primera selección de competencias, se realizan reuniones con los expertos participantes y otros docentes del área, para discutir, debatir y realizar un listado de competencias acorde, tanto al proceso formativo, como al perfil del estudiante de la Institución. Este listado de competencias, que a criterio del grupo participante pueden ser sometidas a verificación a través de una prueba, es validado por juicio de expertos a través de una nueva encuesta de opinión.

Analizada la información recogida se continúa con la estructuración del resto de los componentes necesarios para la construcción de los ejercicios y problemas a incluir en la prueba.

Primera selección de competencias

El siguiente diagrama esquematiza el análisis de la documentación que proporcionan CONEAU y CONFEDI, que conlleva a la primera selección de competencias.



Documentación suministrada por la agencia acreditadora (CONEAU) para la elaboración de las pruebas ACCEDE:

- a. Estándares de acreditación.
- b. Competencias.
- c. Criterios de corrección.

a. Estándares de acreditación

Los **estándares de acreditación**, de la Resolución N° 1232/01, que fueron sometidos a verificación en los ACCEDE aplicados en la acreditación de Ingeniería en Electrónica fueron los que muestran en la tabla 4.1.:

Tabla 4.1 – Estándares de acreditación del ACCEDE

Estándares de acreditación que efectivamente se sometieron a verificación en el ACCEDE	
Estándar II.5	En el Plan de Estudios los contenidos deben integrarse horizontal y verticalmente. Así mismo deben existir mecanismos para la integración de docentes en experiencias educacionales comunes.
Estándar II.8	El Plan de Estudios debe incluir actividades de resolución de problemas de ingeniería, reales o hipotéticos en las que se apliquen los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías.

Se destaca en el cuadro de estándares las partes enunciadas que si bien son transversales, implican explícitamente a las Ciencias Básicas.

b. Competencias

La tabla de especificaciones, para la confección de los ACCEDE destinados a la acreditación de Ingeniería en Electrónica, mostraron las siguientes **competencias** para la producción de problemas a incluir en los instrumentos: Tabla 4.2..

Este listado forma parte de la encuesta que se realiza a los expertos del área de las Ciencias Básicas.

Tabla 4.2 – Competencias definidas por CONEAU

Competencias definidas por CONEAU para la confección del ACCEDE	
Formación lógico deductiva	Comprensión de conceptos y principios matemáticos Conocimientos de expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza Empleo de las expresiones cuantitativas en la ingeniería Modelización de los fenómenos de la naturaleza Profundidad en la fundamentación teórica Rigurosidad en la fundamentación teórica
Formación experimental de laboratorio	Diseño de experimentos Toma de muestras Análisis de resultados Habilidades prácticas en la operación de equipos Instrucción sobre procedimientos de seguridad
Resolución de problemas de ingeniería	Identificación creativa del conocimiento en ciencias básicas Aplicación de conocimientos de ciencias básicas Aplicación creativa del conocimiento en tecnologías
Experiencia en actividades de proyecto y diseño de sistemas, o componentes o procedimientos	Aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas Aplicación integrada de conceptos fundamentales de tecnologías Aplicación integrada de conceptos fundamentales de economía y gerenciamiento Consideración del impacto social
Capacidad para la toma de decisiones	Capacidad de relacionar diversos factores Análisis de factibilidad y de alternativas Conciencia de la responsabilidad social Capacidad para el trabajo en equipo
Habilidades para la comunicación escrita	

c. Criterios de corrección

CONEAU establece como **criterios de corrección** para las pruebas ACCEDE los siguientes:

- Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.
- Cálculo o cálculo analítico
- Capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.

Documentación proporcionada por CONFEDI para el ciclo general de conocimientos básicos en Ingeniería:

- a. Competencias genéricas, tabla 4.3
- b. Competencias específicas, tabla 4.4. Las competencias específicas corresponden a las distintas áreas y subáreas de formación y las genéricas son transversales.

a. Competencias genéricas

Tabla 4.3 – Competencias genéricas definidas por CONFEDI

Competencias genéricas definidas por CONFEDI	
Competencias sociales	<p>Trabajar en equipo a partir de la construcción de metas comunes a través de un entendimiento interpersonal y en forma comunicativa.</p> <p>Participar en actividades culturales, sociales, políticas y docentes que contribuyan a la formación de juicio crítico y toma de decisión.</p> <p>Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones complejas haciendo uso de las capacidades adquiridas.</p>
Competencias metodológicas	<p>Sistematizar la información de los distintos sectores de la institución educativa con autonomía y posibilidad de establecer criterios de prioridad.</p> <p>Planificar la actuación como estudiante a partir de la organización de los tiempos, las tareas, plan de estudios y características de la carrera.</p> <p>Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones propias de la complejidad institucional haciendo uso de las herramientas técnicas adquiridas.</p> <p>Buscar, seleccionar y utilizar estratégicamente los recursos disponibles para el estudio.</p> <p>Modificar intencional y conscientemente la estrategia de aprendizaje a partir de la detección de las propias dificultades.</p> <p>Resolver problemas a partir del uso estratégico y heurístico de los saberes construidos.</p> <p>Manejar tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la resolución de problemas y construcción de nuevos aprendizajes.</p> <p>Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos.</p>
Competencias científico - técnicas	<p>Relacionadas con el lenguaje simbólico:</p> <p>Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.</p> <p>Utilizar sistemas de representación gráfica.</p> <p>Relacionadas con la resolución de problemas:</p> <p>Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes.</p> <p>Relacionadas con modelos de simulación:</p> <p>Identificar y aplicar la información correspondiente a cada situación.</p> <p>Utilizar modelos de simulación simples de situaciones reales o hipotéticas.</p> <p>Relacionadas con los laboratorios</p> <p>Manipular instrumental de laboratorio para realizar experiencias.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para inferir y verificar leyes, comprender fenómenos y efectuar mediciones.</p>

Este listado forma parte de la encuesta que se realiza a los expertos del área de las Ciencias Básicas.

b. Competencias específicas

Tabla 4.4 – Competencias específicas definidas por CONFEDI

Competencias específicas definidas por CONFEDI	
Matemática	Planificar y ejecutar estrategias para la resolución de problemas relacionados con Matemática. Utilizar modelos simples de matemática, como aproximación de la realidad física, para el abordaje de situaciones problemáticas. Aplicar álgebra lineal a las diferentes situaciones problemáticas. Aplicar geometría analítica (en el plano y en el espacio) a diferentes situaciones problemáticas. Aplicar ecuaciones diferenciales a diferentes situaciones problemáticas. Aplicar métodos numéricos a diferentes situaciones problemáticas. Utilizar, interpretar y elaborar diferentes representaciones utilizando distintos registros y lenguajes: tablas numéricas a partir de conjuntos de datos, gráficas o expresiones funcionales, teniendo en cuenta el fenómeno al que se refieren. Utilizar, tecnología informática para el análisis y la resolución de problemas vinculados con Matemática.
Física	Aplicar leyes de la física para la interpretación de fenómenos experimentales. Aplicar las leyes de la física para la resolución de problemas. Utilizar modelos de simulación simples relacionados con los distintos principios de la física. Realizar prácticas de laboratorio infiriendo y verificando leyes, comprendiendo fenómenos y efectuando mediciones. Producir e informar resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.

Las competencias específicas que prescribe CONFEDI no son negociables, hay que desarrollarlas en el período correspondiente a la formación de fundamento del alumno. Por este motivo no son sometidas a selección alguna en la encuesta de opinión que se realiza a los expertos del área.

Ahora bien, es imposible en una prueba abarcar la totalidad de los componentes antes mencionados, por este motivo se hace necesario la selección de competencias que se consideran fundamentalmente pertinentes al área.

Se incorporan a los anexos a este trabajo, el modelo de encuesta de opinión y las respuestas de los expertos del área respecto a esta primera selección de competencias y elementos de competencias.

La sistematización de los datos recogidos a través de la encuesta realizada a los expertos del área en la Universidad de Mendoza y la interpretación de los mismos se desarrollan en el capítulo quinto del presente trabajo, que corresponde a la investigación.

Enunciación de competencias

Sistematizados los datos recogidos en la encuesta, y realizadas las reuniones necesarias con los responsables del área en la Universidad de Mendoza, para debatir y discutir la selección resultante, se realiza una potencial determinación de las competencias y de los elementos de competencias que pueden someterse a verificación a través de la prueba que es objeto de estudio del presente trabajo, con ellas se confecciona la siguiente tabla:

Tabla 4.5 – Listado potencial de competencias para la prueba

Competencias		
Formación lógica deductiva	Resolución de problemas	Habilidades para la comunicación escrita
<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconocer expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza. ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo explica. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Identificar y establecer relaciones entre los elementos y las variables involucradas en un problema. ● Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. ● Utilizar sistemas de representación gráfica. ● Producir e informar resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.

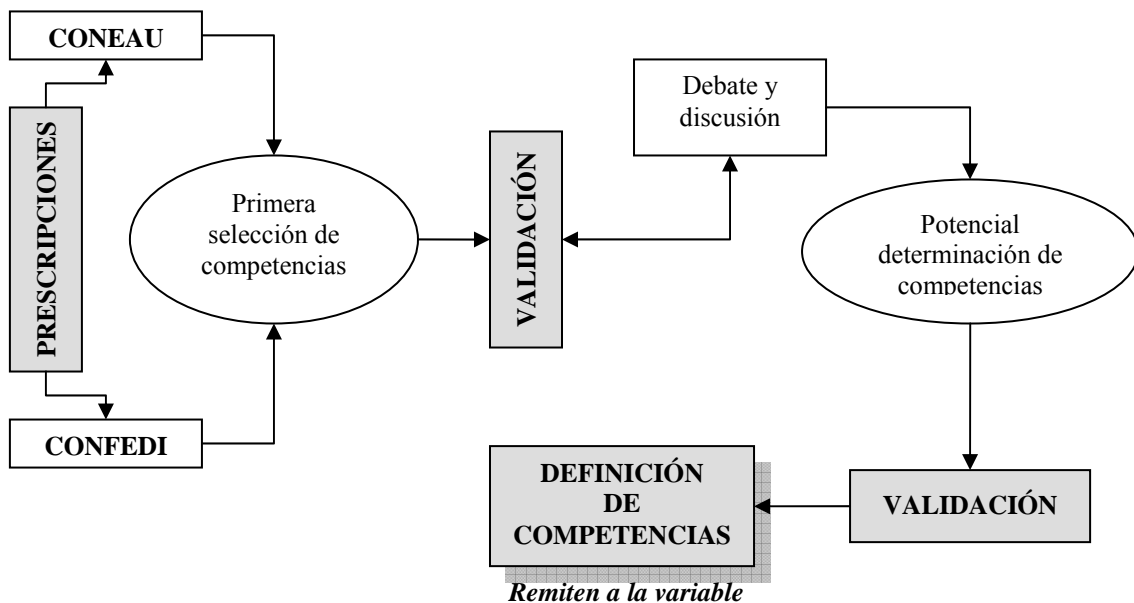
Luego, se realiza una instancia de valoración por juicio de expertos, para definir aquellas que se consideran pertinentes al área y factibles de ser consideradas en el presente trabajo para la construcción de la prueba. Para lo cual, se recurre a una encuesta de opinión.

De la valoración realizada por los expertos se obtiene como producto un grupo resultante de competencias y elementos de competencias, es el que se define para la elaboración de ejercicios y problemas a incluir en la prueba y son las que remiten a la variable definida: “Capacidad para integrar conceptos y competencias”.

Se anexan a este trabajo tanto el instrumento suministrado a los jueces como la sistematización de las respuestas obtenidas.

En el capítulo quinto correspondiente a la investigación, se incorpora el análisis de los resultados de la valoración.

El siguiente diagrama esquematiza el camino recorrido para la definición de las competencias y elementos de competencias que se consideran en el presente estudio.



Ahora bien, para ser coherente con los procedimientos empleados por la agencia acreditadora CONEAU, las competencias y elementos de competencias definidos se concentran en función a los criterios de corrección, los que han sido definidos previamente por la agencia acreditadora para las pruebas ACCEDE.

El siguiente cuadro, tabla 4.6, muestra el resultado de lo antedicho:

Tabla 4.6 – Competencias seleccionadas para la prueba

Variable: “Capacidad para integrar conceptos y competencias”		
<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Un alumno posee conocimientos fundamentales en el área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, y es capaz de integrarlos horizontal y verticalmente en diversas situaciones si:</i> 		
	Criterios de corrección definidos por CONEAU	Elementos de Competencias
Formación lógico – deductiva	Respecto al Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprende los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconoce las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	Respecto al Cálculo o cálculo analítico (Capacidad para realizar cálculo o cálculo analítico en la resolución de un problema)	<ul style="list-style-type: none"> ● Establece relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. ● Establece relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	Respecto a la capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.	<ul style="list-style-type: none"> ● Maneja el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. ● Utiliza sistemas de representación gráfica.

En la parte correspondiente a la investigación, capítulo cinco del presente estudio, se definen los conceptos de las asignaturas del área de las Ciencias Básicas que sirven de fundamento y soporte a las competencias mencionadas, los que permiten la determinación de los indicadores. Además, con la selección de contenidos y competencias a considerar en la prueba se elabora una tabla de especificaciones, en la cual se ponen en relación contenidos y competencias.

Es pertinente señalar que los problemas a incluir en el instrumento son fundamentalmente provenientes de la Física, ya que se considera que el lenguaje de esta ciencia es la Matemática.

Lo antedicho se fundamenta en que la idea macro que origina la meta de este estudio, es que el instrumento sirva de modelo para evaluar el nivel de adquisición de conceptos y competencias y la capacidad del alumno para integrarlos en diferentes contextos.

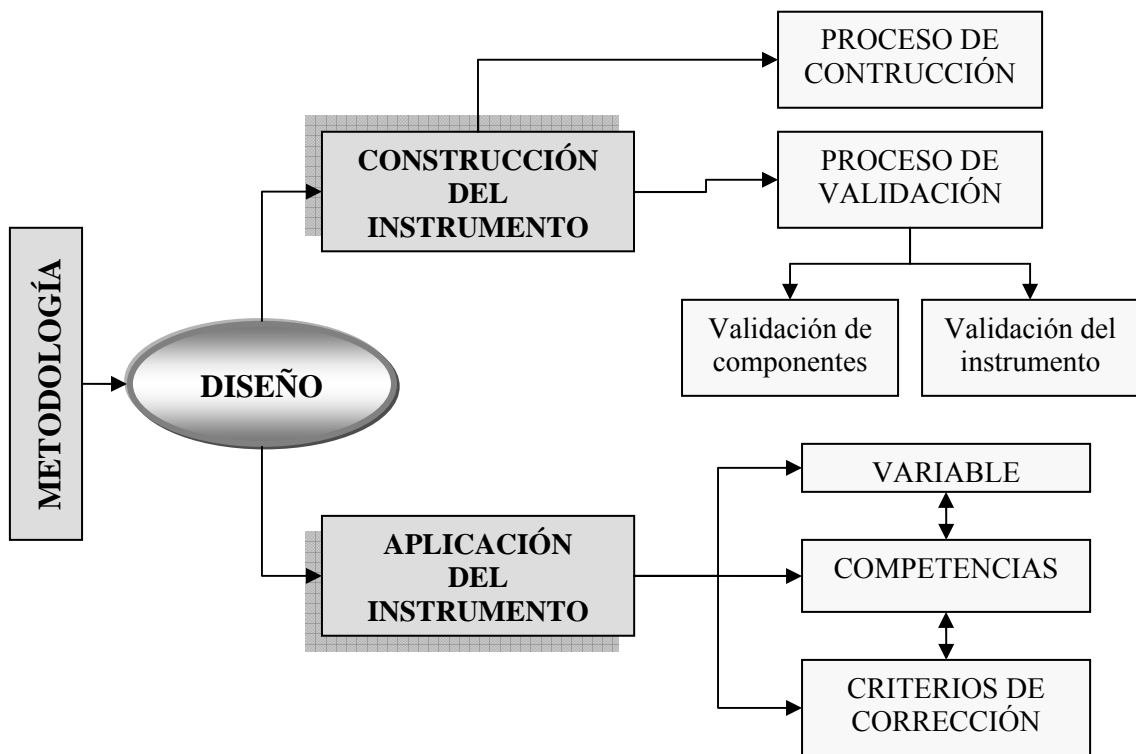
Para un futuro ingeniero, los conceptos matemáticos puros no son significativos, al contrario, es, en la interpretación y aplicación de éstos conocimientos donde cobra relevancia la Matemática, y la Física es la ciencia experimental que requiere de estos saberes prácticos.

Siempre teniendo como horizonte el hecho de que las Ciencias Básicas en su conjunto, aportan los fundamentos para las Tecnologías Básicas y las Tecnologías Aplicadas que el alumno debe desarrollar en el transcurso del ciclo superior de la carrera.

El proceso completo de construcción y validación del instrumento de evaluación que es objeto de estudio en el presente trabajo, se describe en el capítulo quinto.

Ahora bien, una vez finalizada la etapa de construcción y validación del instrumento, se aplica la prueba. Los resultados obtenidos por los alumnos se sistematizan con el software SPSS, lo que permite el cálculo de los estadísticos y las representaciones gráficas que permitan interpretar estos resultados.

El siguiente esquema muestra sintéticamente el recorrido expuesto en el diseño de la investigación:



4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Ya elaborado el instrumento de evaluación es aplicado en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza, a los alumnos que cursan tercer año de las carreras de ingeniería en las diferentes especialidades en el año 2.007, y que además han rendido y aprobado las asignaturas del área de las Ciencias Básicas.

Al realizar el relevamiento de los 141 alumnos inscriptos en tercer año en el ciclo lectivo 2.007-2.008, para evaluar aquellos que a setiembre de 2.007 han rendido y aprobado las asignaturas del área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, se observa que un número muy elevado no cumple estas condiciones para ser examinado a través de la prueba en cuestión.

Por ese motivo, considerando a este mismo grupo de alumnos, se espera a febrero de 2.008, fecha en la cual esta programada la aplicación de la prueba, en esta instancia se observa que algunos alumnos han completado a esta fecha el grupo de materias requeridas aprobadas, pero no todos.

Por este motivo, se establece:

Población: 141 (ciento cuarenta y uno) alumnos, de las cinco especialidades de ingeniería, que cursan en el ciclo 2.007 el tercer año.

Muestra: 80 (ochenta) alumnos que a febrero de 2.008, han rendido y aprobado las asignaturas del campo disciplinar que abarca la prueba.

4.3. VIABILIDAD, RECURSOS Y LIMITACIONES

Se considera que el estudio propuesto es viable, debido a que, por un lado, no requiere de erogaciones que puedan afectar de modo negativo a la realización de las acciones tendientes al cumplimiento de los objetivos propuestos.

Por otro lado, la investigadora es parte del plantel docente del área de las Ciencias Básicas, lo que facilita la comunicación con sus colegas, y favorece el trabajo en equipo que se requiere en el marco del trabajo propuesto.

Además, las autoridades valoran positivamente este estudio, ya que el valor agregado del mismo es el aporte que realiza al análisis del impacto de las políticas educativas puestas en práctica desde hace unos años, tendientes a la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje, fundamentalmente en el área de las Ciencias Básicas.

Desde este punto de vista institucional, se cuenta con el apoyo incondicional de los responsables del gobierno de la Unidad Académica, lo que da respaldo a las acciones que se programan con los distintos miembros de la comunidad educativa.

Desde la perspectiva de la didáctica de las Ciencias y la Tecnología, la problemática de la evaluación es una temática actual, fundamentalmente cuando se pretende realizar una valoración de los niveles de adquisición e integración de conceptos y competencias. Y más aun, si se encuadra en carreras universitarias como las ingenierías, que son las que poseen un perfil científico y tecnológico muy fuerte, tanto en los aspectos curriculares, como en lo relativo al desempeño profesional.

En el trabajo presentado por Alicia Arese y otras (2.002), para el Congreso Latinoamericano de Educación Superior del Siglo XXI, se define al ingeniero *como aquel profesional que resuelve problemas creativamente utilizando todo su conocimiento, destrezas y habilidades, información y recursos disponibles.*

Los conocimientos carecen de utilidad si el ingeniero no cuenta con las habilidades intelectuales para manejarlos en contextos variados y novedosos.

Aprender conceptos, rutinas de cálculo o procedimientos de operación sin entenderlos, no capacita para enfrentar la práctica profesional. Para enfrentar el mundo real, la práctica, el futuro o el cambio, es necesario desarrollar habilidades de razonamiento.

Las habilidades de pensamiento sirven tanto para aprender nuevos conocimientos como para manejar los conocimientos ya aprendidos en la solución de los problemas. A mayor desarrollo de las habilidades de pensamiento, mejor manejo de conocimientos, y pensar es manejar el conocimiento.

El trabajo antes mencionado fue elaborado en relación a las bases para la definición de los estándares de ingeniería enunciados en la resolución 1232/02, que hasta hoy está vigente en las instancias de acreditación de las carreras de ingeniería en Argentina. Y pone de manifiesto la importancia, tanto de la adquisición, como de la integración de conceptos y competencias científicas y tecnológicas en la formación de un profesional de la ingeniería.

En este sentido, el estudio que se lleva adelante se considera viable y de utilidad en el contexto regional, pues la problemática que da origen al mismo, es compartida por las distintas universidades del país que imparten carreras de ingeniería.

Con respecto a los recursos a emplear, provienen: del aporte de la institución en cuanto a los materiales a utilizar por los docentes que participan del estudio, y de la propia investigadora en lo que respecta a la producción del trabajo en sí. Sin embargo, cabe destacar que no son necesarios aportes cuantiosos, ya que el mayor coste en este trabajo es en tiempo de labor de corte intelectual, y los docentes que intervienen lo hacen como parte de su dedicación académica en la institución.

Ahora bien, se puede decir que el presente estudio posee algunas limitaciones. Si bien se construye una prueba modelo, está orientada al área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física para ingeniería, en el contexto del currículo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza. Lo que de ningún modo disminuye su carácter de modelo, ya que las competencias enunciadas pueden ajustarse tanto dentro

de la misma área de saber, como a las Tecnologías Básicas, o a otros campos de conocimiento, debido a su formulación genérica.

A la vez, los contenidos disciplinares seleccionados en esta instancia, son solamente el sustento de las competencias y de los criterios de desempeño propuestos, por lo cual dentro de la mismas subáreas pueden variar en función al currículo de cualquier institución formadora de ingenieros.

La limitación que puede destacarse está en el alcance de las competencias, ya que no son suficientemente abarcativas a las tecnologías aplicadas, área de conocimiento que completa el currículo y en la cual converge toda la formación de fundamento de un futuro profesional de la ingeniería.

De todas formas, el camino seguido en la construcción del instrumento puede ser considerado en la elaboración de pruebas de características similares, con referencia criterial, sustentadas en un modelo de ciencia centrado en el aprendizaje, modelo de enseñanza por competencias, con énfasis en el desempeño para resolver problemas interdisciplinarios que requieran de la adquisición e integración de conocimientos.

CAPÍTULO CINCO

LA INVESTIGACIÓN

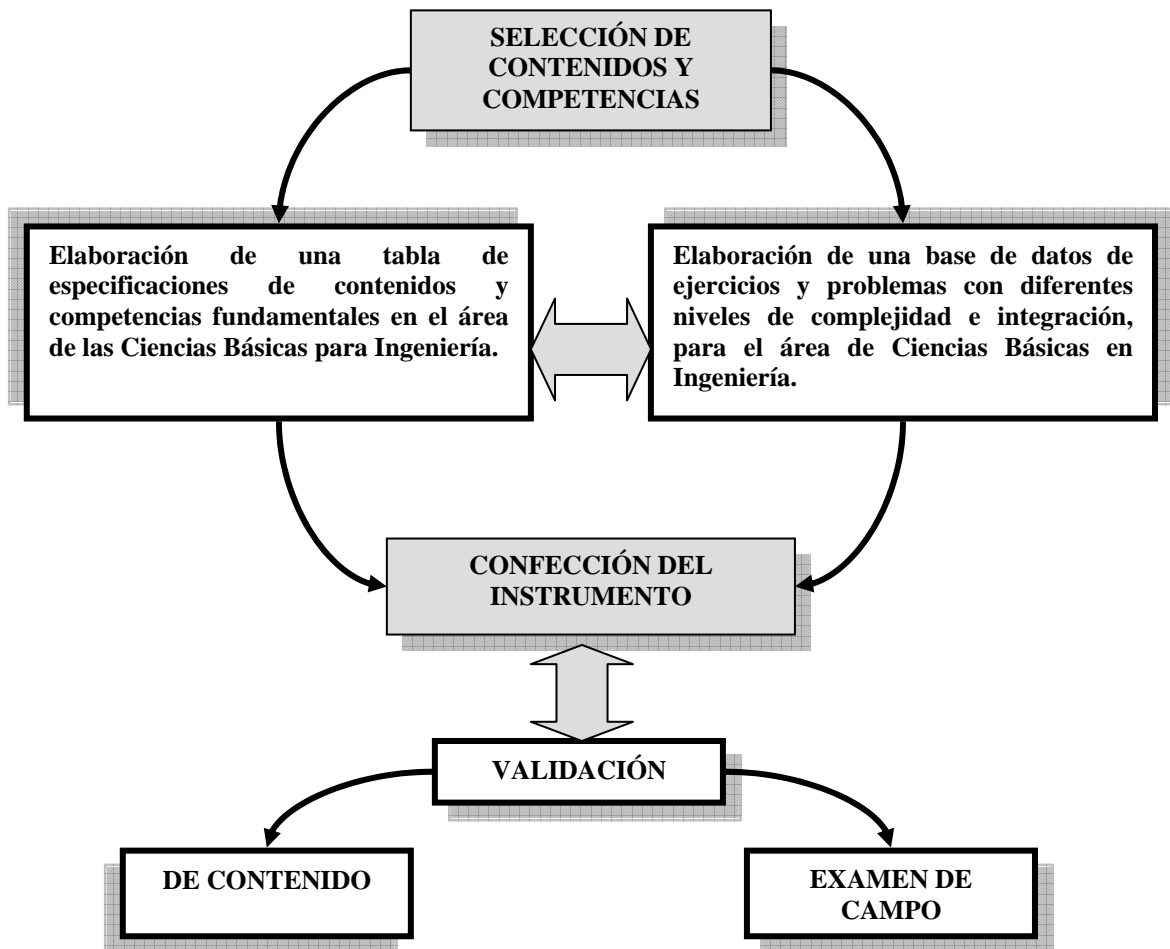
PRIMERA PARTE

EL INSTRUMENTO, SU CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN

EL INSTRUMENTO, SU CONSTRUCCIÓN Y VALIDACIÓN

En la construcción y validación del instrumento de evaluación, en función al cumplimiento de los objetivos de la presente investigación, se analizan los contenidos esenciales del área de las Ciencias Básicas, se definen las competencias fundamentales, se realiza la búsqueda de ejercitación apropiada, la confección del test y su validación tanto a nivel de expertos como de campo.

El siguiente diagrama ilustra sintéticamente el camino recorrido.



Las acciones se llevan a cabo procediendo en concordancia con las pautas de trabajo para la construcción y validación de un instrumento de evaluación con referencia criterial, seguidas por Buendía y Salmerón (1.994)¹³.

5.1. CONSIDERACIONES PRELIMINARES

La realización de las consideraciones preliminares a la construcción de la prueba implica: declaración de los propósitos; determinación de las áreas de contenido; definición del grupo a evaluar; detalle de los involucrados en el trabajo.

5.1. DECLARACIÓN DE LOS PROPÓSITOS DE LA PRUEBA

La instancia de acreditación de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad de Mendoza, en el año 2.003, puso de manifiesto fortalezas y debilidades en la formación de los alumnos.

En cuanto a las debilidades detectadas, fue motivo de preocupación los bajos resultados que obtuvieron los alumnos a punto de egresar en los test estandarizados que aplica la agencia evaluadora.

Los mencionados test, ACCEDE (Instrumento para el Análisis de Contenidos y Competencias de que Efectivamente disponen los Estudiantes), fueron analizados en la Memoria para la Obtención del Diploma de Estudios Avanzados.

Según la agencia evaluadora CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria) los resultados de estas pruebas ponen en evidencia la dificultad de los alumnos para integrar conceptos de distintas áreas de conocimiento. Sembrando dudas acerca de la articulación e integración de contenidos de diferentes disciplinas, por lo cual, sugiere revisar los mecanismos de evaluación que aplica la Institución, pues no denotan efectividad, evidenciando fallas en la adquisición de conceptos y competencias en la formación del alumno.¹⁴

¹⁴ CONEAU, (2.003) ; *Resolución 487/03*; Acreditación de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza; Argentina; Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Atendiendo esta problemática detectada, la Institución se replanteó las políticas institucionales y puso en marcha un conjunto de acciones tendientes a superar las dificultades. Se modificó el Plan de Estudios, se fomentó la capacitación del profesorado y se pusieron en marcha programas y proyectos tendientes al mejoramiento de la calidad educativa.

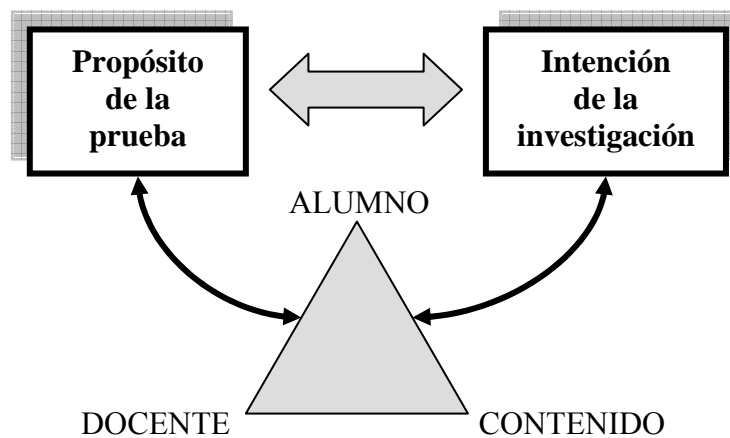
Considerando lo antedicho, se define como **propósito de la prueba**:

Testear el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias en el área de las Ciencias Básicas.

Propósito que permite:

Establecer el grado de acierto en las estrategias impulsadas desde la Institución con el objeto de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje.

A través de la enunciación del propósito de la prueba y la intención del presente estudio, en función a la relación que guardan entre sí, se pone de manifiesto la tríada del contrato didáctico en tanto se involucra al alumno, los contenidos y los docentes.



5.2. DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE CONTENIDO

Teniendo en cuenta que el área de las Ciencias Básicas comprende el 80% del currículum de Ingeniería en primeros años de la carrera, y que el 95 % de las asignaturas del área se imparte en los dos primeros años de cursado, por su trascendencia se escoge esta área de contenidos para la construcción del instrumento. Fijando a las subáreas Matemática y Física en particular, por ser comunes a todas las especialidades de ingeniería que se imparten en la Universidad de Mendoza.

En el Plan de estudios, las asignaturas que corresponden al área de las Ciencias Básicas y subáreas Matemática y Física se distribuyen temporalmente como se muestra en el siguiente cuadro, tabla 5.1.

Tabla n° 5.1 Distribución temporal de las asignaturas de las subáreas Matemática y Física en la currícula de Ingeniería de la Universidad de Mendoza

	PRIMER AÑO	SEGUNDO AÑO
SUBÁREA MATEMÁTICA	Algebra y geometría analítica	Algebra Lineal
	Cálculo I	Cálculo III
	Cálculo II	
SUBÁREA FÍSICA	Física I	Física II

5.3. DEFINICIÓN DEL GRUPO A EVALUAR

Teniendo en cuenta:

- a. Que los alumnos que estaban cursando la carrera en el año 2.003, ciclo en el cual se produjo la instancia de acreditación a través del ACCEDE antes mencionada, han egresado o bien se encuentran en el último año;
- b. Que los alumnos que comenzaron a cursar con posterioridad actualmente se encuentran en tercer o cuarto año de la carrera;

- c. Que éste último grupo es sobre el cual se produjeron las intervenciones más significativas: cambio de plan de estudios, modificación de estrategias de enseñanza, y aplicación de las políticas de mejora;
- d. Que los alumnos que están cursando actualmente el tercer o el cuarto año de la carrera ya han rendido y aprobado el 90 % de las asignaturas del área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física;
- e. Que el instrumento se construye en el contexto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza.

Se define como grupo a evaluar:

A los alumnos que en el ciclo 2.007 cursan el tercer año de las carreras de Ingeniería de la Universidad de Mendoza, y que han rendido y aprobado las asignaturas del área de las Ciencias Básicas y de la subáreas Matemática y Física cuyos contenidos se han involucrado en la confección de la prueba.

5.4. DETALLE DE LOS INVOLUCRADOS EN EL TRABAJO

Para la definición de conceptos y competencias para la prueba se trabaja con los docentes del área responsables de las siguientes asignaturas, en distintas instancias.

Algebra y Geometría Analítica: Ing. José Luis Artal; Ing. Rubén Gallar

Cálculo I: Prof. Viviana Villar

Cálculo II: Ing. Patricia Weidmann

Algebra lineal: Prof. Eugenia Artola; Prof. Stella Donato

Cálculo III: Ing. Hugo Biritos; Ing. Graciela Brandi

Física I: Ing. Roberto Riba; Dra. Ruth Leiton

Física II: Prof. Marcela Calderón; Ing. Sandra Leiton

Con algunos de estos docentes se realiza un trabajo en equipo que comprende en primer lugar la definición de ejes temáticos, de subejos, contenidos sintéticos e indicadores de logro en cada una de las asignaturas, considerando que la definición de competencias y contenidos a evaluar, se realiza en función a los aprendizajes que se han precisado como fundamentales, en cada una de las disciplinas del área de las Ciencias Básicas, de las subáreas Matemática y Física.

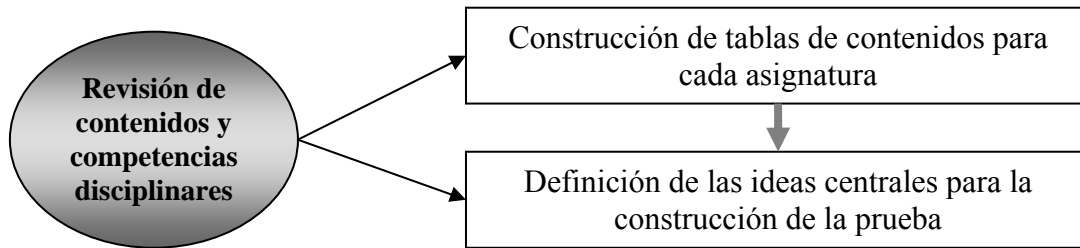
Y que a la vez, esta definición involucra la determinación de los niveles de logro esperados, cuánto debe saber el alumno de cada disciplina y cuál es el nivel de calidad exigible.

Por otro lado, algunos de ellos, los titulares de las cátedras, son escogidos como jueces expertos para la validación de los elementos componentes de la prueba (competencias, contenidos disciplinares), en función a su calificación científica y técnica, sus años de experiencia y el conocimiento alcanzado a lo largo de su trayectoria profesional.

Otros, participan en la selección de problemas a incluir a la prueba, y los restantes miembros del cuerpo docente del área se seleccionan como los jueces para la validación de contenido del instrumento de evaluación.

5.2. APRENDIZAJES FUNDAMENTALES DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS BÁSICAS

En este apartado se procede como esquematiza el siguiente diagrama:



5.2.1 TABLAS DE CONTENIDOS DISCIPLINARES

Del trabajo realizado en equipo por los docentes involucrados, se obtiene como producto, en cuanto a lo disciplinar, una tabla para cada asignatura, que contienen:

- ✓ Ejes y subejos temáticos
- ✓ Contenidos fundamentales (expresados sintéticamente)
- ✓ Indicadores en función a los niveles de logro esperados

A continuación se muestran las tablas desde la 5.2 hasta la 5.8 que contienen los aprendizajes fundamentales definidos para cada asignatura.

Tabla n° 5.2 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: ÁLGEBRA Y GEOMETRÍA ANALÍTICA

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Operaciones y cálculos	Álgebra de Boole	Lógica proposicional Circuitos lógicos Relaciones binarias internas Operaciones y propiedades	Interpretar y utilizar correctamente el lenguaje lógico proposicional. Reconocer el modelo del Álgebra de Boole en distintos contextos. Identificar y diferenciar relaciones de orden y relaciones de equivalencia. Analizar propiedades de una operación binaria interna.
	Combinatoria	Permutaciones y variaciones, número combinatorio Binomio de Newton	Identificar, interpretar y aplicar correctamente los conceptos y procedimientos básicos de la Combinatoria. Plantear y resolver situaciones problemáticas que involucren variaciones, permutaciones y combinaciones (simples y con repetición) y la aplicación del Binomio de Newton (con exponente real).
	Los números complejos	Formas de un número complejo Operaciones y cálculos con complejos Representaciones gráficas	Interpretar correctamente la estructura del sistema de los números complejos. Operar con los números complejos en sus distintas formas, reconociendo la utilidad y practicidad de unas sobre otras. Resolver ecuaciones y situaciones problemáticas que involucren cálculos con números complejos interpretando los resultados obtenidos.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Geometría	Vectores geométricos	Vectores en \mathbb{R}^2 y en \mathbb{R}^3 Producto escalar, norma, producto vectorial Componentes y coordenadas Referencias	Interpretar, reconocer y representar correctamente vectores fijos y vectores libres en el plano y en el espacio. Representar y resolver situaciones problemáticas a partir de la utilización de vectores geométricos del plano y el espacio. Interpretar, diferenciar y determinar el producto escalar, producto vectorial y producto mixto entre vectores. Interpretar y resolver situaciones geométricas a través de los conceptos asociados a los vectores del plano y del espacio.
	Cónicas y cuádricas	Parábola, Elipse, circunferencia, hipérbola Hiperboloide, elipsoide, paraboloides, secciones planas	Interpretar y determinar correctamente las distintas ecuaciones características de parábolas, hipérbolas, circunferencias y elipses, e identificar sus elementos. Realizar representaciones gráficas de parábolas, hipérbolas, circunferencias y elipses. Interpretar, reconocer y determinar las formas cuádricas y sus matrices asociadas.
	Posiciones relativas en el plano y en el espacio	Posiciones relativas entre rectas en el plano, entre rectas, entre rectas y planos y entre planos en el espacio Posiciones relativas entre una cónica y una recta en el plano	Interpretar y determinar correctamente las distintas ecuaciones características de rectas y de planos, diferenciando las que corresponden a expresiones en el plano de las que corresponden al espacio tridimensional. Analizar las posiciones relativas entre rectas, entre circunferencia y recta, entre elipse y recta, entre parábola y recta, entre hipérbola y recta, en el plano; y las posiciones relativas entre rectas, entre recta y plano, entre planos, en el espacio. Realizar representaciones gráficas en \mathbb{R}^2 .
	Funciones geométricas	Funciones puntuales afines, proyecciones, simetrías, agrandamientos y reducciones Funciones métricas, rotaciones, semejanza y congruencia	Interpretar, reconocer y clasificar correctamente funciones afines y métricas, definidas en el plano \mathbb{R}^2 y en el espacio \mathbb{R}^3 . Resolver situaciones problemáticas que involucren el tratamiento de funciones afines y métricas en el plano \mathbb{R}^2 . Realizar representaciones gráficas de funciones geométricas.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Ecuaciones, inecuaciones y sistemas	Matrices y determinantes	Álgebra de matrices Matriz inversa Cálculo de determinantes por diversos métodos Matriz adjunta	Interpretar correctamente la noción de matrices y el concepto de determinante y sus aplicaciones en distintos contextos. Sumar y multiplicar matrices, reconociendo las limitaciones en diferentes casos. Determinar la transpuesta y la inversa de una matriz dada, analizando la existencia o no de ésta última. Resolver situaciones problemáticas que involucren cálculos con matrices, y evaluación de determinantes de distintos órdenes, por diferentes métodos, interpretando los resultados obtenidos. Reconocer las propiedades de los determinantes y su aplicabilidad en la determinación de matrices inversas.
	Sistemas de ecuaciones lineales	Sistemas en forma escalonada Sistemas homogéneos Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones, reducción, Gauss, regla de Cramer	Interpretar correctamente y reconocer sistemas de ecuaciones lineales y sus diversas representaciones. Resolver sistemas de ecuaciones lineales reconociendo el tipo de solución factible. Aplicar diferentes métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales seleccionando el apropiado a la situación propuesta.
	Programación lineal	Sistemas de inecuaciones lineales Optimización Programas lineales asociados Método simplex, teoría de las soluciones	Interpretar correctamente y reconocer un problema de optimización, identificando la función objetivo y las restricciones a las que está sujeta. Traducir problemas concretos a programas matemáticos y analizar y determinar las soluciones factibles al mismo. Representar gráficamente la solución a un problema de optimización de dos variables. Resolver programas lineales a través del método simplex.

Tabla nº 5.3 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: ÁLGEBRA LINEAL

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Espacios vectoriales	Espacio y subespacios	Espacios y subespacios vectoriales reales Base y dimensión Componentes y cambio de base Espacios complejos	Interpretar correctamente el concepto de espacios vectoriales sobre el cuerpo de los reales y sobre el cuerpo de los complejos. Reconocer a las funciones continuas y a las matrices en el contexto de espacio vectorial. Interpretar correctamente las nociones de subespacio, base y dimensión. Identificar bases de espacios y subespacios vectoriales reales y complejos y determinar la dimensión de los mismos. Analizar y expresar con corrección la noción de cambio de base. Aplicar los conceptos de base, cambio de base, dimensión y subespacio en la resolución de situaciones problemáticas dadas en distintos contextos.
	Espacios métricos	Norma y producto interior Distancia Espacios complejos con producto interno Bases ortogonales y ortonormadas Valores y vectores propios Diagonalización	Interpretar correctamente y reconocer las nociones de norma, producto interno y distancia en espacios reales y en espacios complejos. Analizar distintas normas y productos interiores que se pueden definir en un mismo espacio vectorial. Identificar bases de espacios y subespacios vectoriales reales y complejos, reconociendo y diferenciando las ortogonales y ortonormadas. Interpretar correctamente el concepto de vectores y valores propios y su aplicación en la diagonalización de matrices. Resolver problemas que impliquen determinar los valores y vectores propios de una matriz asociada a un endomorfismo y analizar si es diagonalizable.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Funciones	Matrices	Submatrices Matrices por bloque, cálculo del determinante. Matrices hermíticas Matrices definidas positivas Factorización de matrices, método de Doolittle	Interpretar correctamente las nociones de submatriz, matriz por bloque, matriz hermítica, matriz unitaria, matriz normal, matrices definidas positivas y factorización de matrices cuadradas. Aplicar las nociones mencionadas a la resolución de problemas. Interpretar la utilidad y aplicabilidad de la factorización de matrices en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales. Factorizar matrices y aplicar la descomposición a la resolución de sistemas de ecuaciones.
	Funciones lineales	Matriz asociada a una función lineal Álgebra de operadores lineales Nulidad y rango Aplicaciones lineales singulares y no singulares	Interpretar correctamente y reconocer funciones lineales y las matrices asociadas a ellas en distintas bases. Interpretar al núcleo y a la imagen de una función lineal como un subespacio del dominio y codominio respectivamente. Identificar y relacionar las funciones lineales con sus respectivas matrices asociadas, reconociendo la utilidad de una u otra en función a la situación planteada. Reconocer y determinar los subespacios núcleo e imagen asociados a la función lineal. Resolver problemas con operadores lineales, reconociendo su vinculación como representaciones de funciones lineales. Identificar y diferenciar aplicaciones lineales singulares y no singulares.

Tabla n° 5.4 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: FÍSICA I

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Movimientos uni y bidimensionales	Cinemática unidimensional con aceleración cero y con aceleración constante.	Elementos descriptores de los movimientos. Vectores posición y desplazamiento. Distancia recorrida. Velocidad y aceleración. Ecuaciones de posición. M.R.U. M.R.U.V.	Interpretar el carácter descriptivo de la cinemática.. Diferenciar y describir las variables que permiten el estudio cinemática de cualquier movimiento. Analizar las ecuaciones horarias de los movimientos y a partir de ellas brindar datos cuali y cuantitativos de los mismos. Utilizar las herramientas del cálculo en la interpretación de movimientos (derivadas e integrales). Resolver ejercitación cerrada y abierta referida a movimientos de complejidad variada utilizando las herramientas del cálculo.
	Cinemática bidimensional	Movimientos en el plano. Movimientos parabólicos. Movimientos circulares uniformes y variados.	Establecer relaciones de semejanza y diferencia entre un MRUV cualquiera y la CL y el TV. Plantear estrategias de descripción de movimientos en los que la posición se describe por dos coordenadas. Resolver ejercitación cerrada y abierta referida a movimientos de complejidad variada utilizando las herramientas del cálculo. Valerse de las herramientas del álgebra de vectores para describir los cambios en la velocidad, la posición y el desplazamiento.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Dinámica de la partícula	Síntesis de Newton.	Leyes de Newton. Rozamiento. Impulso y Momentum lineal. Estática y equilibrio. Trabajo de una fuerza. Energía. Elasticidad.	Explicar un movimiento en relación a las magnitudes que intervienen y a los cambios que se ocasionan en el sistema. Reconocer la posibilidad de movimiento en ausencia de fuerzas externas. Aplicar correctamente las herramientas del cálculo en el planteo y solución de situaciones problemáticas abiertas y cerradas. Explicar las distintas y variadas manifestaciones y transformaciones de la energía en función del Principio de conservación. Interpretar situaciones reales de mecánica de la partícula y argumentar científicamente su posición. Usar correctamente las operaciones con vectores para explicar algunas relaciones entre magnitudes cinemáticas.
Dinámica del cuerpo rígido	Mecánica rotacional	Momento de inercia Regla de Steiner Péndulo físico Torca 1° y 2° condición de equilibrio.	Explicar el sentido físico del momento de inercia y valerse de las herramientas del cálculo para encontrar los momentos de inercia de cuerpos variados. Aplicar correctamente la conservación del momentum en problemas abiertos y cerrados. Analizar, explicar y resolver ejercicios de estática de complejidad creciente.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Fluidos en reposo y movimiento	Hidrostática	<p>Variables que intervienen en el estudio de los fluidos en reposo. Densidad, peso específico, profundidad, altura.</p> <p>Teorema general de la hidrostática. Flotabilidad. Principio de Arquímedes.</p>	<p>Utilizar las relaciones entre las magnitudes para explicar fenómenos cotidianos que implican la comprensión del Teorema general de la hidrostática.</p> <p>Valerse de las herramientas del cálculo para demostrar y explicar funciones de presión en las paredes de un dique.</p> <p>Resolver situaciones de complejidad variada referidas a flotación.</p> <p>Interpretar el carácter sistémico de la mecánica y sus aplicaciones en la dinámica de los fluidos.</p>
	Hidrodinámica	<p>Variables que intervienen en el estudio de los fluidos en movimiento. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Capilaridad. Ley de Stokes.</p>	

Tabla n° 5.5 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: FÍSICA II

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Dinámica del cuerpo rígido	Mecánica rotacional	Momento de inercia Regla de Steiner Péndulo físico Torca 1° y 2° condición de equilibrio.	Explicar el sentido físico del momento de inercia y valerse de las herramientas del cálculo para encontrar los momentos de inercia de cuerpos variados. Aplicar correctamente la conservación del momentum en problemas abiertos y cerrados. Analizar, explicar y resolver ejercicios de estática de complejidad creciente.
Fluidos en reposo y movimiento	Hidrostática Hidrodinámica	Variables que intervienen en el estudio de los fluidos en reposo. Densidad, peso específico, profundidad, altura. Teorema general de la hidrostática. Flotabilidad. Principio de Arquímedes. Variables que intervienen en el estudio de los fluidos en movimiento. Ecuación de continuidad. Ecuación de Bernoulli. Capilaridad. Ley de Stokes.	Utilizar las relaciones entre las magnitudes para explicar fenómenos cotidianos que implican la comprensión del Teorema general de la hidrostática. Valerse de las herramientas del cálculo para demostrar y explicar funciones de presión en las paredes de un dique. Resolver situaciones de complejidad variada referidas a flotación. Interpretar el carácter sistemático de la mecánica y sus aplicaciones en la dinámica de los fluidos.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Características ondulatorias de la materia	Ondas	<p>Ondas mecánicas y no mecánicas. Generalidades.</p> <p>Ecuación de una onda viajera transversal en una cuerda. Velocidad y características inerciales del medio elástico.</p> <p>Fenómenos ondulatorios: reflexión, refracción y superposición de ondas.</p> <p>Ondas estacionarias. Generalidades.</p> <p>Ondas electromagnéticas. Velocidad en el vacío y un medio elástico.</p> <p>Espectro em.</p> <p>Espectro visible. La luz.</p> <p>Naturaleza dual de la luz.</p> <p>Fenómenos de óptica geométrica.</p>	<p>Establecer relaciones de semejanza y diferencia entre la propagación de una perturbación y el movimiento de un punto del medio que vibra.</p> <p>Deducir de la segunda ley de Newton la ecuación de una onda longitudinal y transversal.</p> <p>Valerse del cálculo para demostrar que la ecuación de una onda es solución de una ecuación diferencial.</p> <p>Interpretar los fenómenos ondulatorios como no exclusivos de la luz.</p> <p>Explicar los modos de vibración de una lengüeta.</p> <p>Analizar la continuidad del espectro en relación a la frecuencia, la energía y la longitud de onda.</p> <p>Comprender e explicar el carácter dual, corpuscular y ondulatorio de la luz.</p> <p>Valerse de gráficos para explicar fenómenos sencillos de reflexión y refracción en superficies planas y esféricas.</p>
Fenómenos térmicos	Calor y temperatura.	<p>Temperatura. Generalidades. Escalas.</p> <p>El calor como una manifestación energética molecular.</p> <p>Ecuación de la calorimetría.</p> <p>Fenómenos de expansión térmica.</p>	<p>Interpretar la temperatura de un cuerpo a escala molecular y relacionarla con los cambios energéticos internos.</p> <p>Verbaliza mediante ejemplos concretos la utilidad de la capacidad calorífica y del calor específico.</p> <p>Explica fenómenos vinculados a la expansión térmica con ejemplos concretos y manifiesta comprender las constantes de expansión correspondientes.</p>

Tabla n° 5.6 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: CALCULO I

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO	Conjunto de puntos	Intervalos y entornos. Puntos de acumulación	Interpretar y aplicar algunos conceptos topológicos como: intervalos, entornos y punto de acumulación.
	Funciones reales	Funciones de una variable real. Representación gráfica. Funciones algebraicas y trascendentes. Análisis funcional: función par e impar, funciones monótonas, funciones acotadas, ceros o raíces, conjunto de positividad y de negatividad, periodicidad.	Identificar las funciones algebraicas y trascendentes, y analizar sus características. Graficar funciones a mano, utilizando todas las herramientas dadas en Cálculo, y hacer el análisis completo.
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL EN UN VARIABLE	Límite	Límite en un punto de una función: finito y único, laterales e infinito. Definición e interpretación geométrica. Estrategias para calcular límites. Continuidad en un punto. Discontinuidad esencial y evitable.	Identificar, interpretar y aplicar correctamente los conceptos y procedimientos del cálculo de límite. Resolver ejercicios de tipo teórico, gráfico y analítico, utilizando las definiciones de límite. Identificar en situaciones problemáticas cuándo utilizar la herramienta del límite. Reconocer las distintas formas indeterminadas y su forma de cálculo. Analizar continuidad de una función en un punto. Reconocer los distintos tipos de discontinuidad en un punto

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
	Derivada	Derivada en un punto. Definición. Función derivada. Forma de cálculo. Álgebra de derivadas. Diferencial. . Aplicaciones. Aplicaciones de la derivada.	<p>Interpretar la derivada como una relación de cambio o variación instantánea, y diferenciarla de la variación promedio.</p> <p>Calcular derivadas por definición y por reglas de derivación.</p> <p>Utilizar esta herramienta para determinar: intervalos de monotonía, concavidad, y extremos de una función.</p> <p>Identificar en situaciones problemáticas cuándo utilizar la herramienta de la derivada, y resolverlos.</p> <p>Interpretar el concepto de la diferencial y aplicarlo para el cálculo práctico de errores, y aproximación de funciones.</p>
	Integrales	Integral indefinida. Definición. Métodos de integración Integral definida. Forma de cálculo. Aplicaciones.	<p>Calcular la antiderivada de funciones utilizando los métodos por descomposición, por sustitución, por partes, y potencias pares e impares de senos y cosenos.</p> <p>Resolver ecuaciones diferenciales sencillas, utilizando la antiderivada.</p> <p>Estimar el área de un recinto de ordenadas utilizando sumatoria.</p> <p>Calcular áreas de recintos de ordenadas, entre curvas, volumen de un sólido de revolución, utilizando el teorema fundamental.</p> <p>Resolver ejercicios de aplicación utilizando: teorema fundamental, teorema del valor medio.</p> <p>Resolver integrales impropias con límites de integración infinitos, e integrales impropias con discontinuidades infinitas</p>

Tabla n° 5.7 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: CALCULO II

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Sucesiones y series	Sucesiones	Sucesiones numéricas. Sucesiones monótonas y sucesiones acotadas. Límite de una sucesión. Convergencia y divergencia	Distinguir la convergencia y divergencia de una sucesión. Calcular el límite de una sucesión. Resolver problemas de aplicación.
	Series numéricas	Series numéricas: definición. Divergencia y convergencia. Propiedades. Criterio del término enésimo. Series geométricas. Criterios de convergencia para serie de términos positivos. Series alternadas. Criterio de convergencia. Criterios de convergencia para series de términos no nulos.	Reconocer los distintos tipos de series numéricas. Aplicar convenientemente los distintos criterios para determinar la convergencia de una serie. Resolver problemas de aplicación, utilizando los conceptos vistos.
	Series de potencia	Series de potencias: definición. Convergencia de una serie de potencias. Radio de convergencia. Derivación e integración de series de potencias. Representación de funciones en series de potencia. Operaciones con series de potencias. Cálculo de serie de potencias por integración. Series de Taylor y Maclaurin. Convergencia de las series de Taylor. Desarrollo de funciones como series de potencias	Reconocer series de potencias y sus intervalos de convergencia. Derivar e integrar series de potencias. Representar funciones en series de potencia. Aplicar series de potencias de Taylor y Maclaurin

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Cálculo diferencial e integral de funciones reales de varias variables	Funciones de varias variables	Funciones de varias variables: Definición, dominio e imagen. Representación gráfica mediante trazas y curvas de nivel.	Identificar el dominio e imagen de una función de dos variables y representar gráficamente funciones de dos variables utilizando trazas y curvas de nivel. Representar gráficamente funciones de dos variables utilizando trazas y curvas de nivel.
	Límite doble	Entornos. Punto de acumulación. Límite doble: Definición, interpretación gráfica. Forma de cálculo: límites reiterados, límite direccional. Continuidad en un punto y en un entorno.	Comprender el concepto de límite doble en un punto del plano. Reconocer las distintas formas indeterminadas y su forma de cálculo utilizando límites reiterados y límites direccionales. Resolver problemas de aplicación, utilizando los conceptos vistos.
	Derivadas parciales	Derivadas parciales. Interpretación geométrica. Forma de cálculo. Derivadas de orden superior. Derivadas cruzadas, propiedad. Gradiente. Diferencial. Fc. diferenciables. Condición necesaria, condición suficiente de diferenciabilidad. Derivada direccional: definición. Relación con el gradiente. Regla de la cadena. Derivadas de fc. implícitas. Máximos y mínimos relativos: definición. Puntos críticos, relación con el gradiente. Método del Hessiano.	Comprender el concepto de derivada parcial y direccional de una función en un punto, y su interpretación geométrica. Calcular derivadas parciales de distinto orden, por definición y por reglas de derivación. Interpretar el concepto de diferencial total, y función diferenciable. Calcular derivada de funciones compuestas e implícitas. Comprender el concepto de extremos locales y absolutos, y su forma de cálculo. Resolver problemas de aplicación, utilizando los conceptos vistos.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Cálculo diferencial e integral de funciones reales de varias variables	Integrales dobles	Integral doble sobre un rectángulo, propiedades. Forma de cálculo: Integrales reiteradas. Integral doble sobre regiones acotadas no rectangulares, integrales reiteradas: región y-simple y x-simple. Cambio de coordenadas: Coordenadas polares. Aplicaciones: cálculo de áreas y volúmenes.	Comprender el concepto de integral doble. Resolver integrales dobles sobre regiones rectangulares y regiones acotadas no rectangulares. Resolver problemas de aplicación, utilizando los conceptos vistos.

Tabla n° 5.8 - Aprendizajes fundamentales definidos para la asignatura: CALCULO III

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Herramientas avanzadas de cálculo	Ecuaciones Diferenciales	Ecuaciones Diferenciales Ordinarias	Interpretar y utilizar correctamente los métodos de resolución de ED. Reconocer los distintos tipos de ED en diferentes contextos. Resolver ED utilizando los distintos métodos. Realizar ejercitación en problemas físicos que incluyan ED.
	Integrales	Integral curvilínea	Identificar, interpretar y aplicar correctamente las integrales de línea y de superficie. Reconocer las distintas formas de las integrales. Conocer y aplicar el Teorema de Green. Plantear y resolver cálculos de áreas utilizando estas integrales.
	Campos vectoriales	Elementos del análisis vectorial Gradiente Divergencia Rotor	Interpretar correctamente la representación paramétrica de una curva. Reconocer las funciones de variable real y vectorial. Incorporar el concepto de campo vectorial, distinguir los campos conservativos. Resolver funciones potenciales y reconocer sus propiedades.
Modelos matemáticos de sistemas	Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales	Método de separación de variables Ecuaciones de onda Soluciones de onda unidimensionales y bidimensionales	Modelar matemáticamente sistemas físicos simples, analizando sus propiedades. Resolver ecuaciones diferenciales en DP, analizando y representando gráficamente las soluciones. Interpretar las soluciones de las ecuaciones de onda, analizando sus distintos modos normales de oscilación.

Tesis Doctoral

EJE TEMÁTICO	SUBEJE	CONTENIDOS SINTÉTICOS	INDICADORES
			El alumno es capaz de:
Modelos matemáticos de sistemas	Funciones especiales	Función Gamma. Función Beta. Relaciones entre Gamma y Beta	Reconocer la forma de las distintas funciones especiales. Representar gráficamente la función Gamma e interpretar gráficamente sus valores. Asociar integrales comunes con las formas predeterminadas de las funciones especiales vistas. Relacionar las funciones para la resolución de integrales.
	Análisis de señales	Series de Fourier	Interpretar la propiedad de periodicidad de funciones. Reconocer la representación de funciones periódicas por series de Fourier, en sus distintas formas. Descomponer una función en sus distintas componentes armónicas. Aproximar funciones periódicas y no periódicas por medio de su desarrollo en serie de Fourier.

5.2.2 IDEAS CENTRALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRUEBA

Del estudio realizado con posterioridad a la construcción de las tablas de contenidos ya presentadas, se pueden inferir que existen contenidos que desde la disciplina misma están subordinados a otros, pero que están presentes en las currículas porque sirven de fundamento básico para afrontar otros de mayor nivel de complejidad.

Un ejemplo de esto se tiene en Cálculo I, en el contenido “Límite de una función”, ya que la apropiación del concepto de límite es básica para abordar el tema “Derivada de una función” que resulta ser una herramienta muy importante para otras disciplinas, como es el caso de la Física.

En síntesis, las tablas de contenidos por asignatura dan el panorama general de que las subáreas Matemática y Física aportan a la formación académica de un ingeniero. Ahora bien, para la construcción de un instrumento de evaluación es preciso realizar una selección adecuada de aprendizajes que se consideren fundamentales.

Para ello es preciso no perder de vista la normativa ministerial enunciada en la Resolución 1232/02 del Ministerio de Educación de la Nación para las carreras de ingeniería respecto a que: *“El objetivo de los estudios en matemáticas es contribuir a la formación lógico-deductiva del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza. Estos estudios estarán orientados al énfasis de los conceptos y principios matemáticos más que a los aspectos operativos.*

El objetivo de los estudios de la Física será proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de su empleo en la ingeniería.”

Lo que expresa claramente que la Matemática para ingeniería constituye un instrumento, del cual el estudiante se vale para enfrentar una situación de otro campo del saber. En este sentido, la Física juega un papel más concreto, en cuanto es una ciencia que requiere como lenguaje a la Matemática. Por lo tanto resulta más sencilla la

búsqueda de ejercicios o problemas en los cuales sea necesaria la integración de conceptos y competencias de ambas subáreas.

En este sentido, hay que realizar un recorte de contenidos de la Física, ya que una prueba como la que se está construyendo no puede abarcar la totalidad de los que se mencionan en las tablas de contenidos respectivas.

Según los expertos, hay tres ideas centrales en las cuales se puede resumir la Física: Interacciones; Energía y Ondas. El desarrollo de ejercicios en el marco disciplinar de estas ideas centrales, requiere del aporte de conceptos matemáticos fundamentales, que están implícitos en las grillas de contenidos de las asignaturas de la subárea.

Se considera entonces que una prueba que presente al alumno al menos tres ejercicios o problemas, encuadrados en éstas ideas centrales de la Física, puede ser suficiente para conocer la situación del alumno con respecto a los campos de conducta definidos, a partir de lo cual se podrá establecer el nivel de rendimiento del estudiante en función a la realización del test.

5.3. PLANIFICACIÓN ADICIONAL DE LA PRUEBA

La planificación adicional de la prueba contempla: selección de objetivos, contenidos y competencias de la prueba; determinación de los redactores de ítems, o de la bibliografía de la cual se han de obtener.

5.3.1 SELECCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA PRUEBA:

Enunciar los objetivos de una prueba con referencia criterial, consiste en la determinación de las competencias adquiridas por el sujeto evaluado dentro del dominio instruccional. (H. Salmerón, 2.005)

Los objetivos específicos representan las conductas que se pretende observar y que permiten conocer la situación del alumno. Esto significa encuadrarlo en la posición que le corresponde respecto a un intervalo continuo, que abarca desde el desconocimiento absoluto hasta la realización plena de la conducta.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta el propósito de la prueba, se definen los objetivos específicos, los que están absolutamente relacionados con las competencias y se muestran en la tabla 5.9.

Tabla nº 5.9 – Objetivos específicos de la prueba

Objetivos específicos de la prueba
<p>INDAGAR SI LOS ALUMNOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprenden los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ✓ Reconocen expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza, identificando el modelo subyacente. ✓ Establece relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo explica. ✓ Planifican estrategias para la resolución de un problema a partir de la identificación de los datos y la representación de los mismos. ✓ Identifican y comprenden textos, gráficas y símbolos. ✓ Interpretan y elaboran diferentes representaciones utilizando distintos registros y lenguajes: como por ejemplo tablas numéricas a partir de conjuntos de datos, gráficas, expresiones funcionales, teniendo en cuenta el fenómeno al que se refieren. ✓ Producen e informan resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.

5.3.2 SELECCIÓN DE COMPETENCIAS DE LA PRUEBA:

Para Perrenoud (1.999), “*competencia es la capacidad de articular un conjunto de esquemas, situándose por tanto, más allá de los acontecimientos, permitiendo movilizar los conocimientos en situación, en el momento adecuado y con discernimiento.*”

Las competencias representan una combinación de atributos, en relación al conocimiento y sus aplicaciones, aptitudes, destrezas; que describen el grado de suficiencia con que una persona es capaz de desempeñarlos.

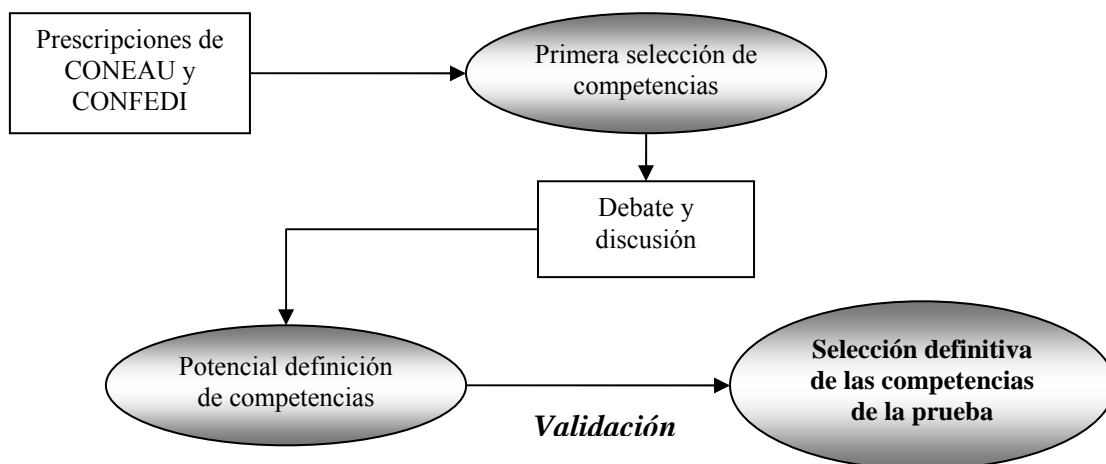
En el ámbito educativo se las suele clasificar en dos grandes grupos: competencias genéricas y específicas.

Competencias genéricas, son aquellas que deben desarrollarse gradualmente a lo largo de la carrera y que son de relevancia social.

Competencias específicas, son las propias de cada área temática, específicamente relacionadas con el conocimiento concreto de una especialidad.

En el presente trabajo, para la definición de competencias y de los elementos de competencias, se toman como marco de referencia las determinaciones de CONEAU para las pruebas ACCEDE, y las prescripciones de CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) para las carreras de ingeniería.

El siguiente esquema ilustra el procedimiento seguido:



✓ Primero se realiza un análisis de las definiciones de CONEAU para las pruebas ACCEDE, y las prescripciones que realiza el CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) para las carreras de Ingeniería. Se planifica una primera selección de competencias y elementos de competencias, a partir de la aplicación de una encuesta de opinión a los expertos del área.

La documentación suministrada por CONEAU y CONFEDI presenta listas de competencias genéricas y específicas.

En cuanto a las competencias específicas para las subáreas Matemática y Física, se considera que no son negociables, es decir abarcan a la totalidad de la currícula del plan de estudio para las carreras de ingeniería.

Respecto a las genéricas, están enunciadas para la totalidad del campo de formación de un ingeniero, y en función a que en esta instancia se está abordando solamente el área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, se hace necesaria una selección de las mismas. Para ello se elabora una encuesta de opinión que se entrega a los docentes titulares responsables de las cátedras considerándolos expertos en el tema.

Se incorporan a los anexos de este trabajo, el modelo de encuesta de opinión y las respuestas de los expertos del área respecto a esta primera selección de competencias y elementos de competencias. La sistematización de los datos recogidos se realiza con planilla Excel.

Los jueces escogidos para esta instancia de valoración son:

- Ing. José Luis Artal por la cátedra de Álgebra, Álgebra Lineal y Análisis Numérico
- Prof. Viviana Villar por las cátedras de Cálculo I y II
- Ing. Roberto Riba por la cátedra de Física I y II
- Ing. Hugo Biritos coordinador de las cátedras de Cálculo, titular de la cátedra de Cálculo III, titular de la cátedra de Matemática Superior

En función a las respuestas de los jueces, en cuanto a la selección que realizan de competencias y elementos de competencias se confeccionan los siguientes gráficos de barras:

↗ Respecto a las competencias definidas por CONEAU para los ACCEDE, la documentación disponible se muestra en la tabla nº 5.10.

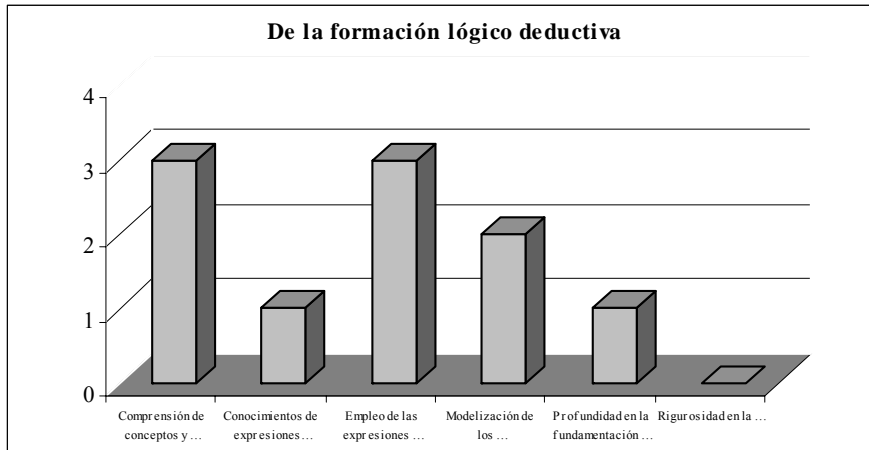
Para realizar la selección, los expertos optan por aquellos elementos de competencia que en su opinión, involucran directamente al área de las Ciencias Básicas, pudiendo o no ser transversales.

Tabla nº 5.10 - Competencia definidas por CONEAU

Competencias definidas por CONEAU para la confección del ACCEDE	
Formación lógico deductiva	Comprensión de conceptos y principios matemáticos Conocimientos de expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza Empleo de las expresiones cuantitativas en la ingeniería Modelización de los fenómenos de la naturaleza Profundidad en la fundamentación teórica Rigurosidad en la fundamentación teórica
Formación experimental de laboratorio	Diseño de experimentos Toma de muestras Análisis de resultados Habilidades prácticas en la operación de equipos Instrucción sobre procedimientos de seguridad
Resolución de problemas de ingeniería	Identificación creativa del conocimiento en ciencias básicas Aplicación de conocimientos de ciencias básicas Aplicación creativa del conocimiento en tecnologías
Experiencia en actividades de proyecto y diseño de sistemas, o componentes o procedimientos	Aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas Aplicación integrada de conceptos fundamentales de tecnologías Aplicación integrada de conceptos fundamentales de economía y gerenciamiento Consideración del impacto social
Capacidad para la toma de decisiones	Capacidad de relacionar diversos factores Análisis de factibilidad y de alternativas Conciencia de la responsabilidad social Capacidad para el trabajo en equipo
Habilidades para la comunicación escrita	

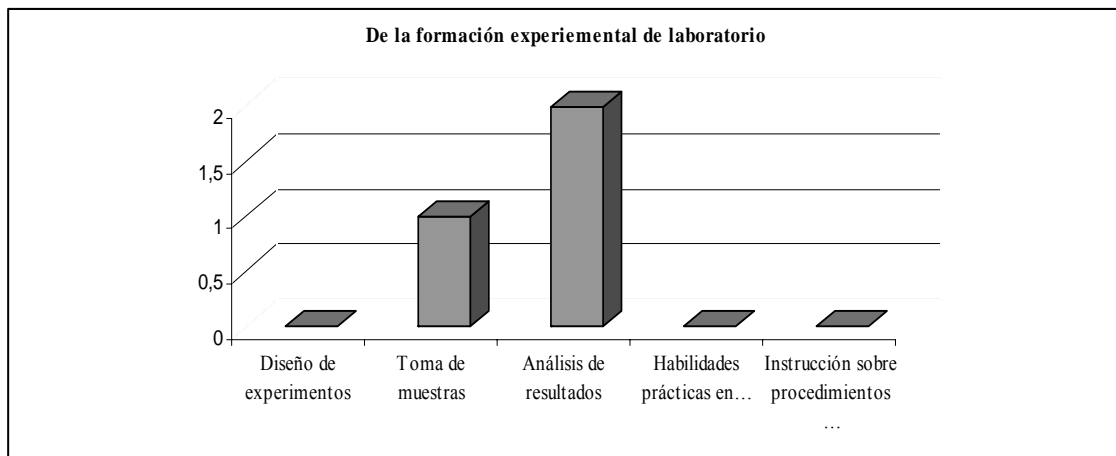
Los siguientes gráficos, desde el 5.1 hasta el 5.6 ilustran las respuestas obtenidas por parte de los expertos.

Gráfico nº 5.1: Selección de elementos de competencias de la formación lógico deductiva



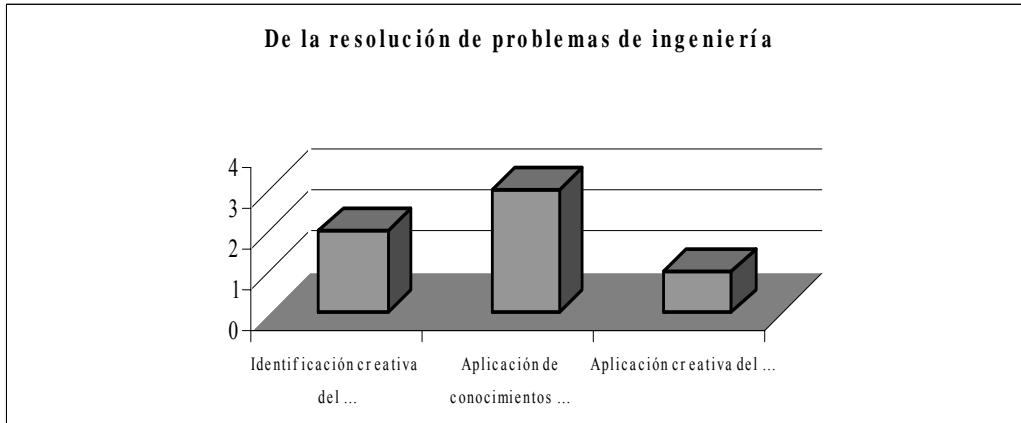
La selección que realizan los expertos muestra, que en su opinión, el área de las Ciencias Básicas aporta al desarrollo de dos elementos de competencia: la “comprensión de conceptos y principios matemáticos” y el “empleo de las expresiones cuantitativas en la ingeniería”, evidenciando cada una de ellos el 75 % de las opciones señaladas por los jueces.

Gráfico nº 5.2: Selección de elementos de competencias de la formación experimental de laboratorio



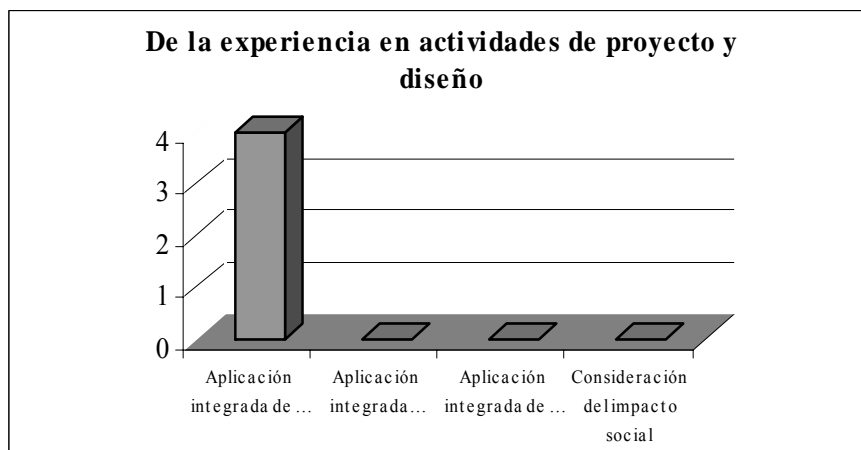
La selección que realizan los expertos muestra en este caso que para ellos el área de las Ciencias Básicas no aporta al desarrollo de ninguno de los elementos de competencia, sólo el “análisis de resultados” evidencia el mayor porcentaje 50 % de opciones por parte de los jueces.

Gráfico nº 5.3: Selección de elementos de competencias de la resolución de problemas de ingeniería



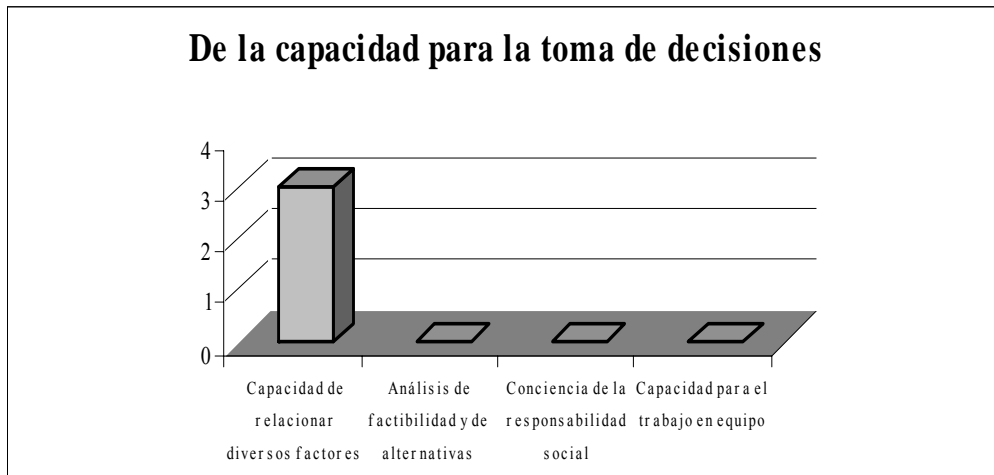
En este caso, sólo la aplicación de conocimientos de ciencias básicas obtuvo un 75 % de las opciones por parte de los jueces, es decir para la mayoría de los expertos el área de las Ciencias Básicas realiza su aporte solamente al desarrollo de este elemento.

Gráfico nº 5.4: Selección de elementos de competencias de la experiencia en actividades de proyecto y diseño



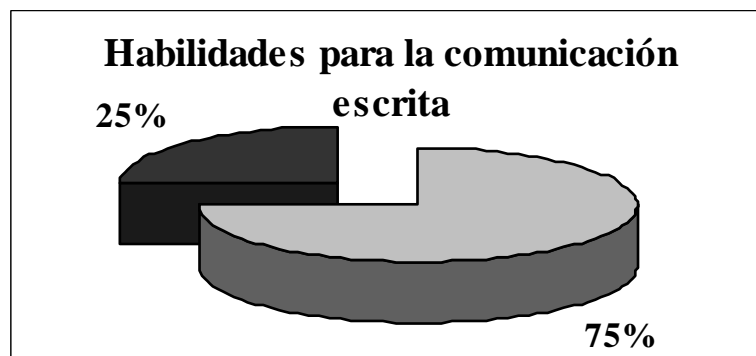
En este caso, los jueces en su mayoría (75 %) consideran que el área de las Ciencias Básicas realiza su aporte al desarrollo del elemento de competencia “aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas”, lo que se considera coherente en función a los demás elementos propuestos.

Gráfico nº 5.5: Selección de elementos de competencias de la capacidad para la toma de decisiones



En esta oportunidad, el 75 % de los jueces opta por considerar que el área de las Ciencias Básicas realiza su aporte al desarrollo de la “capacidad de relacionar diversos factores”.

Gráfico nº 5.6: Selección de elementos de competencias habilidades para la comunicación escrita decisiones



El 75 % de los jueces opina que el área de las ciencias Básicas aporta al desarrollo de las habilidades para la comunicación escrita.

En síntesis las competencias y elementos de competencias seleccionados por los jueces, entre los que define CONEAU para las pruebas ACCEDE se muestran en la tabla 5.11.

Tabla nº 5.11 - Competencias seleccionadas del grupo que define CONEAU

COMPETENCIAS	ELEMENTOS DE COMPETENCIAS
Formación lógico deductiva	Comprensión de conceptos y principios matemáticos Empleo de las expresiones cuantitativas en la ingeniería
Formación experimental de laboratorio	Análisis de resultados
Resolución de problemas de ingeniería	Aplicación de conocimientos de ciencias básicas
Experiencia en actividades de proyecto y diseño de sistemas, o componentes o procedimientos	Aplicación integrada de conceptos fundamentales de ciencias básicas.
Capacidad para la toma de decisiones	Capacidad de relacionar diversos factores
Habilidades para la comunicación escrita	



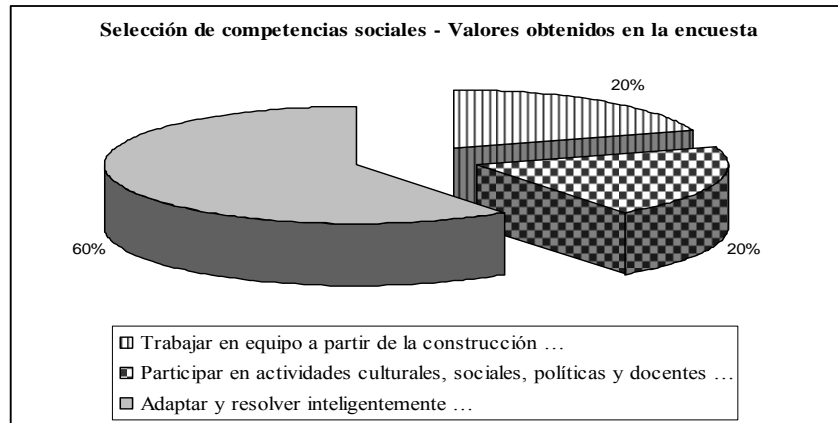
Respecto a las competencias prescriptas por CONFEDI, la documentación disponible se muestra en la tabla 5.12. Para realizar la selección, los expertos optan por aquellos elementos de competencia que en su opinión, involucran directamente al área de las Ciencias Básicas, pudiendo o no ser transversales.

Tabla nº 5.12 - Competencias genéricas definidas por CONFEDI

Competencias genéricas definidas por CONFEDI	
Competencias sociales	Trabajar en equipo a partir de la construcción de metas comunes a través de un entendimiento interpersonal y en forma comunicativa. Participar en actividades culturales, sociales, políticas y docentes que contribuyan a la formación de juicio crítico y toma de decisión. Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones complejas haciendo uso de las capacidades adquiridas.
Competencias metodológicas	Sistematizar la información de los distintos sectores de la institución educativa con autonomía y posibilidad de establecer criterios de prioridad. Planificar la actuación como estudiante a partir de la organización de los tiempos, las tareas, plan de estudios y características de la carrera. Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones propias de la complejidad institucional haciendo uso de las herramientas técnicas adquiridas. Buscar, seleccionar y utilizar estratégicamente los recursos disponibles para el estudio. Modificar intencional y conscientemente la estrategia de aprendizaje a partir de la detección de las propias dificultades. Resolver problemas a partir del uso estratégico y heurístico de los saberes construidos. Manejar tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la resolución de problemas y construcción de nuevos aprendizajes. Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos.
Competencias científico - técnicas	Relacionadas con el lenguaje simbólico: Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. Utilizar sistemas de representación gráfica. Relacionadas con la resolución de problemas: Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes. Relacionadas con modelos de simulación: Identificar y aplicar la información correspondiente a cada situación. Utilizar modelos de simulación simples de situaciones reales o hipotéticas. Relacionadas con los laboratorios Manipular instrumental de laboratorio para realizar experiencias. Realizar prácticas de laboratorio para inferir y verificar leyes, comprender fenómenos y efectuar mediciones.

Los siguientes gráficos: 5.7; 5.8; 5.9 ilustran las respuestas obtenidas por parte de los expertos.

Gráfico nº 5.7: Selección de competencias sociales



En este caso el 75 % de los expertos opina que el área de las Ciencias Básicas aporta al desarrollo de la siguiente competencia: “Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones complejas haciendo uso de las capacidades adquiridas”.

Gráfico nº 5.8: Selección de competencias metodológicas

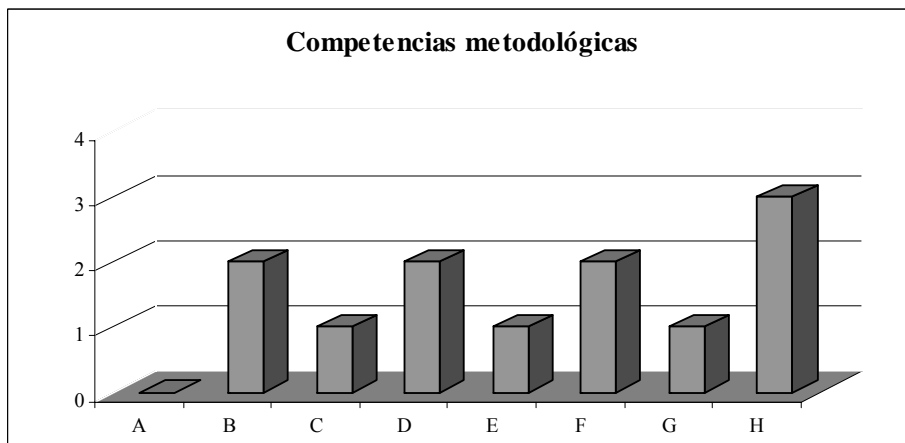
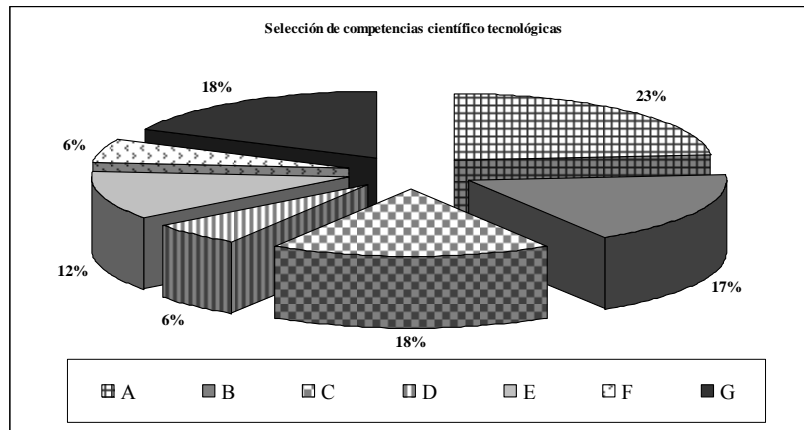


Tabla nº 5.13 - Referencias gráfico nº 5.8:

A	Sistematizar la información de los distintos sectores de la institución educativa con autonomía y posibilidad de establecer criterios de prioridad.
B	Planificar la actuación como estudiante a partir de la organización de los tiempos, las tareas, plan de estudios y características de la carrera.
C	Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones propias de la complejidad institucional haciendo uso de las herramientas técnicas adquiridas.
D	Buscar, seleccionar y utilizar estratégicamente los recursos disponibles para el estudio.
E	Modificar intencional y conscientemente la estrategia de aprendizaje a partir de la detección de las propias dificultades.
F	Resolver problemas a partir del uso estratégico y heurístico de los saberes construidos.
G	Manejar tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la resolución de problemas y construcción de nuevos aprendizajes.
H	Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos.

En cuanto a las competencias metodológicas, el 75 % de los expertos opta por seleccionar como competencia a la cual el área aporta para su desarrollo solamente: “Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos”.

Gráfico n° 5.9: Selección de competencias científico tecnológicas



A	B	C	D	E	F	G
Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina ...	Utilizar sistemas de representación gráfica.	Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema ...	Identificar y aplicar la información correspondiente a cada situación.	Utilizar modelos de simulación simples ...	Manipular instrumental de laboratorio para realizar ...	Realizar prácticas de laboratorio para inferir ...

Con respecto a las competencias científico tecnológicas, la totalidad de los expertos (100 %) opta por considerar que el área de las Ciencias Básicas aporta al desarrollo de las competencias: “Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados”, y el 75 % selecciona: “Utilizar sistemas de representación gráfica”; “Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes”; “Realizar prácticas de laboratorio para inferir y verificar leyes, comprender fenómenos y efectuar mediciones”.

En síntesis las competencias seleccionadas por los jueces, entre las genéricas que prescribe CONFEDI se muestran en la tabla 5.14.

Tabla nº 5.14 - Competencias seleccionadas del grupo que define CONFEDI

Competencias sociales	Adaptar y resolver inteligentemente las situaciones complejas haciendo uso de las capacidades adquiridas.
Competencias metodológicas	Utilizar pensamiento lógico formal para obtener conclusiones a partir de datos.
Competencias científico - técnicas	<p>Relacionadas con el lenguaje simbólico: Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. Utilizar sistemas de representación gráfica.</p> <p>Relacionadas con la resolución de problemas: Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes.</p> <p>Relacionadas con los laboratorios Realizar prácticas de laboratorio para inferir y verificar leyes, comprender fenómenos y efectuar mediciones.</p>

Del análisis realizado se pueden realizar varias inferencias. Una de ellas, la más evidente, es que los expertos consideran que el área de las Ciencias Básicas fundamentalmente aporta al desarrollo de las competencias científico tecnológicas. A la vez, consideran que la resolución de problemas y las habilidades para la comunicación escrita son elementos indiscutibles en la formación de un ingeniero.

✓ Concluida la primera etapa de selección de competencias, se realizan reuniones con el resto de los docentes del área que no fueran escogidos como jueces en la instancia antes mencionada, para discutir, debatir y ajustar el primer listado de competencias seleccionadas, con el objeto de enunciarlas con un criterio acorde, tanto al proceso formativo, como al perfil del estudiante de la Institución.

Los docentes que participan de estas reuniones y que además son profesores de las asignaturas del área de las Ciencias Básicas son:

- Por la subárea Matemática: Ing. Rubén Gallar; Ing. Graciela Brandi; Prof. Stella Donato
- Por la subárea Física: Ing. Sandra Leiton; Dra. Ruth Leiton; Ing. Anahí Fracaro

El producto obtenido de estas instancias de reunión es un listado de potenciales competencias, que a criterio del grupo, pueden ser sometidas a verificación a través de

una prueba. La tabla 5.15 muestra ese listado de competencias y elementos de competencias.

Tabla nº 5.15 - Potencial listado de competencias y elementos de competencia

Competencias		
<p>Formación lógica deductiva</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comprender conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza. • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo explica. 	<p>Resolución de problemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar y establecer relaciones entre los elementos y las variables involucradas en un problema. • Planificar estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes. 	<p>Habilidades para la comunicación escrita</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica. • Producir e informar resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.

✓ Luego, se procede a la validación de este potencial listado de competencias y elementos de competencias para la prueba. Para ello se convoca nuevamente a los expertos que participaron en la primera selección: Ing. José Luis Artal; Prof. Viviana Villar; Ing. Roberto Riba; Ing. Hugo Biritos

La valoración se realiza a partir de una encuesta, en la que se pide a los jueces evaluar cada elemento de competencia en función al grado de acuerdo o desacuerdo en relación a la **pertinencia**, entendiendo como tal **“la medida en que cada elemento de competencia, tal y como está enunciado, es representativo del área de las Ciencias Básicas y en consecuencia es factible de ser sometido a verificación por medio de una prueba”**. Siempre teniendo en cuenta que el contexto es la formación de fundamento de las carreras de ingeniería de la Universidad de Mendoza.

Para realizar la valoración los jueces disponen del potencial listado de competencias y elementos de competencias, cada uno de ellos acompañado por una escala con un intervalo entre 0 y 1 dividida en cinco valores: 0; 0.25; 0.50; 0.75 y 1

correspondiéndose cualitativamente el 0 con un total desacuerdo y el 1 con un total acuerdo.

De la valoración realizada por los expertos se calcula la congruencia entre las evaluaciones interjueces para estimar aquellas que obtengan un índice de congruencia superior a 0.75, para definir así el grupo resultante. Los expertos también tienen en esta instancia de valoración la oportunidad de volcar otras aportaciones que consideren meritorias.

Se incorporan a este trabajo en la parte de anexos, tanto el instrumento suministrado a los jueces, como las respuestas obtenidas.

Los datos obtenidos en la encuesta son procesados en planilla Excel y los resultados se ilustran en el gráfico 5.10 cuyas referencias se vuelcan en la tabla 5.16.

Gráfico n° 5.10: Valoración de las competencias y elementos de competencia para la prueba

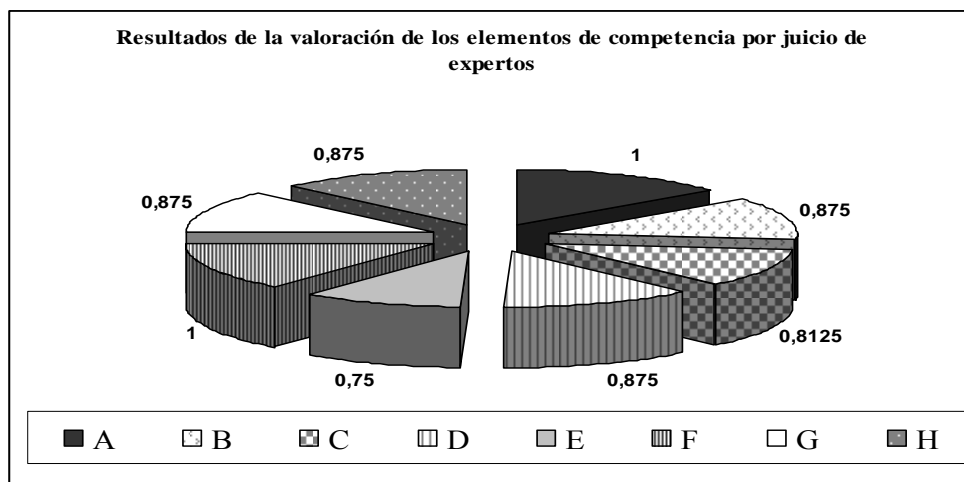


Tabla n° 5.16 - Referencia gráfico 5.10 – Valoración del potencial listado de competencias

Formación lógico – deductiva	1	A - Comprende los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.
	0,875	B - Reconoce las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza.
	0,8125	C - Establece relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo explica.

Resolución de problemas	0,875	D - Identifica y establece relaciones entre los elementos y las variables involucradas en un problema.
	0,75	E - Planifica estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes.
Habilidades para la comunicación escrita	1	F - Maneja el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.
	0,875	G - Utiliza sistemas de representación gráfica
	0,875	H - Produce e informa resultados utilizando el lenguaje simbólico específico.

Solamente el elemento “Planifica estrategias para la resolución de situaciones problema a partir de la identificación de los datos, la representación de los mismos y el establecimiento de relaciones integrando los saberes” no supera el índice de congruencia de 0,75.

Así mismo, la aportación de los jueces que se considera más valiosa es la solicitud de revisar la enunciación de estos elementos de competencias, si bien acuerdan en la gran mayoría de ellos, hay entre algunos una diferencia casi imperceptible, por ello sugieren que se revisen nuevamente.

Finalizada la validación, se vuelve a discutir con los profesores que participaron de la enunciación para revisar y analizar las diferencias entre una y otra, con el objeto de llegar a un listado consensuado y luego se construye el listado definitivo de competencias y elementos de competencias, el que se muestra en la tabla 5.17.

Tabla nº 5.17 - Competencias seleccionadas para la prueba

Competencias y elementos de competencia para la prueba		
Formación lógica deductiva	Resolución de problemas	Habilidades para la comunicación escrita
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica.

Este listado ya depurado es presentado a la totalidad del plantel docente del área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, en una reunión general, y se obtiene la aprobación de la totalidad.

La siguiente tabla n° 5.18 muestra las competencias y elementos de competencias definitivos para la prueba, agrupados según los criterios de corrección definidos por CONEAU para las pruebas ACCEDE.

Tabla n° 5.18 - Competencias seleccionadas para la prueba agrupadas por criterios de corrección

	Criterios de corrección definidos por CONEAU	Elementos de Competencias
Formación lógico – deductiva	Respecto al Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	Respecto al Cálculo o cálculo analítico (Capacidad para realizar cálculo o cálculo analítico en la resolución de un problema)	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.
Habilidades para la comunicación escrita	Respecto a la capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica.

5.3.3 SELECCIÓN DE CONTENIDOS DE LA PRUEBA

Como se menciona anteriormente, los ejercicios o problemas a incluir en el instrumento son fundamentalmente provenientes de la Física, ya que se considera que el lenguaje de esta ciencia es la Matemática.

Para un futuro ingeniero, los conceptos matemáticos puros no son significativos, al contrario, es, en la interpretación y aplicación de éstos conocimientos donde cobran relevancia las ciencias que requieren de estos saberes prácticos.

Por otro lado, el instrumento en construcción se fundamenta en el modelo pedagógico didáctico de las pruebas ACCEDE, lo que implica que las tareas propuestas al alumno

son ejercicios o problemas, que demandan el saber teórico correspondiente, el conocimiento de los procedimientos adecuados para hallar la solución, y la integración de saberes.

En este sentido, las ideas centrales de la Física: Interacciones; Energía y Ondas, posibilitan el planteo de situaciones que requieran del aporte de conceptos matemáticos fundamentales, por ende, pueden evidenciar la adquisición e integración de conceptos y competencias.

Para la selección de contenidos de la prueba se realizan reuniones con trabajo grupal de producción, puesta en común, debates y discusión, en la que participan los docentes de las subáreas Matemática y Física de la Institución.

En las primeras reuniones se trabaja con los Docentes de la subárea Física, se debate la importancia de seleccionar unos temas sobre otros, a la vez que se analiza el aporte de la Matemática a ellos. Se dividen los docentes en grupos de trabajo y después de un tiempo estipulado se realiza la puesta en común, debate y discusión para lograr un primer producto.

El producto logrado de esas reuniones es una primera selección de contenidos, los que se someten a discusión por parte de los docentes de las asignaturas de la subárea Matemática. En estas reuniones se agrupa a los docentes de modo tal que en cada uno halla profesores de Cálculo y de Álgebra, tanto de la parte práctica como titulares o adjuntos. A cada grupo se le presenta la primera selección de contenidos, debaten entre ellos la adecuación de la selección, después de un tiempo determinado se realiza una puesta en común, debate y discusión final, para obtener como producto un listado definitivo.

Por último, en una reunión general de docentes del área, se presenta el listado depurado el que es aceptado por la totalidad de los profesores asistentes.

El propósito fundamental de estas reuniones de trabajo es lograr un consenso por parte de los docentes del área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, ya que la prueba no ha de evaluar el manejo de conceptos específicos de una sola asignatura, por el contrario se quiere testear el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias del área en su conjunto.

Por otro lado, se puede afirmar que estos docentes son los expertos para realizar este tipo de determinaciones, ya que son ellos mismos los que están en el aula con el alumno que se quiere evaluar, y saben cuál es el grado de importancia con el cual abordan unos contenidos respecto de otros.

En síntesis, finalizada la etapa de reuniones con docentes de ambas subáreas y en función a las conclusiones obtenidas, se depura la primera selección de contenidos, y se acuerda con los docentes que los temas escogidos son los más adecuados para incluir en la prueba, en función a los objetivos propuestos.

Las siguientes tablas: 5.19; 5.20 y 5.21 muestran la selección definitiva de contenidos en función a los cuales se elaboran los ejercicios y problemas a incluir en la prueba.

Tabla nº 5.19 - Contenidos seleccionados seleccionadas para la prueba del eje Interacciones

EJE DE CONTENIDO		SUBEJE DE CONTENIDO	CONTENIDOS SINTÉTICOS
FÍSICA	Interacciones	Cinémática bidimensional	Elementos descriptores de los movimientos. Vectores posición y desplazamiento. Distancia recorrida. Velocidad y aceleración. Ecuaciones de posición, de velocidad, de aceleración. Movimientos en el plano y en el espacio. Movimiento circular uniforme
	Geometría Cálculo diferencial e integral en una variable	Vectores geométricos Derivadas Integrales	Vectores en \mathbb{R}^2 y en \mathbb{R}^3 Producto escalar, norma, producto vectorial Derivada en un punto. Definición. Función derivada. Forma de cálculo. Integral indefinida. Métodos de integración Integral definida. Forma de cálculo.

Tabla nº 5.20 - Contenidos seleccionados para la prueba del eje Ondas

EJE DE CONTENIDO		SUBEJE DE CONTENIDO	CONTENIDOS SINTÉTICOS
FÍSICA	Características ondulatorias de la materia	Ondas	Ecuación de una onda viajera transversal en una cuerda. Velocidad y características inerciales del medio elástico. Movimiento armónico simple
MATEMÁTICA	Modelos matemáticos de sistemas Cálculo diferencial e integral en una variable	Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales Derivadas	Ecuaciones de onda Soluciones de onda unidimensionales y bidimensionales Función derivada. Propiedades de la derivada.

Tabla nº 5.21 - Contenidos seleccionados para la prueba del eje Energía

EJE DE CONTENIDO		SUBEJE DE CONTENIDO	CONTENIDOS SINTÉTICOS
FÍSICA	Energía	Dinámica de la partícula: Síntesis de Newton. Calor y temperatura	Estática y equilibrio. Trabajo de una fuerza. Rozamiento. Impulso y Momentum lineal. Energía. Fenómenos de expansión térmica. Escala termométrica.
MATEMÁTICA	Geometría Ecuaciones, inecuaciones y sistemas Cálculo diferencial e integral en una variable Modelos matemáticos de sistemas	Vectores geométricos Sistemas de ecuaciones lineales Derivadas Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales	Vectores en IR ² y en IR ³ Producto escalar, norma, producto vectorial Sistemas de n ecuaciones lineales con m incógnitas. Métodos de resolución de sistemas de ecuaciones, Derivada en un punto. Definición. Función derivada. Forma de cálculo. Método de separación de variables Ecuaciones de onda

5.3.4 DETERMINACIÓN DE LOS REDACTORES DE ÍTEMS, O DE LA BIBLIOGRAFÍA DE LA CUAL SE HAN DE OBTENER.

En el marco del presente trabajo los ítems propuestos para la prueba son ejercicios o problemas y se han elegido entre los que figuran en la bibliografía que sugieren los responsables de las cátedras involucradas.

Intervienen en la elección de ejercicios o problemas los docentes de las distintas asignaturas del área, responsables de la parte práctica y los profesores titulares.

La bibliografía utilizada es la siguiente:

📖 Lay, D. (2.007); *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*; Tercera edición; México: Pearson Educación.

📖 Bru, R. y otros (2.004); *Álgebra Lineal*; México: Editorial Alfaomega.

📖 Hernández, E. (1.998); *Álgebra y Geometría*; España: Editorial Iberoamericana.

📖 Arreola Risa (2.003), J. y otro; *Programación lineal*; México: Internacional Thomson Editores.

📖 Serway, R. y otro (2.005); *Física para Ciencias e Ingenierías*; Volumen I; México: Internacional Thomson Editores.

📖 Serway, R. y otro (2.005); *Física para Ciencias e Ingenierías*; Volumen II; México: Internacional Thomson Editores.

📖 Stewart, J. (2.003); *Cálculo de una variable*; Cuarta edición; Colombia: Internacional Thomson Editores.

5.4. PRIMERA REDACCIÓN DE LOS ÍTEMS

Si se tiene presente que las competencias se expresan en relación a un saber hacer, fundamentado en un saber, la tarea requerida al estudiante debe considerar no sólo lo que el alumno sabe, sino lo que es capaz de hacer con ese conocimiento en diversos contextos.

Ahora bien, como las competencias y los elementos de competencias en sí no son observables, es necesario la definición de *indicadores o criterios de desempeño*.

El *criterio de desempeño o indicador* es una conducta manifiesta, una evidencia, una señal, en el desempeño de un estudiante. Por ende, para la elección correcta de los problemas con posibilidades de ser incluidos en la prueba, es preciso que los criterios de desempeño se enuncien, en función a las competencias seleccionadas y a los contenidos disciplinares elegidos.

5.4.1 CRITERIOS DE DESEMPEÑO

En función a los contenidos seleccionados para la prueba, a las competencias definidas y a los objetivos de la prueba, se establecen los criterios de desempeño, los que se vuelcan en la tabla 5.22.

Son justamente estos criterios de desempeño los que definen el estándar de la prueba, es decir los que especifican el nivel suficiente de competencia que debe evidenciar el alumno en la realización del test.

La determinación de los criterios de desempeño que remiten a los distintos elementos de competencia, se realiza a partir del trabajo conjunto con los expertos de las subáreas Matemática y Física, que en este caso son los profesores titulares de las cátedras del área.

Tabla n° 5.22 – Criterios de desempeño

	Elemento de competencia	Criterio de desempeño
	<i>El alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>
FORMACIÓN LÓGICO DEDUCTIVA	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. • Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. • Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural.
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta. • Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas.
	Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. • Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. • Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos en una situación problemática.
HABILIDADES PARA LA COMUNICACIÓN ESCRITA	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza presentados en un problema. • Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.
	Utilizar sistemas de representación gráfica.	<ul style="list-style-type: none"> • Lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra. • Reconoce el concepto físico que se da a través de una representación gráfica. • Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural.

5.4.2 SELECCIÓN DE LOS PROBLEMAS

El producto obtenido del trabajo con los docentes, es una base de datos con ejercicios o problemas sugeridos para ser incluidos en la prueba, indicando para cada uno contenidos disciplinares y competencias involucrados, y también los indicadores o habilidades requeridas para su resolución en función a lo que se pretende medir con ellos.

En la selección de los ejercicios o problemas, además de tener presente las competencias y contenidos seleccionados para esta prueba, se debe respetar el modelo de problemas planteados en los ACCEDE, problemas de desarrollo que requieran por parte del alumno la integración de saberes.

En este sentido, por un lado, se consideran las aportaciones que realizara Jaime Salazar (2006) en los Talleres de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería organizados por CONFEDI. Este autor señala entre las características comunes a las distintas especialidades de la ingeniería, las que deben tenerse presentes en el momento de realizar una evaluación:

- Modelación de fenómenos y procesos.
- Resolución de problemas de ingeniería.
- Comprensión de textos en una segunda lengua.

La modelación implica la posesión de esquemas teóricos que representan una realidad, en general planteados desde el lenguaje matemático, el modelo se construye para facilitar la comprensión y el análisis de una situación.

La resolución de problemas de ingeniería, a partir de datos reales o hipotéticos, hace referencia a la posibilidad de encontrar la solución de una situación significativa a través del razonamiento, de un pensamiento reflexivo, del respeto y el conocimiento de los conceptos y reglas que se ponen en juego.

La comprensión de textos concernientes a la ingeniería, implica un adecuado manejo del lenguaje científico. No tan sólo en los aspectos formales de la lengua, sino también en la interpretación de tablas, gráficas y símbolos, lo que permite al estudiante la interpretación y organización de la información.

Por otro lado, se debe tener presente que la prueba en construcción se fundamenta en el modelo pedagógico didáctico de los ACCEDE, respecto de los cuales se ha concluido en que están sustentados en un modelo de ciencia centrado en el aprendizaje, con un modelo de enseñanza por competencias, con énfasis en el desempeño para resolver

problemas interdisciplinarios, lo que muestra un predominio constructivista desde el punto de vista pedagógico didáctico.

Es conveniente hacer algunas declaraciones respecto a los problemas y las condiciones para poder resolverlos, que puedan favorecer las decisiones en el momento de seleccionar un ejercicio.

En este sentido, se considera que un individuo necesita para abordar un problema del “saber”, es decir, debe poseer los conocimientos específicos del dominio de conducta al que pertenece el problema, pero además, debe poseer las habilidades y destrezas básicas que se requieren para resolverlo.

Se puede decir que la solución de un problema es un proceso compuesto por diferentes etapas. Coincidiendo con Pérez García¹⁵ este proceso requiere de las siguientes etapas: identificación del problema, comprensión del problema, planificación de la solución, ejecución de la solución y evaluación de los resultados.

La superación de cada una de las etapas mencionadas posiciona al estudiante en un dominio de conducta determinado.

- El identificar un problema no sólo expresa el reconocimiento del mismo respecto del contexto al cual pertenece, sino también, ubica al individuo en cuanto a su capacidad para reconocer un problema en estadios diferentes de evolución.
- La comprensión de un problema es la etapa en la que el alumno, entre otras cuestiones, recoge y analiza la información necesaria que le permita determinar la naturaleza del problema, los recursos y las limitaciones para resolverlo.
- En planificación de la solución, se procesa un plan, en el cual se deben seleccionar y ordenar las acciones a llevar a cabo consideradas apropiadas en función a las estrategias requeridas por la situación presentada y a la necesidad de obtener la solución.

¹⁵ Pérez García, A.; En torno a la solución de problemas; Biblioteca Virtual de CLACSO; consultada el 20/12/07

- En la etapa de ejecución se pone en marcha el plan elaborado, realizándole las correcciones que sean necesarias sobre la marcha. El valor agregado de esta fase en una situación problema implica la necesidad de reflexión por parte del alumno en función a los ajustes que deba realizar en el plan elaborado a priori.
- La evaluación de los resultados representa la instancia en la cual el individuo emite un juicio acerca de la solución que ha obtenido para valorar si la misma satisface las condiciones de solución esperadas.

Y una etapa que si bien no ha sido nombrada anteriormente y que es tan importante como las anteriores, es la comunicación de los resultados. En esta instancia se requiere del alumno el manejo del lenguaje apropiado, ya sea coloquial, gráfico o simbólico, que le permita manifestar correctamente los resultados obtenidos.

Citando textualmente a Pérez García¹²: *“La solución de un problema depende de cómo se realice cada etapa. Cada una se convierte en un factor potencialmente causal del fracaso. Por consiguiente, la calidad con que se lleve a cabo una o varias de ellas no determina el éxito de la solución. Si alguien planifica bien, pero parte de una interpretación errónea, ello bastará para que no alcance la meta deseada.”*

Esto pone de manifiesto la importancia que tiene la superación exitosa de cada una de las etapas del proceso de resolución de un problema, y por ende, se debe tener presente en el momento de la evaluación del alumno de qué manera se posiciona en cada una de ellas. Esta premisa impacta directamente en la redacción de los criterios de desempeño que conllevan a la definición de los criterios de corrección de la prueba en construcción.

Ahora bien, como con el objeto de mantener coherencia con los procedimientos que lleva a cabo CONEAU en la construcción de los test ACCEDE, se confecciona una tabla de especificaciones donde se relacionan los contenidos y competencias que han sido seleccionados para someter a verificación a través de la prueba.

Esta tabla nº 5.23 sirve de guía para los docentes en el momento de la validación de los ejercicios y problemas.

5.4.3 TABLA DE ESPECIFICACIONES

Tabla nº 5.23 – Tabla de especificaciones de contenidos y competencias

Aprendizajes fundamentales			Competencias						
Contenidos disciplinares			Nº de Problema	Formación lógica deductiva		Resolución de problemas		Habilidades para la comunicación escrita	
				Comprender conceptos y principios matemáticos	Reconocer expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza	Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema	Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados	Utilizar sistemas de representación gráfica
Interacciones	Cinemática Bidimensional: Movimientos en el plano y en el espacio Movimiento circular uniforme	Geometría: Vectores Cálculo diferencial e integral en una variable	1	X	X	X	X	X	
			2	X	X	X	X	X	
			3	X	X	X		X	X
			4	X	X	X		X	X
			5	X	X	X	X	X	
Energía	Dinámica de la partícula: Síntesis Newtoniana. Calor y temperatura: Fenómenos de expansión térmica.	Geometría: Vectores Ecuaciones y sistemas de ecuaciones Cálculo diferencial e integral en una variable Modelos matemáticos de sistemas	6	X	X	X		X	X
			7	X	X	X	X	X	
			8	X	X	X	X	X	
			9	X	X	X	X	X	
			10	X	X	X	X	X	X
			11	X	X	X	X	X	X
Ondas	Características ondulatorias de la materia: Onda vibrante. Movimiento armónico simple.	Modelos matemáticos de sistemas Cálculo diferencial e integral en una variable Geometría: Vectores	12	X	X	X		X	X
			13	X	X	X	X	X	X
			14	X	X	X		X	
			15	X	X	X		X	X

5.4.4 ANÁLISIS DE PROBLEMAS SELECCIONADOS

A continuación se presenta el análisis de los problemas que han sido seleccionados con posibilidades de ser incluidos en la prueba, y que posteriormente son sometidos a validación de contenido y validación de campo.

Para cada uno de ellos se enuncian los contenidos disciplinares que abarca, las competencias y elementos de competencias, que se pretende observar en su realización los que muestran en las tablas: 5.24 a 5.38.

Tabla nº 5.24 – Tabla de contenidos y competencias problema 1

Problema N° 1	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Cinemática bidimensional • Derivadas • Vectores geométricos
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla nº 5.25 – Tabla de contenidos y competencias problema 2

Problema N° 2	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Movimientos en el plano y en el espacio. • Derivadas • Vectores geométricos
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.26 – Tabla de contenidos y competencias problema 3

Problema N° 3	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Movimientos en el plano y en el espacio. • Derivadas • Integrales
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica.

Tabla n° 5.27 – Tabla de contenidos y competencias problema 4

Problema N° 4	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Movimientos en el plano y en el espacio. • Derivadas • Integrales
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de representación gráfica. • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.28 – Tabla de contenidos y competencias problema 5

Problema N° 5	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Movimientos en el plano y en el espacio. • Derivadas • Ecuaciones
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.29 – Tabla de contenidos y competencias problema 6

Problema N° 6	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de una fuerza variable • Funciones • Integral definida
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar sistemas de representación gráfica. • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.30– Tabla de contenidos y competencias problema 7

Problema N° 7	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Derivadas • Movimientos en el plano y en el espacio. • Dinámica de la partícula
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.31 – Tabla de contenidos y competencias problema 8

Problema N° 8	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis de Newton • Vectores geométricos • Funciones
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.32 – Tabla de contenidos y competencias problema 9

Problema N° 9	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de una fuerza externa • Funciones
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.33 – Tabla de contenidos y competencias problema 10

Problema N° 10	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Ecuaciones diferenciales • Calor y temperatura
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica

Tabla n° 5.34 – Tabla de contenidos y competencias problema 11

Problema N° 11	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Calor y temperatura • Sistemas de ecuaciones lineales
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica

Tabla nº 5.35 – Tabla de contenidos y competencias problema 12

Problema Nº 12	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> ● Ecuaciones diferenciales ● Ondas
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. ● Utilizar sistemas de representación gráfica

Tabla nº 5.36– Tabla de contenidos y competencias problema 13

Problema 13	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> ● Movimiento armónico simple ● Funciones ● Derivadas
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. ● Utilizar sistemas de representación gráfica.

Tabla nº 5.37– Tabla de contenidos y competencias problema 14

Problema 14	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> ● Movimiento ondulatorio ● Derivadas
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla n° 5.38 – Tabla de contenidos y competencias problema 15

Problema 15	
Contenidos disciplinares	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento ondulatorio • Funciones
Elementos de Competencias	
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Ahora bien, sólo resta enunciar las tareas que se requieren del alumno, en función a los contenidos disciplinares escogidos y a los problemas seleccionados en esos contextos.

En el presente trabajo, se consideran “**tareas**” aquellas acciones que debe efectuar un alumno para la resolución de una situación problemática, y son las que en este caso, remiten a los criterios de desempeño enunciados con anterioridad.

En los anexos al presente estudio se incorporan las tablas que ponen en relación las competencias, los elementos de competencias, los criterios de desempeño y las tareas que se requieren del alumno, en función a los contenidos fundamentales de Física y de Matemática que han sido determinados para la prueba y a los problemas seleccionados.

5.5. VALIDACIÓN DE CONTENIDO

La validación del contenido se realiza a través del análisis de especialistas determinando los aspectos a validar para cada ejercicio o problema: coherencia, representatividad, calidad técnica; construyendo el instrumento de observación para el juez; y realizando el análisis de los resultados.

Esta es tal vez la etapa más importante en la construcción del instrumento, ya que en palabras de Jesús Jornet (2.005) *“el análisis de ítem como finalidad fundamental ayuda al constructor de la prueba para elegir los elementos que mejor se ajusten a la lógica que subyace a la misma, la representatividad de los elementos respecto de los objetivos que se pretenden medir, la calidad técnica, la ausencia de elementos sesgados...”*¹⁶

5.5.1 INSTRUMENTO DE OBSERVACIÓN PARA EL JUEZ

El modelo de protocolo para la validez de contenido de los problemas por expertos está basado en el utilizado por el Departamento de Métodos de la Universidad de Granada, en el Programa de Doctorado: Intervención en Pedagogía y Psicopedagogía.

Una copia del protocolo para la validación enviado a los expertos y las devoluciones respectivas se adjuntan en la parte de anexos de este trabajo.

Se presenta a cada uno de los jueces escogidos el conjunto de problemas seleccionados y con posibilidades de ser incluidos en el instrumento. En cada uno de los mencionados ítems se especifican tanto los contenidos disciplinares como las competencias e elementos de competencia que involucra, en relación a lo que se pretende medir con ellos.

¹⁶ JORNET MELIÁ, J. y otros (2.005); Problemas de la Medición y Evaluación educativa, Estándares e Indicadores para Analizar la Realidad Educativa; Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación; Valencia; Universidad de Valencia.

Cada juez es informado de que esta prueba intenta conocer la situación del alumno con respecto a los campos de conducta definidos, a partir de lo cual se puede establecer el nivel de rendimiento del estudiante en función a la realización del test.

Se solicita a cada uno de los jueces la valoración de los ítems desde los tres criterios siguientes (Hambleton y Rovinelli, 1990):

- **Calidad técnica:** Es el grado en que el lenguaje utilizado (coloquial, simbólico y/o gráfico) en la enunciación del problema expresa con claridad, sin pistas falsas, la acción que debe realizar el alumno.
- **Representatividad:** Indica la medida en que cada problema formulado es considerado adecuado en función al contexto disciplinar que abarca.
- **Coherencia:** Expresa el nivel con que cada problema es capaz de medir las competencias que se proponen evaluar a través de él.

Para realizar la valoración el juez dispone en cada ítem de una escala, con amplitud entre 0 y 1, dividida en cinco valores: 0; 0.25; 0.50; 0.75 y 1 que se corresponden cualitativamente con POBRE; REGULAR; BUENO; MUY BUENO y EXCELENTE.

Los expertos escogidos son los siguientes:

 Artola, Eugenia

Profesora en Matemática, Física y Cosmografía. Licenciada en Matemática.

Miembro de la cátedra de Álgebra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza

 Azor, Jesús Rubén

Ingeniero en Electrónica y Electricidad y Doctor en Ingeniería.

Miembro de la cátedra de Matemática Superior de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza

 Calderón, Marcela

Profesora en Matemática, Física y Cosmografía

Miembro de la cátedra Física de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza

 Weidmann, Patricia

Ingeniera en Electrónica y Electricidad

Miembro de la cátedra de Cálculo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Mendoza

5.5. 2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA CONSULTA A EXPERTOS

De la valoración realizada por los expertos se calcula la congruencia entre las evaluaciones interjueces para estimar aquellas que obtengan en Coherencia, un índice de congruencia superior a 0.75 y mejorar la representatividad y calidad técnica del conjunto resultante.

Se sistematizan los datos de los cuatro jueces que participan de la valoración de contenido. Los resultados del análisis se vuelcan en las tablas 5.40 a 5.42.

✓ Coherencia:

Tabla n° 5.40 – Cálculo de media para coherencia problemas 1 al 5

	Coherencia problema 1	Coherencia problema 2	Coherencia problema 3	Coherencia problema 4	Coherencia problema 5
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	,9375	,8750	1,0000	1,0000	1,0000

Tabla n° 5.41 – Cálculo de media para coherencia problemas 6 al 10

	Coherencia problema 6	Coherencia problema 7	Coherencia problema 8	Coherencia problema 9	Coherencia problema 10
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	,9375	1,0000	,4375	1,0000	,9375

Tabla nº 5.42 – Cálculo de media para coherencia problemas 11 al 15

	Coherencia problema 11	Coherencia problema 12	Coherencia problema 13	Coherencia problema 14	Coherencia problema 15
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	1,0000	1,0000	,9375	1,0000	1,0000

Los quince problemas sometidos a validación de coherencia obtuvieron un índice de congruencia mayor a 0,75, calculado como el promedio de las valoraciones interjueces.

A continuación se muestran las tablas 5.43 a 5.48 correspondientes a las valoraciones de representatividad y calidad técnica.

- ✓ En calidad técnica los problemas número seis y ocho obtienen un promedio menor al adecuado.

Tabla nº 5.43 – Cálculo de media para calidad técnica problemas 1 al 5

	Calidad técnica problema 1	Calidad técnica problema 2	Calidad técnica problema 3	Calidad técnica problema 4	Calidad técnica problema 5
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	,8125	,8125	,9375	1,0000	,9375

Tabla nº 5.44 – Cálculo de media para calidad técnica problemas 6 al 10

	Calidad técnica problema 6	Calidad técnica problema 7	Calidad técnica problema 8	Calidad técnica problema 9	Calidad técnica problema 10
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	,7500	,8750	,5000	,9375	,8125

Tabla nº 5.45– Cálculo de media para calidad técnica problemas 11 al 15

	Calidad técnica problema 11	Calidad técnica problema 12	Calidad técnica problema 13	Calidad técnica problema 14	Calidad técnica problema 15
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	0	0	0	0	0
Media	,9375	,9375	,9375	1,0000	,8750

- ✓ En representatividad el problema número ocho obtiene un promedio muy bajo,

Tabla n° 5.46 – Cálculo de media para representatividad problemas 1 al 5

	Representatividad problema 1	Representatividad problema 2	Representatividad problema 3	Representatividad problema 4	Representatividad problema 5
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	1	1	1	1	1
Media	,9375	,8750	,9375	1,0000	1,0000

Tabla n° 5.47– Cálculo de media para representatividad problemas 6 al 10

	Representatividad problema 6	Representatividad problema 7	Representatividad problema 8	Representatividad problema 9	Representatividad problema 10
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	1	1	1	1	1
Media	,8125	,8750	,5000	,9375	,9375

Tabla n° 5.48– Cálculo de media para representatividad problemas 11 al 15

	Representatividad problema 11	Representatividad problema 12	Representatividad problema 13	Representatividad problema 14	Representatividad problema 15
N Válidos	4	4	4	4	4
Perdidos	1	1	1	1	1
Media	1,0000	1,0000	,9375	1,0000	1,0000

Como consecuencia del análisis realizado, los problemas número seis y ocho son revisados minuciosamente y reajustados, sin embargo se someten a la validación de campo para revisar el comportamiento de los alumnos al enfrentarlos.

5.6. REVISIÓN DE ÍTEMS

Revisados y mejorados los problemas como producto del análisis realizado en el apartado anterior, son sometidos a revisión por tres expertos del área, que no han participado como jueces en la instancia de validación.

Para ello se les asigna un formulario en el cual se les solicita:

- Resolver el problema, e indicar el tiempo que les demanda esta acción.
- Analizar y concluir para cada problema en cuanto a si la información suministrada es suficiente, si el enunciado presenta sesgos que pueden llegar a confundir al alumno, y si en su opinión la inclusión de algún esquema o gráfico aporta claridad a la formulación del problema.

De la revisión que realizan estos expertos, se retocan algunos enunciados y se ajusta la información suministrada en los problemas según las sugerencias recibidas, y se prepara el grupo de problemas para la validación de campo.

Estos docentes consideran que cada problema no requiere de más de 20 minutos para su resolución.

5.7. EXAMEN DE CAMPO DE LOS ÍTEMS Y ENSAMBLE DE LA PRUEBA

Para realizar la validación de campo, se selecciona una muestra de participantes del grupo a los cuales se aplicará el instrumento definitivo.

El grupo escogido posee una variedad de condiciones que se consideran significativas, por su posible impacto en la realización de los problemas. De este modo, se pretende indagar el comportamiento de los diferentes grupos ante las situaciones problemáticas presentadas, ya que si bien pertenecen a la población a la cual va dirigida la prueba, pueden presentar características que los diferencien, en función a los perfiles de las distintas especialidades de la ingeniería a la cual pertenecen.

El examen de campo se lleva a cabo seleccionando al azar alumnos de las distintas carreras de ingeniería que imparte la Universidad de Mendoza, y que en el año 2.007 han cursado tercer año, como mínimo dos por cada especialidad de la titulación.

5.7.1 EXAMEN DE CAMPO

Se suministra a los alumnos seleccionados la base de datos con los problemas que ya han superado la instancia de validación de contenido. En este sentido, cabe destacar que no se confeccionó un modelo de prueba para la validación de campo, sino que se validaron los problemas, uno por uno. Para, luego de haber superado la instancia de validación de campo, realizar una nueva selección de los problemas a incluir en la confección definitiva de la prueba.

Se sistematizan los resultados obtenidos de esta instancia, y se efectúa el análisis de los reactivos en cuanto al:

- “**Índice de dificultad**”: indica el grado de dificultad que tienen los alumnos para resolver cada situación.

Para calcular el índice de dificultad se adopta en este trabajo la referencia al número de errores a través de la expresión:

$$I_d = \frac{E}{n}$$

En donde I_d es el índice de dificultad, E el número de respuestas incorrectas en el problema, n número total de alumnos.

La escala que suele considerarse en el ámbito educativo es:

Índice de dificultad $< 0,15 \Rightarrow$ muy fácil

Índice de dificultad entre 0,15 y 0,40 \Rightarrow fácil

Índice de dificultad entre 0,40 y 0,60 \Rightarrow normal

Índice de dificultad entre 0,60 y 0,85 \Rightarrow difícil

Índice de dificultad $> 0,85 \Rightarrow$ muy difícil

Por lo tanto, en el presente estudio se consideran con posibilidades de integrar la prueba, aquellos problemas cuyo índice de dificultad varíe entre 0,40 y 0,60.

También se realiza la revisión de aquellos problemas en los cuales el índice de dificultad es demasiado alto (mayor a 0,85) para detectar si presenta fallas de calidad técnica, o cualquier otro rasgo significativo.

- “**Índice de discriminación**”: una situación discrimina si diferencia entre los alumnos competentes y los incompetentes en la resolución.

Para calcular el índice de discriminación en este trabajo se utiliza el criterio de las dos mitades. Se clasifican las respuestas de los alumnos, para cada problema, en dos grupos equitativos: A_S los que obtienen puntuación por encima de la mediana, A_I los que obtienen puntuación por debajo de la mediana. Si hay problemas en los cuales se registran puntuaciones iguales a la mediana, se reparten equitativamente entre los dos grupos mencionados anteriormente.

El índice de discriminación de cada problema “i” se calcula: $D_i = A_S - A_I$

D_i : es el índice de discriminación del problema i

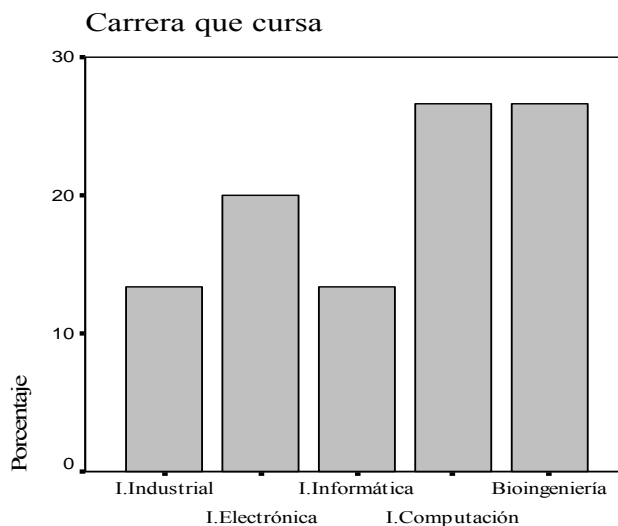
En el ámbito educativo se considera que si el índice de discriminación es positivo y superior al 10% del total de alumnos que pasaron la instancia de validación de campo, el ítem discrimina. Este es el criterio que se sigue en el presente estudio.

✓ La siguiente tabla n° 5.49 muestra la distribución de alumnos participantes en la instancia de validación de campo en relación con la carrera que cursan, y se ilustra con el gráfico de barras 5.11.

Tabla n° 5.49 – Porcentaje alumnos por Carrera instancia validación de campo

		Porcentaje	Porcentaje acumulado
Válidos	I. Industrial	13,3	13,3
	I. Electrónica	20,0	33,3
	I. Informática	13,3	46,7
	I. Computación	26,7	73,3
	Bioingeniería	26,7	100,0
	Total	100,0	

Gráfico n° 5.11 – Porcentaje alumnos por carrera en la instancia de validación de campo



Las carreras con mayor presencia en la instancia de validación son Ingeniería en Computación y Bioingeniería. Sin embargo, el número de alumnos por carrera estuvo acorde a lo planificado.

Según los resultados obtenidos se calculan los índices de dificultad y de discriminación para cada problema, los que se vuelcan en la tabla 5.50.

Tabla n° 5.50 – Cálculo de índice de dificultad e índice de discriminación por problema

N° problema	Índice de dificultad	Índice de discriminación
1	0,6	-20%
2	0,4	20%
3	0,5	20%
4	0,4	20%
5	0,4	20%
6	1	-100%
7	0,4	20%
8	0,8	-60%

N° problema	Índice de dificultad	Índice de discriminación
9	0,6	-20%
10	1	-100%
11	0,4	20%
12	1	-100%
13	1	-100%
14	0,5	20%
15	0,6	-20%

El producto de la validación de campo es el conjunto definitivo de problemas que tienen posibilidad de integrar la prueba. Es decir aquellos que alcanzaron un índice de dificultad entre 0,40 y 0,60, y un índice de discriminación mayor al 10% del total de alumnos que validaron los problemas.

Del simple análisis de la tabla anterior se pueden realizar varias observaciones.

- Hay cuatro problemas que no resuelve satisfactoriamente ningún alumno, y sin embargo los expertos, que son los docentes responsables de las cátedras que proponen ese tipo de problemas, los valoran con índices muy superiores al 75 % en coherencia, representatividad y calidad técnica.
- Los cinco primeros problemas corresponden a Interacciones, de ellos cuatro están en condiciones de integrar la prueba (el 80%). De los seis problemas de Energía que se validaron, sólo dos alcanzan los índices necesarios para formar parte de la prueba (el 40%). De los cuatro problemas de ondas presentados, uno solo supera la instancia de validación de campo (el 25%).
- La resolución insatisfactoria de algunos problemas, que los docentes han considerados acertados para incluir en esta prueba, debe ser capaz de generar instancias de reflexión al respecto. Ya que en algunos casos no se reconoce la herramienta matemática necesaria para la resolución, pero la mayoría las fallas

detectadas corresponden a que no han reconocido el modelo que explica el fenómeno natural, o bien han aplicado incorrectamente las ecuaciones que los representan.

- Desde el punto de vista de la subárea Matemática, ningún alumno responde correctamente los problemas que requieren de la utilización de ecuaciones diferenciales.

En síntesis, hay siete problemas que superan la instancia de validación de campo.

5.7. 2 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DE LA PRUEBA

En el análisis de los test ACCEDE realizado en el trabajo presentado en el DEA por la investigadora, se concluye que la longitud de la prueba es inapropiada, ya que presenta seis situaciones problemas complejas, que incluyen más de dos subproblemas cada una, requiriendo un total de cuatro horas reloj para su resolución, al menos en lo que considera CONEAU como tiempo previsto para la prueba.

En el presente estudio, si bien se han respetado los procedimientos y el modelo pedagógico didáctico del ACCEDE elaborado por CONEAU, no se considera adecuado elaborar un instrumento que precise más de dos horas reloj para su resolución.

Por otro lado, hay que tener presente que no se trata de ítems de múltiple opción, sino, como dice Contreras Niño (2.007), de reactivos de respuesta construida, es decir, situaciones que ponen a prueba la posesión de conocimientos disciplinares, la integración de saberes de ambas disciplinas (Física y Matemática) y la puesta en práctica de procedimientos y habilidades para superar los cuestionamientos, a la vez que se requiere la construcción de una respuesta escrita.

En función a lo antedicho, considerando los tiempos cronometrados de resolución de los alumnos que participan de la validación de campo, y teniendo en cuenta los tiempos que

consideran los docentes del área que requieren los problemas para su resolución, se determina que la prueba a aplicar consta de cuatro problemas, a escoger entre los validados previamente.

5.7.3 RESPUESTAS Y CLAVES DE PUNTUACIÓN

Los docentes de la asignatura Física resuelven los problemas, con lo cual se arma el cuadernillo de respuestas, además sugieren para cada uno de ellos el puntaje correspondiente a cada tarea que debe realizar el estudiante para solucionarlo.

Estos puntajes son discutidos con los docentes referentes de las asignaturas de la subárea Matemática, para consensuar los puntajes asignados en función a los resultados esperados.

Con los valores consensuados se completa el cuadernillo de respuestas, para ser utilizado en la corrección de las pruebas.

↪ Se asigna como puntaje total para cada problema “10 puntos” los cuales se distribuyen en los tres criterios de corrección, en función al nivel de dificultad de la situación presentada, lo que se esquematiza en la tabla 5.58.

Criterios de corrección:

1. Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.
2. Cálculo o cálculo analítico (Capacidad para realizar cálculo o cálculo analítico en la resolución de un problema)
3. Capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.

Teniendo siempre en cuenta que a su vez los criterios de corrección coinciden con las dimensiones de competencia: 1. Formación lógico deductiva, 2. Resolución de problemas, 3. Habilidades para la comunicación escrita.

Tabla n° 5.51 – Esquematización de la asignación de puntajes por criterios de corrección

Criterio de corrección	Total puntos por criterio de corrección
1	Puntos criterio 1
2	Puntos criterio 2
3	Puntos criterio 3
Total	10 puntos

↪ Además, los puntajes asignados por criterio son distribuidos en relación a los elementos de competencia que sustentan cada criterio de corrección, en relación a los cuestionamientos que cada problema presenta.

Elementos de competencia:

- 1.1 Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.
- 1.2 Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
- 2.1 Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.
- 2.2 Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
- 3.1 Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.
- 3.2 Utilizar sistemas de representación gráfica.

↪ También, en la asignación de puntajes se consideran los criterios de desempeño que remiten a los elementos de competencia mencionados. Ya que son

justamente estos criterios de desempeño los que definen el estándar de la prueba, especificando el nivel que debe demostrar un alumno para considerar que posee un nivel en el dominio educativo definido.

Esta discriminación en la asignación de puntajes pretende que la sistematización de los resultados conlleve a un análisis pormenorizado, en el cual se puedan realizar inferencias respecto a las competencias logradas, y también respecto a los criterios de desempeño.

5.7.4 ENSAMBLE DE LA PRUEBA

El ensamble de la prueba se realiza seleccionando, del grupo de problemas validados, cuatro, en función al tiempo que han definido para la resolución los especialistas antes consultados, en relación a las competencias que se pretende observar, y teniendo en cuenta que los elegidos abarquen las tres grandes ideas de la Física: Interacciones, Energía y Ondas.

A continuación se muestran, en las tablas 5.52 a 5.55, respecto a los problemas seleccionados los contenidos disciplinares que abarcan y las competencias que se pretende medir.

Tabla nº 5.52 – Contenidos disciplinares, competencias y elementos de competencia problema “A”

problema	Contenidos disciplinares	Competencias	
A	<ul style="list-style-type: none"> ● Cinemática bidimensional: Ecuaciones de posición, de velocidad, de aceleración. ● Derivadas: Función derivada primera y segunda. Cálculo. ● Integrales: Integral indefinida. 	Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
		Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
		Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. ● Utilizar sistemas de representación gráfica.

Tabla nº 5.53 – Contenidos disciplinares, competencias y elementos de competencia problema “B”

problema	Contenidos disciplinares	Competencias	
B	<ul style="list-style-type: none"> • Dinámica de la partícula: Síntesis de Newton. Momentum lineal. • Vectores geométricos: ecuaciones cartesianas. Módulo. • Derivadas: Función derivada primera y derivada segunda. Cálculo. 	Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
		Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
		Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.

Tabla nº 5.54 – Contenidos disciplinares, competencias y elementos de competencia problema “C”

problema	Contenidos disciplinares	Competencias	
C	<ul style="list-style-type: none"> • Calor y temperatura. Transferencia de calor. • Sistemas de ecuaciones lineales. Interpretación y resolución. 	Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
		Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
		Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica.

Tabla nº 555 – Contenidos disciplinares, competencias y elementos de competencia problema “D”

problema	Contenidos disciplinares	Competencias	
D	<ul style="list-style-type: none"> • Ondas: Movimiento Armónico Simple Ecuación de onda • Derivadas: Función derivada primera y derivada segunda. Cálculo. 	Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. • Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.
		Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. • Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.
		Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> • Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. • Utilizar sistemas de representación gráfica.

En los siguientes cuadros: tablas 5.56 a 5.59, se ponen en relación las competencias y los criterios de desempeño por cada problema escogido para la prueba.

Tabla nº 5.56 – Competencias, elementos de competencia y criterios de desempeño problema “A”

Competencias		Criterios de desempeño
<i>Un alumno es capaz de:</i>		<i>Si:</i>
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. 	<ul style="list-style-type: none"> Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas.
	<ul style="list-style-type: none"> Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos en una situación problemática.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.
	<ul style="list-style-type: none"> Utilizar sistemas de representación gráfica. 	<ul style="list-style-type: none"> Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural.

Tabla nº 5.57– Competencias, elementos de competencia y criterios de desempeño problema “B”

Competencias		Criterios de desempeño
<i>Un alumno es capaz de:</i>		<i>Si:</i>
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos en una situación problemática.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza presentados en un problema. Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.

Tabla nº 5.58 – Competencias, elementos de competencia y criterios de desempeño problema “C”

Competencias		Criterios de desempeño
<i>Un alumno es capaz de:</i>		<i>Si:</i>
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. 	- Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. - Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta. - Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. - Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. 	- Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar sistemas de representación gráfica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra. - Reconoce el concepto físico que se da a través de una representación gráfica.

Tabla nº 5.59 – Competencias, elementos de competencia y criterios de desempeño problema “D”

Competencias		Criterios de desempeño
<i>Un alumno es capaz de:</i>		<i>Si:</i>
Formación Lógico Deductiva	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. - Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza. 	- Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa.
Resolución de problemas	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa. 	- Asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. - Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema.
Habilidades para la comunicación escrita	<ul style="list-style-type: none"> ● Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza presentados en un problema. - Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilizar sistemas de representación gráfica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural. - Reconoce el concepto físico que se da a través de una representación gráfica.

A continuación se muestra el instrumento construido:



EXAMEN DE CIENCIAS BÁSICAS
SUBÁREAS FÍSICA Y MATEMÁTICA

Código: _____

Datos del alumno

Carrera que cursa: _____

Año que inició la carrera: _____ Sexo: _____ Edad: _____

¿Cursó en esta Facultad las asignaturas del área de la Matemática y de la Física? _____

Lea con atención los siguientes problemas y haga su mejor esfuerzo para intentar resolverlos.

Los problemas provienen de la Física, considerando como soporte a la Matemática, en función a que la prueba no evalúa las disciplinas separadamente, sino que pretende observar el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencia del área en su conjunto.

Problema A:

El 24 de abril de 1.990 el trasbordador espacial Discovery desplegó el telescopio espacial Hubble.

Un modelo para la velocidad del trasbordador durante esta misión, desde el despegue en $t = 0$ s hasta que los cohetes auxiliares de combustible sólido se desprendieron en $t = 126$ s, se expresa mediante la ecuación:

$$v(t) = 0.001302 t^3 - 0.09029 t^2 + 23.61 t - 3.083 \quad (\text{expresada en pies/s})$$

- Estime los valores máximos y mínimos absolutos de la aceleración del trasbordador entre el despegue y el desprendimiento de los cohetes auxiliares.
- Realice una gráfica aproximada de la aceleración respecto del tiempo que represente los resultados que obtuvo.
- Determine una ecuación para la posición del trasbordador en cualquier instante t .
- Interprete físicamente el valor de la velocidad para $t = 0$ s

Tenga en cuenta que:

$$a(t) = \frac{d^2 r}{dt^2}$$

$$s(t) = \int_{t_0}^{t_f} v(t) dt$$

(Posición)

Problema B:

Debido a un campo de fuerza, una partícula de 2 g de masa se mueve a lo largo de una curva en el espacio. La ecuación de su vector posición está dada por:

$$\vec{r} = (2 t^3 + t) \vec{i} + (3 t^4 - t^2 + 8) \vec{j} - 12 t^2 \vec{k}$$

Halle en cualquier momento de la trayectoria:

- a) Una ecuación para la velocidad
- b) Una ecuación para la aceleración
- c) Una ecuación para el momentum
- d) Halle e interprete cada una de estas magnitudes para $t = 0$ s

Tenga en cuenta que: $v(t) = \frac{dr}{dt}$ $a(t) = \frac{d^2r}{dt^2}$ $p = m \cdot v$

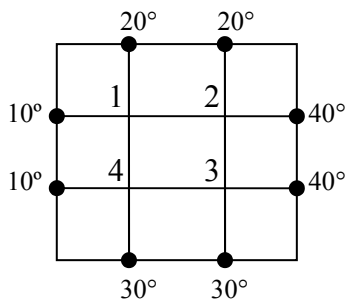
Problema C:

Un aspecto importante en el estudio de la transferencia de calor es determinar la distribución de temperatura en estado estable sobre una placa delgada cuando se conoce la temperatura presente alrededor de los bordes.

Suponga que la placa mostrada en la figura representa la sección transversal de una viga de metal, con un flujo de calor insignificante en la dirección perpendicular a la placa.

Sean T1, T2, T3, T4, las temperaturas en los cuatro nodos interiores de la malla que muestra la figura.

En cada nodo la temperatura es aproximadamente igual al promedio de los cuatro nodos más cercanos, a la izquierda, a la derecha, abajo y arriba.



Por ejemplo la ecuación para T1 es:
 $T1 = (10^\circ + 20^\circ + T2 + T4) / 4$

- a) Con los datos suministrados por la gráfica, escriba un sistema de ecuaciones cuya solución proporcione un estimado para las temperaturas T1, T2, T3, T4
- b) Resuelva el sistema de ecuaciones e indique cuál es la temperatura estimada de los nodos interiores de la malla.
- c) Si se duplica la temperatura en los bordes extremos, ¿que sucede con la temperatura en los nodos interiores?
- d) Considerando que la placa esta constituida de cierto material cuyo coeficiente de expansión lineal es “ α ”, y que posee una superficie inicial S_i , a una temperatura promedio inicial t_i , al duplicar esa temperatura, ¿que sucede con la superficie de la placa?

Problema D:

Una onda se propaga por una cuerda según la siguiente ecuación, dada en unidades del Sistema Internacional.

$$y = 0,2 \cos (2 t - 0,1 x)$$

Determine:

- La longitud de onda y la velocidad de propagación
- El valor de la velocidad y la aceleración de una partícula situada en $x = 0,2$ m en el instante $t = 0,5$ s
- Represente gráficamente en función del tiempo las posiciones de dos puntos situados sobre la cuerda a $\lambda/2$ m de distancia.

Tenga en cuenta que:

$$v(t) = \frac{dy}{dt} \quad a(t) = \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$y(x, t) = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \right] \quad \text{donde} \quad \lambda = v T$$

► Se puede observar en el instrumento que cada uno de los problemas contiene la información necesaria para poder resolverlo. No se solicita al alumno el conocimiento memorístico para recordar una expresión matemática que represente un fenómeno físico, pero si se requiere el conocimiento disciplinar y la destreza para utilizar esa información en el contexto del problema.

► En la instancia de validación de campo de los problemas, se presentaron algunos con mayores niveles de dificultad que estos escogidos, pero no pudieron seleccionarse por no lograr el índice de discriminación y el índice de dificultad pautado para la construcción de la prueba.

► El orden en que se presentan los cuatro problemas no implica nivel de dificultad creciente, es dentro de cada uno de ellos, en las preguntas o subproblemas que contienen, donde se pone de manifiesto el grado de complejidad.

CAPÍTULO SEIS

LA INVESTIGACIÓN

SEGUNDA PARTE

LA APLICACIÓN DEL

INSTRUMENTO

LA APLICACIÓN DEL INSTRUMENTO

6.1. APLICACIÓN Y CORRECCIÓN DE LAS PRUEBAS

La prueba se aplica a los alumnos que en ciclo 2.007 cursaron tercer año de las carreras de ingeniería en la Universidad de Mendoza, y que han cursado y aprobado las asignaturas del área de las Ciencias Básicas.

En el capítulo tres del presente estudio se definen población y muestra, sin embargo se considera acertado mencionarlos nuevamente en esta instancia.

Población: 141 (ciento cuarenta y uno) alumnos de las cinco especialidades de ingeniería que se dictan en la Universidad de Mendoza están inscriptos en tercer año en el ciclo 2.007.

Ochenta (80) de ellos a febrero de 2.008, han rendido y aprobado las asignaturas del campo disciplinar que abarca la prueba.

Participan de la instancia de validación de campo: **15** (quince) alumnos.

La muestra se constituye con **65** (sesenta y cinco) alumnos, de los 80 de la muestra se excluyen los que participan en la validación de campo.

Se presentan a la instancia de evaluación **34** (treinta y cuatro) alumnos. La asistencia a la instancia de evaluación es voluntaria y anónima.

La prueba tiene un total de cuarenta puntos, distribuidos en diez puntos por problema. Se califica cada prueba y se asigna el puntaje total a cada alumno, el puntaje parcial por criterio de corrección, el puntaje parcial por elemento de competencia y el puntaje

parcial por criterio de desempeño, con el objeto de sistematizar y analizar los datos con mayor detalle.

A cada problema se asigna el puntaje tomando como referencia a los criterios de corrección antes definidos, en relación al grado de complejidad de cada situación.

Los criterios de corrección determinados son:

- 1. Manejo de conceptos, formulación del planteo y manejo de información.**
- 2. Cálculo o cálculo analítico**
- 3. Capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general.**

Los criterios de corrección se corresponden estrechamente con las competencias que permiten definir el mapa funcional:

- 1. Formación Lógico Deductiva**
- 2. Resolución de problemas**
- 3. Habilidades para la comunicación escrita**

En el total de la prueba se asignan los siguientes puntajes y sus correspondientes porcentajes, atendiendo a los criterios de corrección estipulados:

Puntajes	Porcentajes	
14,25	35,6%	Criterio de corrección 1
14	35 %	Criterio de corrección 2
<u>11,75</u>	<u>29,4%</u>	Criterio de corrección 3
40,00	100%	

Los puntajes asignados se distribuyen por criterio de corrección en cada uno de los problemas según se expone en la tabla 6.1.

Tabla n° 6.1 - Distribución de puntajes asignados por criterio de corrección.

Problema	Criterios	puntaje	%
A	1	4	40
	2	4	40
	3	2	20
B	1	4,50	45
	2	2,50	25
	3	3	30
C	1	3	30
	2	4	40
	3	3	30
D	1	2,75	27,5
	2	3,50	35
	3	3,75	37,5

Las tablas 6.2 a 6.5 muestran la discriminación de la asignación de puntaje para cada criterio de corrección y los correspondientes a las competencias.

Tabla nº 6.2 - Asignación de puntajes problema “A”

Problema A								
Criterio de corrección	Puntaje por crit.de corr.		Elementos de Competencias	Criterios de desempeño	Tareas requeridas al alumno	Puntaje por crit.de desemp.	Puntaje por competencia	
			<i>Un alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>	<i>Para lo cual debe:</i>			
1	4p	Formación lógico deductiva	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. 	Reconocer que la derivada primera de la velocidad es una ecuación para la aceleración. Reconocer que la derivada de la aceleración es una ecuación que permite determinar los puntos críticos para hallar los extremos absolutos. Reconocer a la integral definida como instrumento para determinar una ecuación para la posición.	1,25	2,25	
				<ul style="list-style-type: none"> Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema. 	Hallar la función derivada primera de una dada. Hallar la primitiva de la ecuación de velocidad.			1,00
			Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. 	Identificar la ecuación de velocidad y a partir de ella genera estrategias de resolución.	0,75		1,75
				<ul style="list-style-type: none"> Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural. 	Interpretar y aplicar la ecuación que permite determinar los puntos críticos.	1,00		
2	4p	Resolución de problemas	Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.	<ul style="list-style-type: none"> Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas. 	Interpretar físicamente el valor de la velocidad para un instante determinado.	1,25	1,25	
			Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. 	Interpretar que los valores de la aceleración en los puntos críticos son los extremos absolutos de una función.	1,25		2,75
				<ul style="list-style-type: none"> Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. 	Calcular los valores de la aceleración en los puntos críticos.	0,50		
				Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos	Explicar el valor negativo de la velocidad en $t = 0s$	1,00		
3	2p	Habilidades para la comunicación escrita	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza. 	Asociar los valores de las magnitudes intervinientes en el problema para producir una respuesta.	1,00	1,00	
			Utilizar sistemas de representación gráfica.	<ul style="list-style-type: none"> Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural. 	Representar gráficamente los valores de las variables involucradas en un problema.	1,00	1,00	
	10p					10p	10p	

Tabla nº 6.3 - Asignación de puntajes problema “B”

Problema B							
Criterio de corrección	Puntaje por crit.de corr.		Elementos de Competencias	Criterios de desempeño	Tareas requeridas al alumno	Puntaje por crit.de desemp.	Puntaje por competencia
			<i>Un alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>	<i>Para lo cual debe:</i>		
1	4,50p	Formación lógico deductiva	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. 	Reconocer que la derivada primera y la derivada segunda de la ecuación de posición constituyen el instrumento adecuado para obtener una ecuación para la velocidad y una ecuación para la aceleración.	1,00	3,50
				<ul style="list-style-type: none"> Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema. 	Hallar la función derivada primera y la función derivada segunda de una ecuación dada. Determinar una ecuación para la velocidad, una para la aceleración y una para el momentum	2,50	
			Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. 	Identificar la expresión matemática asociada a la posición de una partícula en el espacio. Identificar la ecuación de definición del momentum.	1,00	1,00
2	2,50p	Resolución de problemas	Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. 	Calcular la velocidad, la aceleración, el momentum en un instante dado.	1,00	2,50
				<ul style="list-style-type: none"> Analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos en una situación problemática. 	Interpretar los valores obtenidos en distintos momentos para las magnitudes intervinientes.	1,50	
3	3p	Habilidades para la comunicación escrita	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza presentados en un problema. 	Identificar la relación cartesiana de una ecuación en el espacio.	2,00	3,00
				<ul style="list-style-type: none"> Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza. 	Producir una respuesta a partir del análisis e interpretación de los valores obtenidos para las magnitudes intervinientes.	1,00	
	10p					10p	10p

Tabla nº 6.4 - Asignación de puntajes problema “C”

Problema C							
Criterio de corrección	Puntaje por crit. de corr.		Elementos de Competencias	Criterios de desempeño	Tareas requeridas al alumno	Puntaje por crit. de desemp.	Puntaje por competencia
			<i>Un alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>	<i>Para lo cual debe:</i>		
1	3 p	Formación lógico deductiva	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema. 	Aplicar los métodos apropiados para resolver un sistema de ecuaciones lineales.	1,00	1
			Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. 	Identificar cada ecuación con la distribución de temperatura en cada nodo interior.	1,00	2
				<ul style="list-style-type: none"> • Construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural. 	Generar un sistema de ecuaciones lineales que represente al conjunto de datos mostrados en la gráfica.	1,00	
2	4 p	Resolución de problemas	Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.	<ul style="list-style-type: none"> • Asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta. 	Relacionar el resultado del sistema de ecuaciones lineales a los valores de las temperaturas en los nodos interiores de la malla.	1,00	2
				<ul style="list-style-type: none"> • Explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas. 	Identificar propiedades matemáticas asociadas a los sistemas de ecuaciones para realizar inferencias respecto del fenómeno físico.	1,00	
			Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural 	Reconocer que los resultados obtenidos al resolver el sistema de ecuaciones se corresponden con las temperaturas de los nodos interiores.	1,00	2
				<ul style="list-style-type: none"> • Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. 	Resolver un sistema de ecuaciones lineales.	1,00	
3	3 p	Habilidades para la comunicación escrita	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza. 	Generar una respuesta en función a los valores de las variables involucradas en el problema.	1,00	1
			Utilizar sistemas de representación gráfica	<ul style="list-style-type: none"> • Lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra. 	Identificar y extraer los datos de un problema dados a través de una gráfica.	1,25	2
				<ul style="list-style-type: none"> • Reconoce el concepto físico que se da a través de una representación gráfica. 	Identificar la distribución de calor en distintos nodos de una placa en dibujo esquemático.	0,75	
	10p					10p	10p

Tabla nº 6.5 - Asignación de puntajes problema “D”

Problema D							
Criterio de corrección	Puntaje por crit.de corr.		Elementos de Competencias	Criterios de desempeño	Tareas requeridas al alumno	Puntaje por crit.de desemp.	Puntaje por competencia
			<i>Un alumno es capaz de:</i>	<i>Si:</i>	<i>Para lo cual debe:</i>		
1	2,75p	Formación lógico deductiva	Comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar un problema. Emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema. 	Identificar a la función derivada de la posición como el instrumento necesario para determinar la ecuación de la velocidad y de la aceleración de un punto de la onda. Hallar la función derivada primera y la función derivada segunda de la ecuación de posición.	0,75	1,75
			Reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza	<ul style="list-style-type: none"> Asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa. 	Identificar la ecuación general de una onda armónica unidimensional. Identificar la ecuación de la velocidad de propagación de una onda.	1,00	
			Establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa.	<ul style="list-style-type: none"> Asocia el conocimiento físico con el matemático que lo sustenta. 	Interpretar la ecuación de propagación de una onda para determinar los valores de las magnitudes involucradas.	0,75	0,75
2	3,50p	Resolución de problemas	Establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema.	<ul style="list-style-type: none"> Identifica las variables involucradas en el fenómeno natural. Determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema. 	Comparar la ecuación general de una onda armónica unidimensional con la dada para determinar el valor de las magnitudes características. Calcular correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema.	2,00	2,75
						0,75	
3	3,75p	Habilidades para la comunicación escrita	Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados.	<ul style="list-style-type: none"> Lee e interpreta físicamente los símbolos y signos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza representados en un problema. Genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos; expresiones cualitativas y cuantitativas de fenómenos de la naturaleza. 	Identificar la ecuación de posición del movimiento ondulatorio. Asociar los valores obtenidos de las magnitudes que intervienen en un problema para generar una respuesta	0,75	1,50
						0,75	
			Utilizar sistemas de representación gráfica	<ul style="list-style-type: none"> Construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural. Reconoce el concepto físico a partir de una representación gráfica. 	Confeccionar un gráfico posición tiempo en ejes cartesianos para ilustrar la posición de un punto situado sobre una cuerda. Asociar una gráfica representativa del movimiento armónico simple para valerse en una situación particular a resolver.	1,50	2,25
	10p					10p	10p

6.2. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Una vez finalizada la instancia de corrección de las pruebas, y asignados los puntajes correspondientes según lo definido anteriormente, se procede a la sistematización de los datos recogidos.

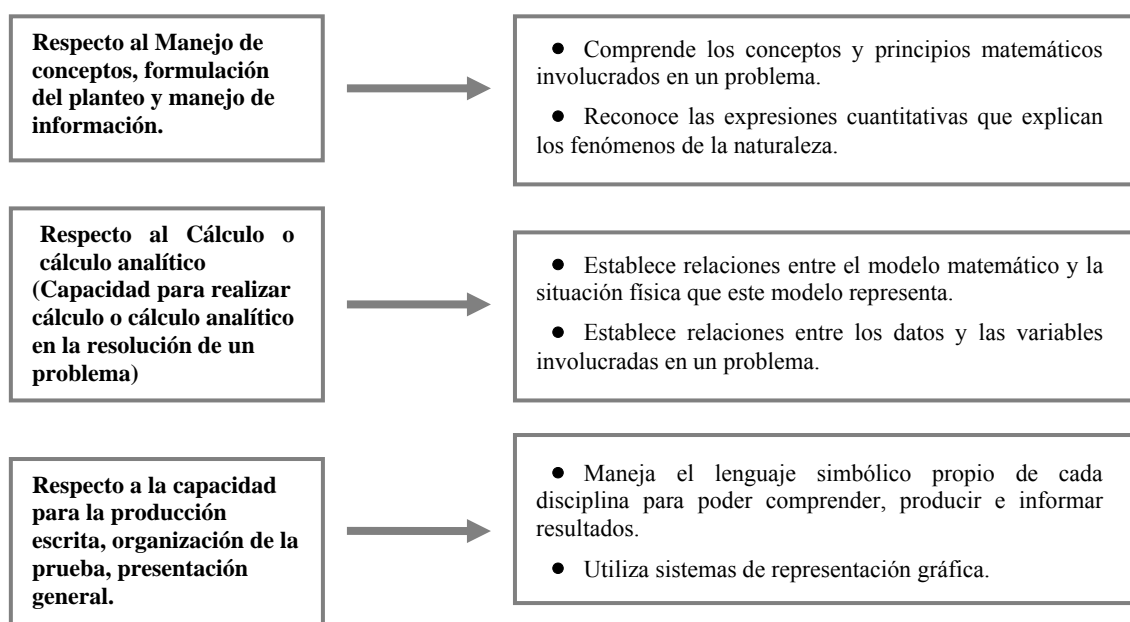
Se utilizan el software SPSS 11.5 para Windows y Microsoft Office Excel 2003 para el tratamiento de la información.

El análisis de los datos se realiza teniendo en cuenta la variable de trabajo previamente definida:

“Capacidad para integrar conceptos y competencias”: Cuánto sabe el alumno de cada disciplina y en qué modo puede integrar ese saber en diferentes contextos, en relación al nivel de calidad exigible ya definido.

Para lo cual en el capítulo correspondiente a la metodología de trabajo se señalan los indicadores que remiten a esta variable, los que se muestran en el siguiente cuadro:

- *Un alumno posee conocimientos fundamentales en el área de las Ciencias Básicas, subáreas Matemática y Física, y es capaz de integrarlos horizontal y verticalmente en diversas situaciones si:*



Un primer acercamiento a los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba se puede encontrar en los puntajes totales por alumno. Si bien, este dato no se considera relevante en el análisis que se ha planificado realizar en esta investigación, si puede aportar un panorama general de la situación.

↪ Se han sistematizado los puntajes totales obtenidos por alumno en la prueba. La tabla 6.6 recoge la distribución de frecuencia y la gráfica 6.1 ilustra la situación. La intención es asumir una visión general de la situación manifiesta de los evaluados.

Como se mencionara anteriormente la prueba consta de un total de 40 puntos. Los datos obtenidos se agrupan según el siguiente criterio:

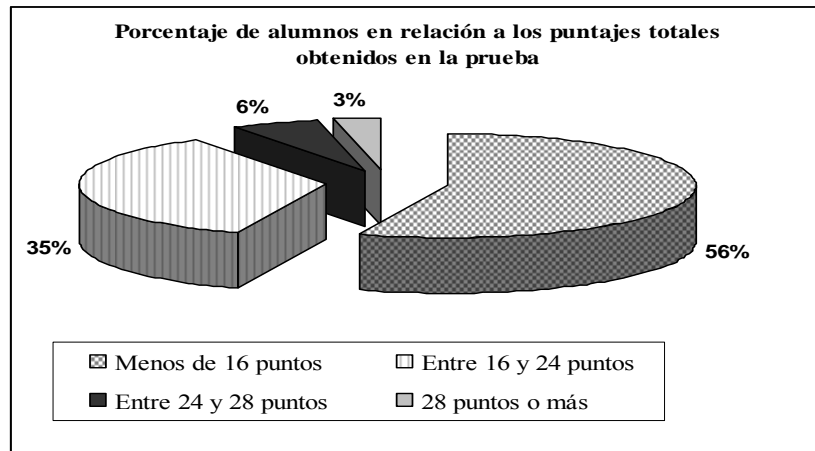
- ▶ Alumnos que obtienen **menos de 16 puntos**.
- ▶ Alumnos que obtienen **desde 16 hasta 24 puntos**.
- ▶ Alumnos que obtienen **desde 24 hasta 28 puntos**.
- ▶ Alumnos que obtienen **28 puntos o más**.

Tabla nº 6.6 – Distribución de frecuencia puntaje total de la prueba

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Menos de 16 puntos	19	55,9
	Entre 16 y 24 puntos	12	35,3
	Entre 24 y 28 puntos	2	5,9
	28 puntos o más	1	2,9
	Total	34	100,0

El 56% de los alumnos evaluados obtiene una puntuación inferior a los 16 puntos, el 12% obtiene entre 16 y 24 puntos. El 9% restante obtiene una puntuación que se relaciona con una realización correcta del test en general.

Gráfico nº 6.1 – Porcentajes de alumnos en función a los puntajes totales en la prueba

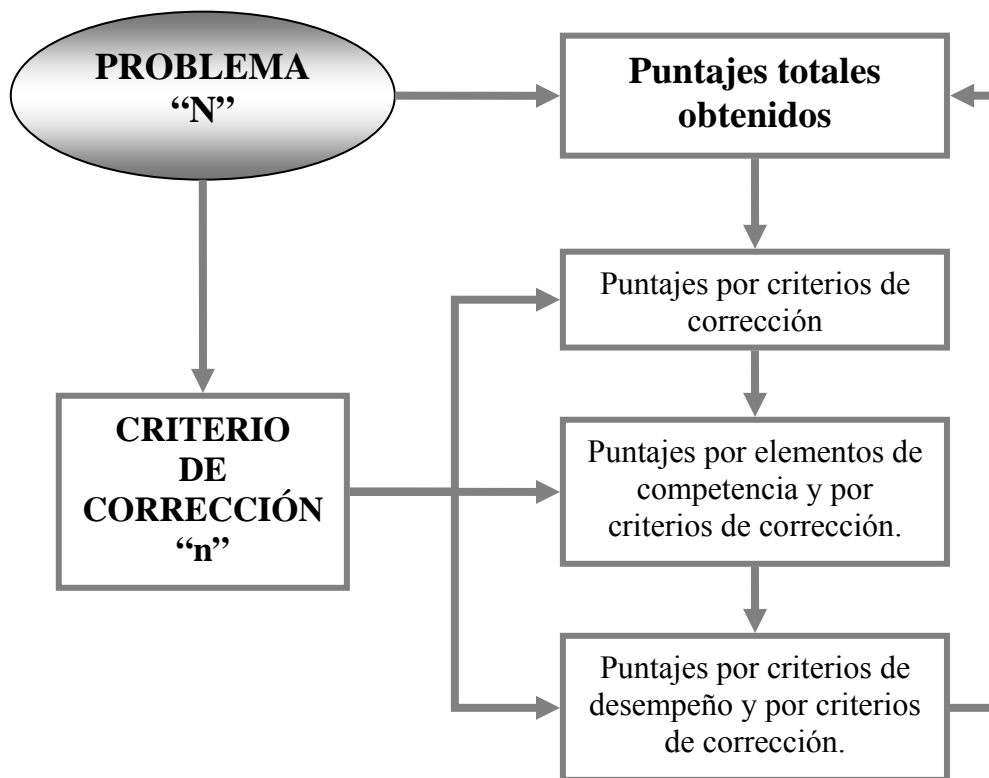


Si bien estos valores generales producen cierta preocupación, en el marco del presente estudio se realiza un análisis pormenorizado de los indicadores que permitan dar sustento y explicar estas bajas puntuaciones. Fundamentalmente porque la prueba no pretende valorar resultados generales, sino que tiene como propósito: indagar el nivel de adquisición e integración de conceptos y competencias.

En el cuerpo de la tesis sólo se expone el estudio completo realizado para uno de los problemas. El resto del análisis efectuado para los restantes tres problemas, es incorporado a los anexos del trabajo. Con el objeto de emitir juicios de valor y las posteriores reflexiones que se deriven de ellos, en este capítulo se sintetizan esos análisis, haciendo mención a los aspectos que se evalúan como más significativos.

6.2.1. ANÁLISIS DE DATOS POR CADA UNO DE LOS PROBLEMAS

Para la realización del análisis de los datos para cada uno de los problemas que componen la prueba, se realiza un recorrido como el que se ilustra en el siguiente esquema:



Partiendo de los puntajes obtenidos en cada problema, se realiza una interpretación en función a la puntuación obtenida por cada criterio de corrección, para luego intentar explicar estos valores a través de los puntajes obtenidos por elementos de competencia. Estos últimos, a su vez, se analizan al interior de los criterios de desempeño.

De este modo se pretende conocer la situación del alumno en cuanto a los dominios de conducta previamente definidos.

6.2.1.1 Puntajes totales obtenidos por cada problema



La codificación utilizada en la sistematización de los datos respecto a la **puntuación total obtenida por problema**, es la siguiente:

0: “menos de 5 puntos”

1: “desde 5 hasta 7 puntos”

2: “más de 7 puntos”

El puntaje total de cada problema es de **10 puntos**, por lo tanto obtener **menos de 5 puntos** se corresponde cualitativamente con una **resolución incorrecta** del problema, obtener **entre 5 y 7 puntos** se corresponde con una **resolución medianamente correcta** del problema, y obtener **más de 7 puntos** se corresponde con una **resolución correcta** del problema.

Los datos obtenidos se vuelcan en la tabla de frecuencias 6.7 que se muestra a continuación.

Tabla nº 6.7 - Frecuencias porcentuales por problema

		Frecuencia porcentual problema “A”	Frecuencia porcentual problema “B”	Frecuencia porcentual problema “C”	Frecuencia porcentual problema “D”
Válidos	Menos de 5	64,7	50,0	64,7	97,1
	Desde 5 hasta 7	17,6	44,1	11,8	2,9
	Más de 7	17,6	5,9	23,5	
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Los datos que se muestran en la tabla 6.7 dan un panorama general para posicionar a los alumnos respecto a los análisis que se realizan a posteriori, en relación a los indicadores definidos oportunamente criterios de corrección, elementos de competencia, criterios de desempeño.

6.2.1.2 Análisis de los datos obtenidos - Problema "A"

✓ Este problema se desarrolla en el contexto de la Mecánica Clásica. Es un problema típico de la Física I y del Cálculo I en la currícula de las carreras técnicas.

Problema A:

El 24 de abril de 1.990 el trasbordador espacial Discovery desplegó el telescopio espacial Hubble.

Un modelo para la velocidad del trasbordador durante esta misión, desde el despegue en $t = 0$ s hasta que los cohetes auxiliares de combustible sólido se desprendieron en $t = 126$ s, se expresa mediante la ecuación:

$$v(t) = 0.001302 t^3 - 0.09029 t^2 + 23.61 t - 3.083 \quad (\text{expresada en pies/s})$$

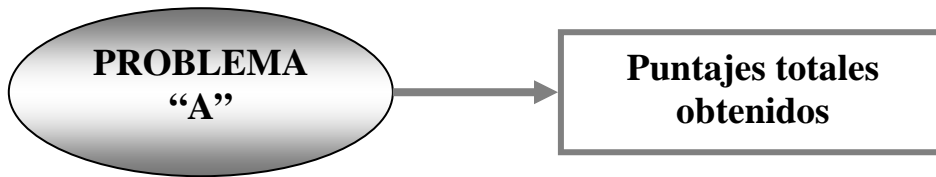
- Estime los valores máximos y mínimos absolutos de la aceleración del trasbordador entre el despegue y el desprendimiento de los cohetes auxiliares.
- Realice una gráfica aproximada de la aceleración respecto del tiempo que represente los resultados que obtuvo.
- Determine una ecuación para la posición del trasbordador en cualquier instante t .
- Interprete físicamente el valor de la velocidad para $t = 0$ s

<p>Tenga en cuenta que:</p> $a(t) = \frac{d^2 r}{dt^2} \quad x(t) = \int_{t_0}^{t_f} v(t) dt$
--

✎ En este problema se espera que el alumno reconozca y halle la derivada primera de la ecuación de velocidad para obtener la expresión cuantitativa correspondiente a la aceleración, y que reconozca y halle la primitiva de la misma ecuación para determinar la representativa de la posición respecto del tiempo.

Para dar respuesta a los valores máximos y mínimos de la aceleración en el intervalo de tiempo dado, el alumno puede recurrir a dos tipos de algoritmos, uno que le requiere la aplicación de un método numérico a partir de la derivada de la aceleración, y el otro que puede obtener a partir de la interpretación geométrica de la gráfica representativa, que debe construir para dar respuesta a otro de los puntos del problema.

Finalmente debe interpretar y explicar desde el punto de vista físico el valor numérico de la velocidad en el instante inicial.



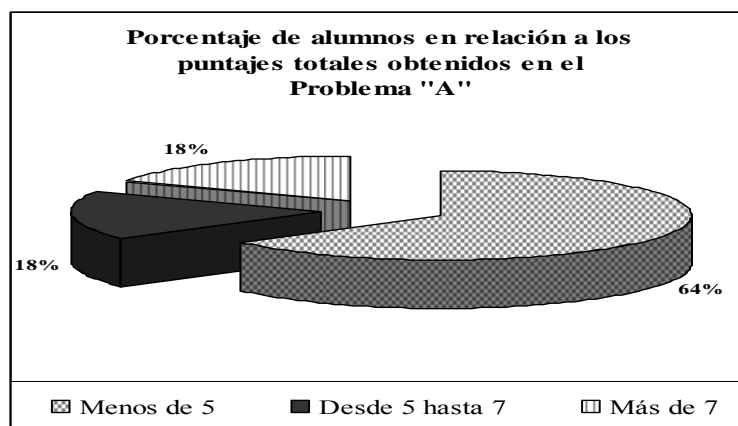
✓ En primer lugar se analiza el **puntaje total obtenido** en este problema por alumno. La distribución de frecuencias para los puntajes totales obtenidos, problema “A”, se muestra en la tabla 6.8.

Tabla 6.8 - Distribución de frecuencias. Puntajes totales problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	Menos de 5	22	64,7
	Desde 5 hasta 7	6	17,6
	Más de 7	6	17,6
	Total	34	100,0

El 65% de los alumnos evaluados obtiene un puntaje menor a los 5 puntos, lo que se corresponde con una resolución incorrecta del problema, el 18% resuelve de forma medianamente correcta y el 18% restante resuelve correctamente. La gráfica 6.2 ilustra la situación.

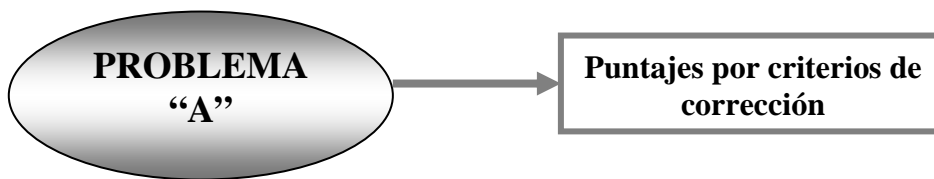
Gráfico n° 6.2 Puntajes totales por problema- Problema “A”



Con el objeto de tratar de explicar estos valores, se procede a los siguientes análisis atendiendo a los diferentes criterios de corrección.

↪ La codificación utilizada para los puntajes por criterio de corrección, en la sistematización de los datos es la siguiente:

- 0: “0 puntos”
- 1: “Realización incorrecta”
- 2: “Realización medianamente correcta”
- 3: “Realización correcta”



✓ **Problema “A” en relación a los puntajes obtenidos por criterio de corrección.** La tabla 6.9 muestra los estadísticos calculados para cada criterio de corrección para el problema “A”.

Tabla nº 6.9 - Estadísticos problema “A” por criterios de corrección

		Criterio de corrección 1	Criterio de corrección 2	Criterio de corrección 3
		Manejo de conceptos, de información	Cálculo o cálculo analítico	Producción escrita, presentación de la prueba
N	Válidos	34	34	34
	Perdidos	0	0	0
Media		2,09	,94	1,29
Desv. típ.		,753	,776	,524

De los estadísticos calculados para este problema “A” se puede inferir:

- En el criterio de corrección 1, la media se ubica en el valor “2,09” lo que está señalando que gran parte de los alumnos maneja de forma medianamente correcta los conceptos involucrados en el problema.
- En el criterio de corrección 2, la media toma el valor 0,94, que se corresponde cualitativamente con una realización incorrecta en lo que relativo al cálculo o cálculo analítico requerido en esta situación.

- En el criterio de corrección 3, la media alcanza el valor 1,29, lo que ubica a un elevado número de alumnos en una resolución incorrecta o medianamente correcta en relación a la producción escrita.
- En los tres casos la desviación típica evidencia una relativa dispersión de los datos alrededor de la media.

Analizando el comportamiento de los datos al interior de cada criterio de corrección, se completan las tablas de frecuencia 6.10, 6.11 y 6.12, las que se acompañan de las representaciones gráficas representativas números 6.3, 6.4 y 6.5.

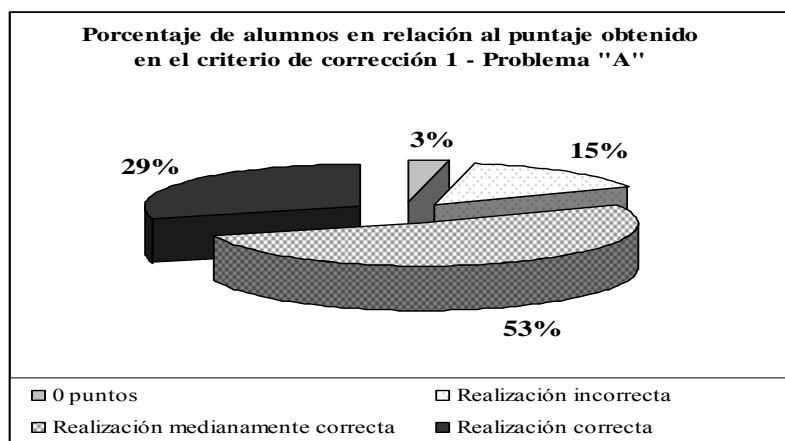
• **Criterio de corrección 1 - problema “A”**

Tabla nº 6.10 - Distribución de frecuencias. Manejo de conceptos, formulación del planteo, manejo de información - Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	0 puntos	1	2,9
	Realización incorrecta	5	14,7
	Realización medianamente correcta	18	52,9
	Realización correcta	10	29,4
	Total	34	100,0

El 29% de los alumnos evaluados maneja los conceptos, la información en forma correcta, mientras que un 53% lo hace de forma medianamente correcta y el 15% lo hace incorrectamente.

Gráfico nº 6.3 - Porcentajes puntuaciones “manejo de conceptos, de información” Problema “A”



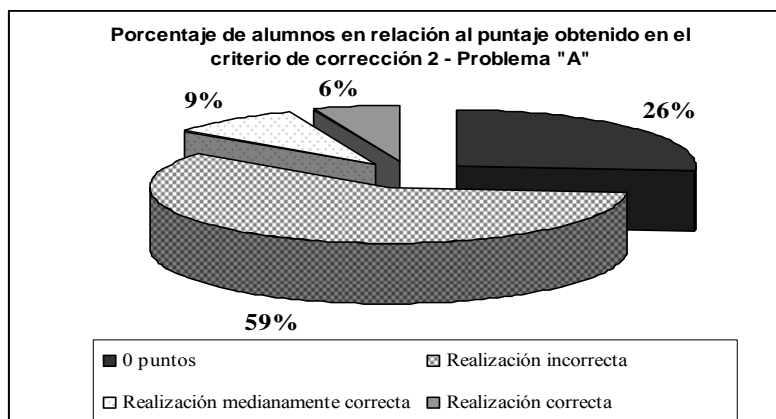
- **Criterio de corrección 2 - problema “A”:**

Tabla nº 6.11 - Distribución de frecuencias. Cálculo o cálculo analítico, Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	0 puntos	9	26,5
	Realización incorrecta	20	58,8
	Realización medianamente correcta	3	8,8
	Realización correcta	2	5,9
	Total	34	100,0

El 85% de los alumnos evaluados no posee la capacidad para realizar el cálculo o cálculo analítico necesarios para dar solución al problema, un 9% realiza de manera medianamente aceptable y sólo el 6% manifiesta un desarrollo satisfactorio de la competencia asociada con este criterio de corrección.

Gráfico nº 6.4 - Porcentajes puntuaciones Cálculo o cálculo analítico Problema “A”



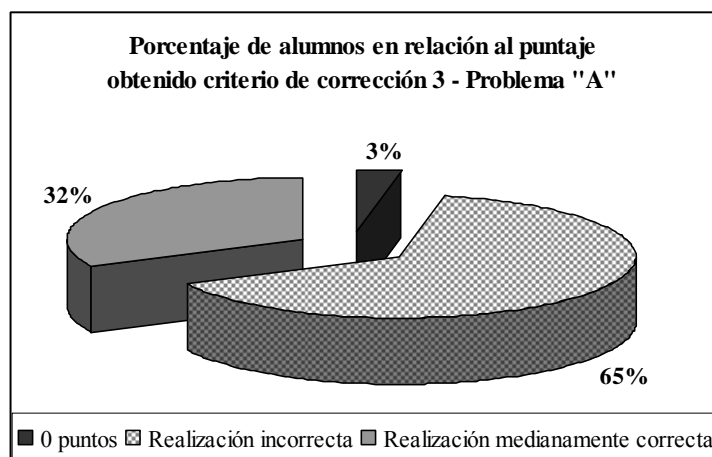
- **Criterio de corrección 3 - Problema “A”.**

Tabla nº 6.12 - Distribución de frecuencias. Capacidad para la producción escrita, organización de la prueba, presentación general. Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	0 puntos	1	2,9
	Realización incorrecta	22	64,7
	Realización medianamente correcta	11	32,4
	Total	34	100,0

El 67% de los alumnos evaluados manifiesta un nivel insuficiente de desarrollo de las habilidades para comunicarse por escrito, en función a que obtiene un puntaje inferior al 50% del asignado. El 32 % posee un nivel medianamente suficiente de desarrollo de esta competencia genérica.

Gráfico n° 6.5 - Porcentajes Producción escrita, presentación de la prueba Problema "A"



Ahora bien, se considera necesario analizar en profundidad el por qué de estos valores tan bajos, dónde están las causas que derivan en estos magros logros.

Para ello se procede a realizar un análisis en relación a los elementos de competencia previamente definidos, en función a que éstos remiten a los criterios de corrección.



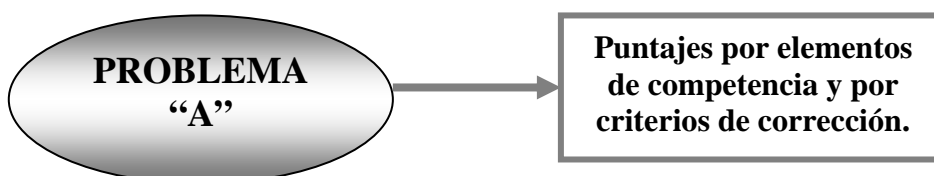
La codificación utilizada para los puntajes por elemento de competencia, en la sistematización de los datos es la siguiente:

0: "no realiza"

1: "no logra"

2: "logra medianamente"

3: "si logra"



✓ **Problema “A” en relación a los puntajes obtenidos por elementos de competencia y a la vez por criterio de corrección.**

La tabla 6.13 muestra los estadísticos calculados para los elementos de competencia.

Tabla nº 6.13 - Estadísticos problema “A” respecto a los elementos de competencia, agrupados en función a los criterios de corrección.

	Criterio de corrección 1		Criterio de corrección 2		Criterio de corrección 3	
	Comprender los conceptos y principio matemáticos	Reconocer las expresiones cuantitativas que explican	Establecer relaciones entre el modelo y la situación	Establecer relaciones entre los datos y las variables	Manejar el lenguaje simbólico propio	Utilizar sistemas de representación gráfica
N Válidos	34	34	34	34	34	34
Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media	2,56	1,41	,88	1,24	1,59	1,68
Desv. típ.	,860	,925	,913	,654	1,019	1,007

De los estadísticos obtenidos se pueden realizar algunas inferencias:

Respecto al criterio de corrección 1:

➔ El valor de la media calculada (2,56), parece señalar que la mayoría de los evaluados logra un nivel suficiente al “**comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema**”, con una desviación estándar de 0,860 lo que indica amplia dispersión de los datos alrededor de la media.

➔ En el caso del elemento de competencia “**reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza**”, la media: 1,41, está indicando que un número considerable de los estudiantes no logra un nivel satisfactorio. La desviación estándar se aproxima al valor uno (0,925) lo que señala amplia dispersión de los datos.

Respecto al criterio de corrección 2:

➔ El valor de la media para los dos elementos de competencia que remiten a este criterio de corrección: 0,88 y 1,24 respectivamente, permite inferir que la mayoría de los alumnos no logra “**establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa**”, ni tampoco evidencia un nivel satisfactorio en lo que respecta a “**establecer relaciones entre los datos y las variables**”

involucradas en un problema”. Con una desviación estándar de 0,913 y 0,654 respectivamente, señalando la dispersión de los datos.

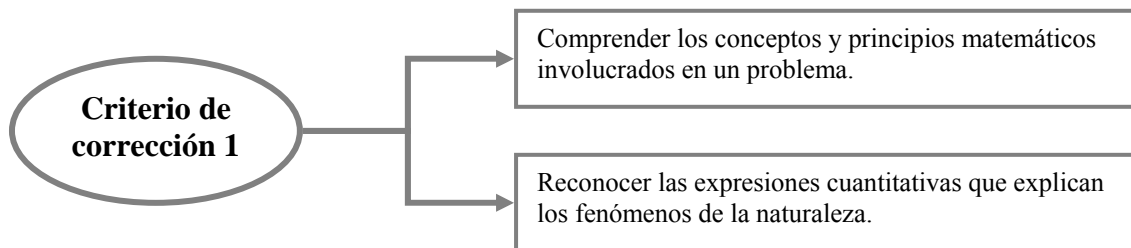
Respecto al criterio de corrección 3

➔ Los valores obtenidos para la media en los dos elementos de competencia que remiten a este criterio de corrección: 1,59 y 1,68 respectivamente, parecen señalar que un elevado número de alumnos logra un nivel medianamente satisfactorio respecto a **“utilizar sistemas de representación gráfica”** y a **“manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados”**. Además la desviación estándar en ambos casos es mayor a uno (1,019 y 1,007) por lo cual se evidencia amplia dispersión de los datos.

Parece una contradicción que los alumnos habiendo logrado satisfactoriamente comprender el concepto matemático involucrado, no evidencien alcanzar el nivel exigido en los demás elementos de competencia, lo que precisa de un análisis profundo para determinar las causas que pueden tener diversos orígenes.

En función a realizar un análisis minucioso acerca del comportamiento de los datos al interior de cada elemento de competencia, a continuación se completan tablas de frecuencia y/o se realizan representaciones gráficas.

- El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten al criterio de corrección 1, Problema “A”.



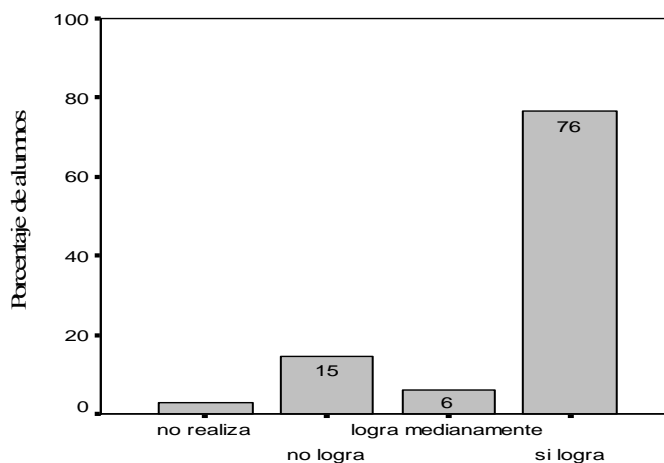
La tabla 6.14 muestra la distribución de frecuencias para el elemento de competencia **“comprender los conceptos y principios matemáticos involucrados en el problema”**, problema “A” y la representación gráfica 6.6 ilustra la situación.

Tabla n° 6.14 - Distribución de frecuencias. Comprender los conceptos y principio matemáticos- Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	1	2,9
	no logra	5	14,7
	logra medianamente	2	5,9
	si logra	26	76,5
Total		34	100,0

El 76% de los alumnos evaluados logra un nivel suficiente al comprender adecuadamente los conceptos y principios matemáticos involucrados en el problema.

Gráfico n° 6.6 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro: “comprender los conceptos y principios matemáticos” Problema “A”



Comprender los conceptos y principio matemáticos

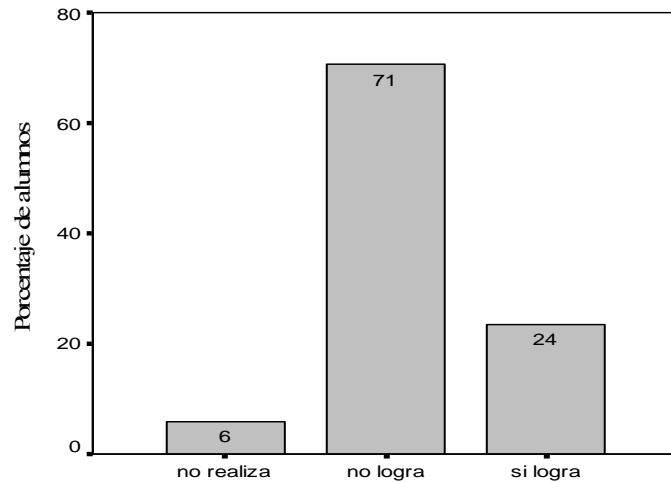
La distribución de frecuencias para el elemento de competencia “**reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza**”, criterio de corrección 1, problema “A”, se muestra en la tabla 6.15. La gráfica 6.7 ilustra la situación

Tabla n° 6.15 - Distribución de frecuencias. Reconocer las expresiones cuantitativas que explican- Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	2	5,9
	no logra	24	70,6
	si logra	8	23,5
Total		34	100,0

El 71% de los alumnos evaluados no alcanza un nivel suficiente al reconocer las expresiones cuantitativas que explican los fenómenos de la naturaleza, sólo el 23% manifiesta lograr satisfactoriamente este elemento.

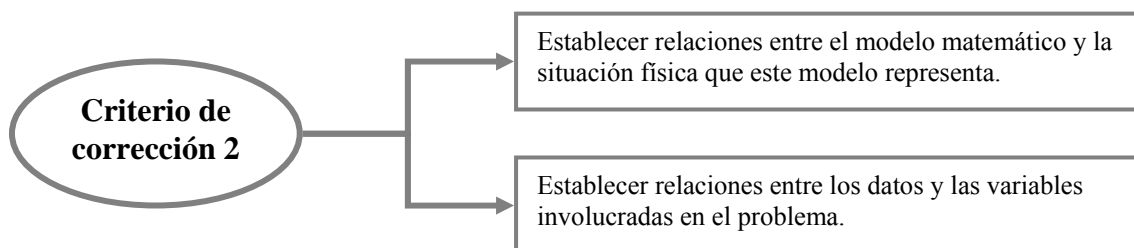
**Gráfico n° 6.7 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro “reconocer las expresiones cuantitativas”
Problema “A”**



Reconocer las expresiones cuantitativas que explican

Ahora bien, los resultados producen inquietud, en el mismo criterio de corrección 1, y en un mismo problema, parece producirse una contradicción, por un lado la mayoría comprende los conceptos matemáticos, pero no logra reconocer las expresiones cuantitativas de los fenómenos naturales. Entonces la evidencia muestra que existe una desconexión entre la matemática aplicada en el problema, y la física a la cual le pertenece el contexto del problema.

- El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten al criterio de corrección 2, Problema “A” y que son motivo de análisis a continuación.



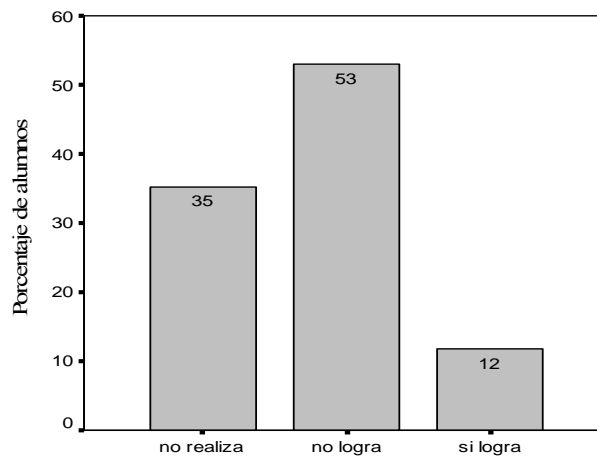
La distribución de frecuencias para el elemento de competencia “**establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa**”, criterio de corrección 1, problema “A”, se muestra en la tabla 6.16 y se complementa con la representación gráfica 6.8.

Tabla n° 6.16 - Distribución de frecuencias. Establecer relaciones entre el modelo y la situación – Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	12	35,3
	no logra	18	52,9
	si logra	4	11,8
	Total	34	100,0

El 53% de los alumnos evaluados no logra en grado suficiente establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que este modelo representa, sólo el 12% resuelve satisfactoriamente.

Gráfico n° 6.8 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro “establecer relaciones entre el modelo y la situación” Problema “A”



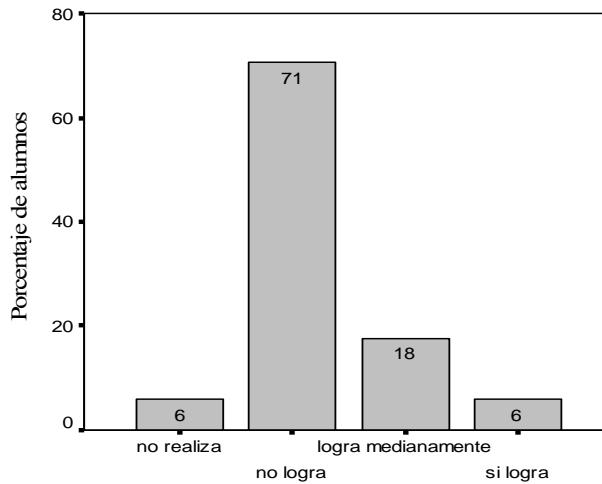
Establecer relaciones entre el modelo y la situación

Para el elemento de competencia “**establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema**”, criterio de corrección 1, problema “A”, los resultados obtenidos se vuelcan en la tabla de distribución de frecuencias 6.17 y se ilustran en la gráfica 6.9

Tabla n° 6.17 - Distribución de frecuencias. Establecer relaciones entre los datos y las variables- Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	2	5,9
	no logra	24	70,6
	logra medianamente	6	17,6
	si logra	2	5,9
	Total	34	100,0

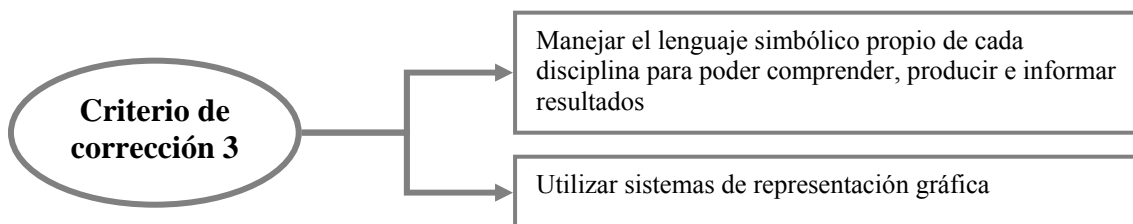
Gráfico n° 6.9 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro “establecer relaciones entre los datos y las variables” Problema “A”



Establecer relaciones entre los datos y las variables

El 70% de los alumnos evaluados no logra un nivel suficiente al establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en un problema. El 18% lo hace medianamente y el 6% resuelve plenamente.

- El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten al criterio de corrección 3, Problema “A” y que son analizados seguidamente.



La distribución de frecuencias para los criterios de desempeño: “**manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina para poder comprender, producir e informar resultados**” y “**utilizar sistemas de representación gráfica**”, correspondientes al criterio de corrección 3, problema “A”, se muestra en las tablas 6.18 y 6.19.

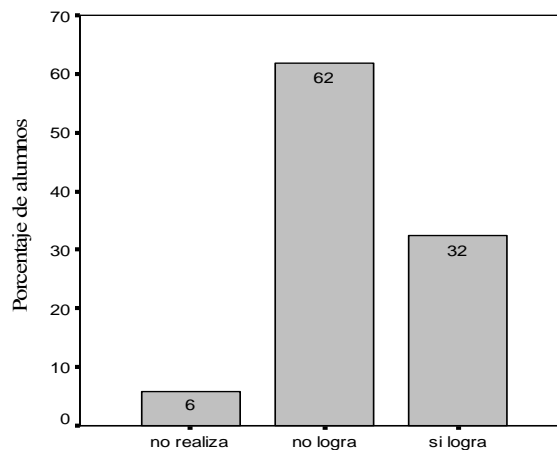
Tabla n° 6.18 - Distribución de frecuencias. Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina – Problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	2	5,9
	no logra	21	61,8
	si logra	11	32,4
	Total	34	100,0

En este problema, el 62% de los alumnos evaluados no logra un nivel suficiente para manejar el lenguaje simbólico propio de cada disciplina y de este modo poder comprender, producir e informar resultados, mientras que un 32% lo hace satisfactoriamente.

La gráfica 6.10 ilustra la situación:

Gráfico n° 6.10 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro “manejar el lenguaje simbólico propio” Problema “A”



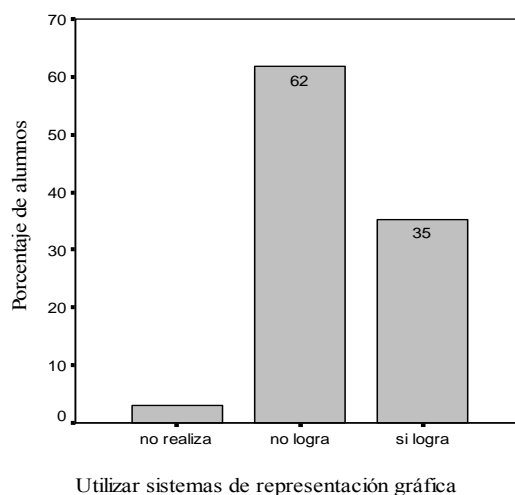
Manejar el lenguaje simbólico propio de cada disc

Tabla n° 6.19 - Distribución de frecuencias. Utilizar sistemas de representación gráfica problema A

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	no realiza	1	2,9
	no logra	21	61,8
	si logra	12	35,3
	Total	34	100,0

En este problema el 62% de los alumnos evaluados no logra en grado suficiente utilizar sistemas de representación gráfica, sin embargo, un 35% alcanza un nivel satisfactorio. La gráfica 6.11 ilustra la situación.

Gráfico n° 6.11 - Porcentajes de alumnos en relación al nivel de logro “utilizar sistemas de representación gráfica” Problema “A”



Los resultados analizados no son alentadores, cabe reflexionar acerca de qué está pasando en la formación de este grupo de alumnos, cuál es la causa de estas dificultades detectadas en el momento de integrar saberes para resolver un problema básico. Esta señal se constituye en inquietud que mueve a la formulación de diversas preguntas, con la intención de profundizar el análisis con la pretensión de encontrar algunas respuestas plausibles.

Profundizar este tipo de análisis en torno a los criterios de desempeño para observar con mayor precisión dónde se produce esa fractura que impide al alumno integrar saberes, es la premisa.

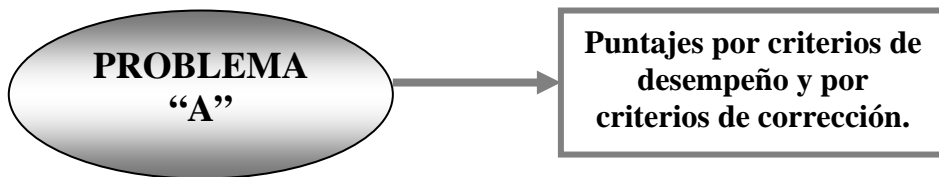
A cada elemento de competencia, remiten ciertos criterios de desempeño, los cuales están definidos en función al contexto y al grado de complejidad del problema.



La codificación utilizada para los puntajes por criterio de desempeño, en la sistematización de los datos es la siguiente:

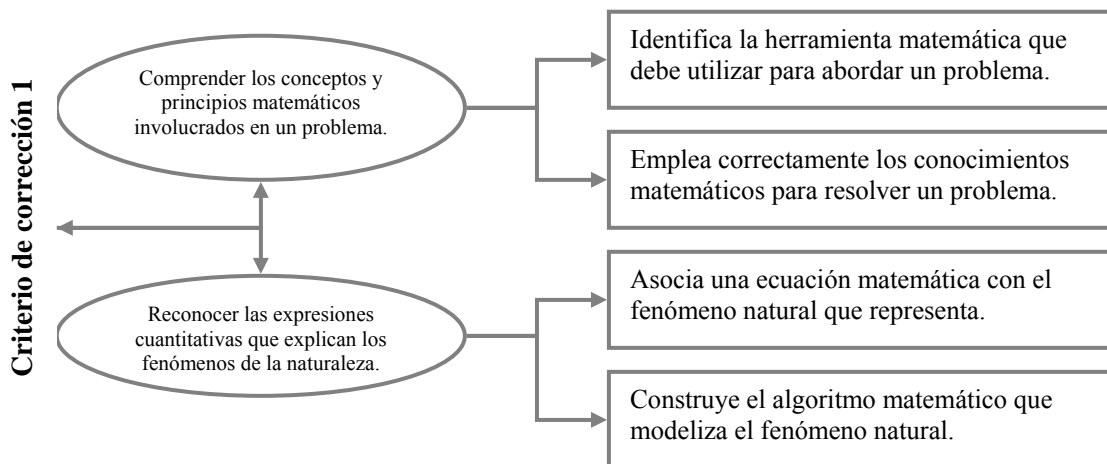
- 0: “desde 0 hasta $\frac{1}{4}$ del puntaje asignado”**
- 1: “Desde $\frac{1}{4}$ hasta $\frac{1}{2}$ del puntaje asignado”**
- 2: “Desde $\frac{1}{2}$ hasta $\frac{3}{4}$ del puntaje asignado”**
- 3: “Más de $\frac{3}{4}$ del puntaje asignado”**
- 4: “no realiza”**

Los criterios de desempeño poseen puntajes diferentes en función a la categoría en la que se encuadran las tareas que se requieren del alumno para poder mensurarlos. Este motivo origina que no se pueda realizar una codificación más sencilla.



✓ **Problema “A” en relación a los puntajes obtenidos por criterios de desempeño y a la vez por criterio de corrección.**

El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los elementos de competencia correspondientes al criterio de corrección 1, Problema “A”, los que son analizados a continuación.



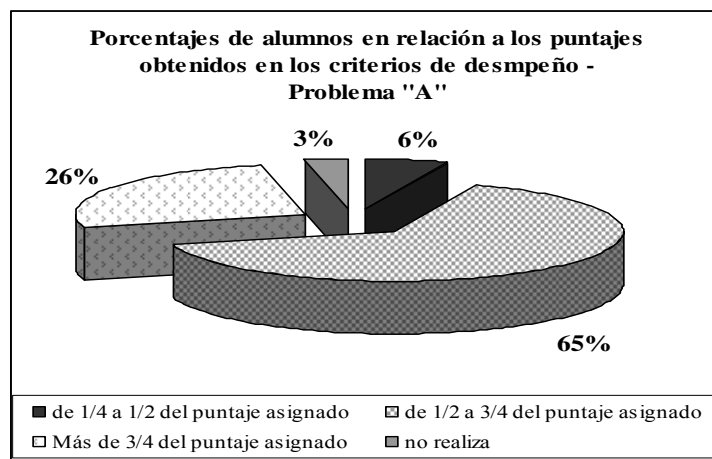
La tabla 6.20 muestra las frecuencias porcentuales para cada uno de esos criterios de desempeño, otorgando nuevos e importantes datos para sustentar el análisis de resultados.

Tabla n° 6.20 – Frecuencias porcentuales por criterio de desempeño, criterio de corrección 1, Problema “A”

		Identifica la herramienta matemática	Emplea correctamente conocimientos matemáticos	Asocia una ecuación matemática con el fen.	Construye el algoritmo matemático que modeliza
Válidos	de 0 a 1/4 del puntaje asignado				5,9
	de 1/4 a 1/2 del puntaje asignado	5,9		5,9	2,9
	de 1/2 a 3/4 del puntaje asignado	64,7	14,7	8,8	2,9
	Más de 3/4 del puntaje asignado	26,5	79,4	79,4	20,6
	no realiza	2,9	5,9	5,9	67,6
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0

- En el criterio de desempeño **“identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema”**, un 65% de los estudiantes alcanza un nivel aceptable en sus realizaciones y un 26,5% un nivel suficiente. La gráfica 6.12 ilustra la situación.

Gráfico n° 6.12 – Porcentajes “identifica la herramienta matemática” Problema “A”



- En los criterios de desempeño **“emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver un problema”**, y **“asocia una ecuación matemática con**

el fenómeno natural que representa”; un 79% de los evaluados logra un nivel satisfactorio en sus realizaciones. Las gráficas 6.13 y 6.14 ilustran la situación:

Gráfico n° 6.13 – Porcentajes “emplea correctamente los conocimientos matemáticos” - Problema “A”

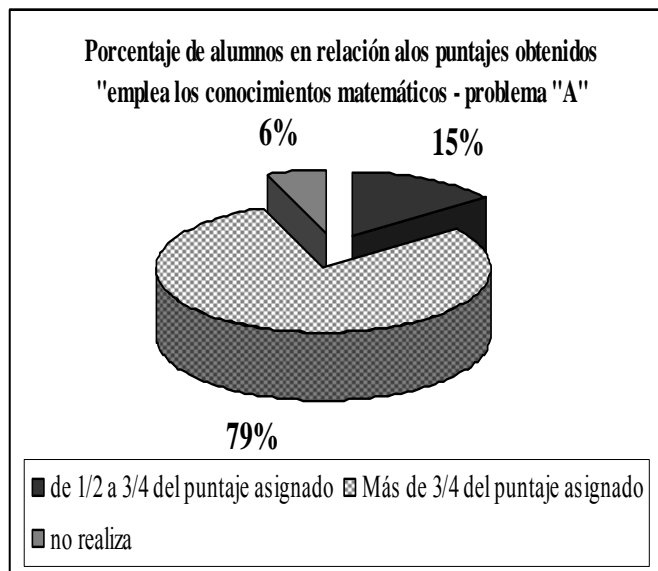
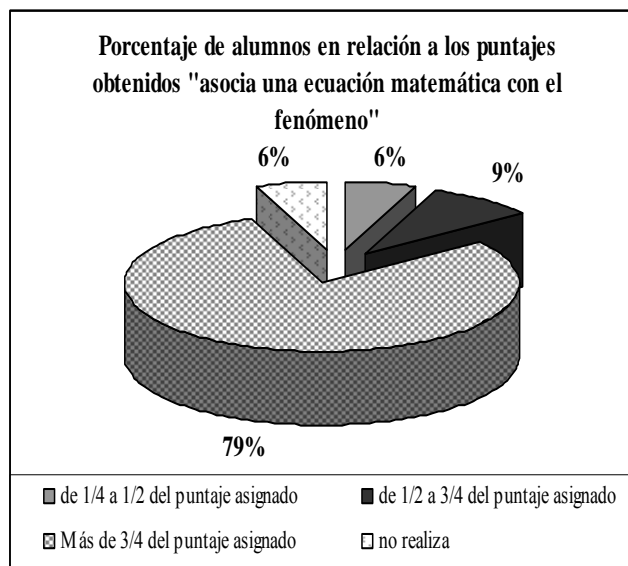
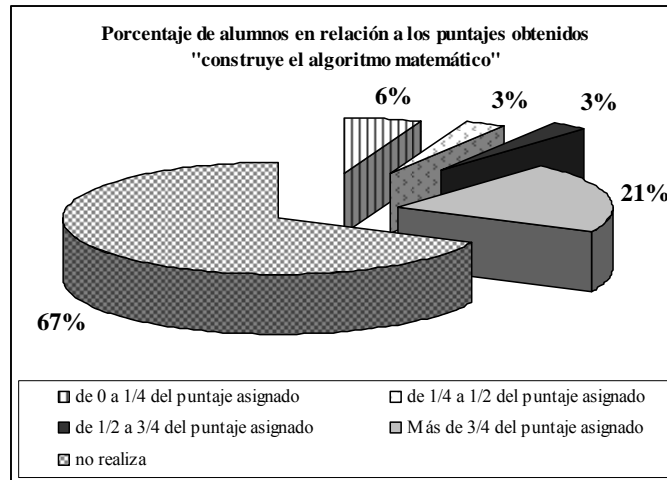


Gráfico n° 6.14 – Porcentajes “asocia una ecuación matemática con el fenómeno” Problema “A”

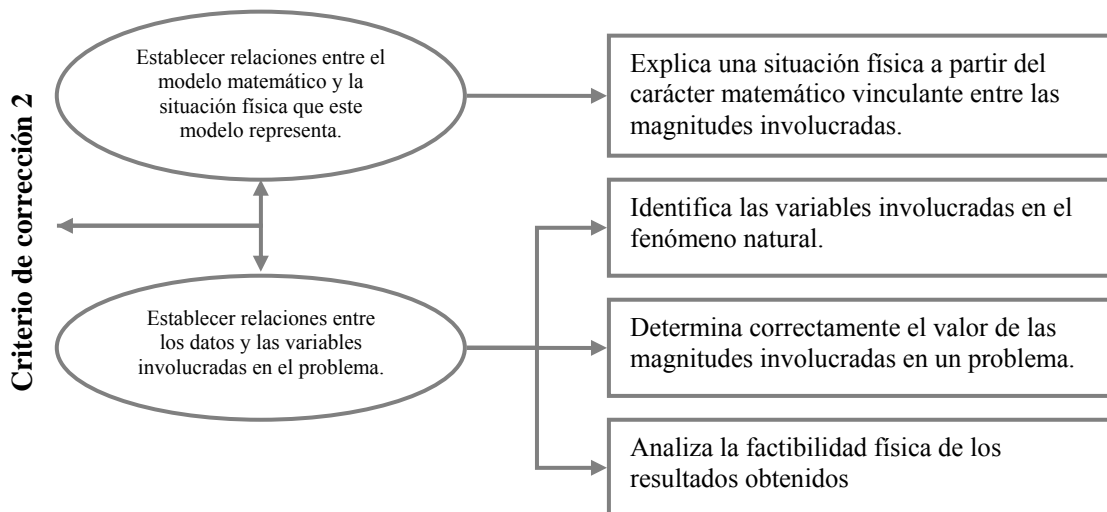


- En el criterio de desempeño “**construye el algoritmo matemático que modelizar el fenómeno natural**” un elevado número de alumnos no realiza las tareas que remiten a este criterio de desempeño (67%), sin embargo un 21% de los evaluados alcanza un nivel satisfactorio. La gráfica 6.15 ilustra la situación:

Gráfico n° 6.15 – Porcentajes “construye el algoritmo que modelizar el fenómeno” Problema “A”



El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los elementos de competencia correspondientes al criterio de corrección 2, Problema “A”, los que se son estudiados seguidamente.



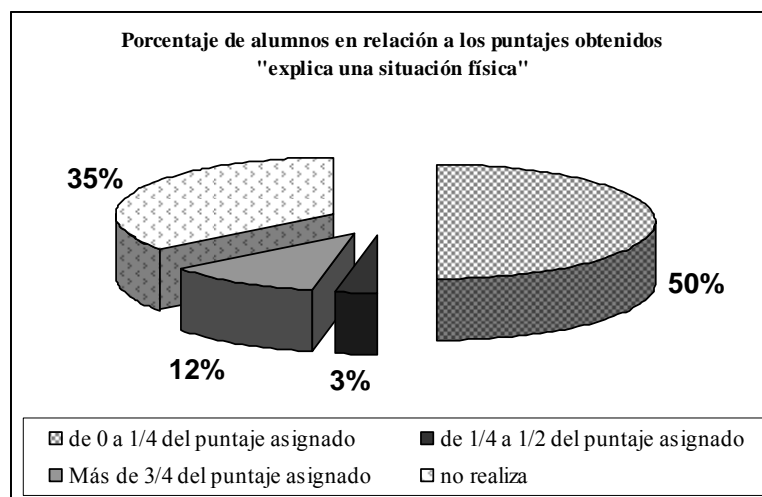
La tabla 6.21 muestra la frecuencia porcentual para cada uno de esos criterios de desempeño, otorgando nuevos e importantes datos para sustentar el análisis de resultados.

Tabla nº 6.21– Frecuencia porcentual por criterio de desempeño, criterio de corrección 2, Problema “A”

		Explica una situación física	Identifica las variables involucradas en	Determina correctamente el valor de las magnitudes	Analiza la factibilidad física de los resultados
Válidos	de 0 a 1/4 del puntaje asignado	50,0	14,7	23,5	41,2
	de 1/4 a 1/2 del puntaje asignado	2,9			2,9
	de 1/2 a 3/4 del puntaje asignado		2,9	50,0	11,8
	Más de 3/4 del puntaje asignado	11,8	26,5	17,6	2,9
	no realiza	35,3	55,9	8,8	41,2
	Total	100,0	100,0	100,0	100,0

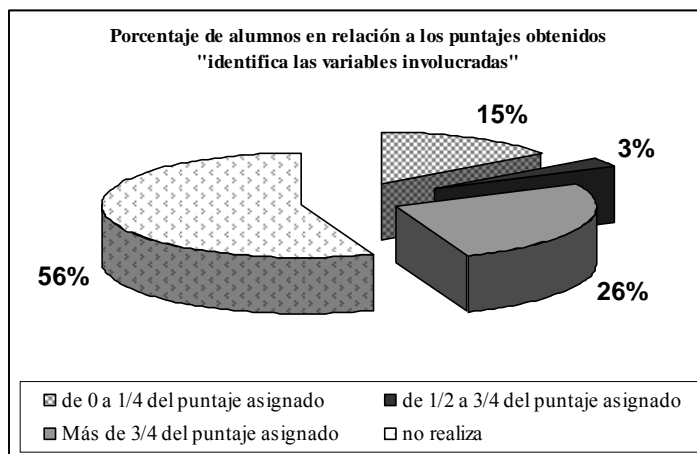
- En el criterio de desempeño “**explica una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas**”, los alumnos, en general, no alcanzan un nivel suficiente en sus realizaciones, ya sea por el bajo puntaje obtenido (50% obtienen menos de un $\frac{1}{4}$ del puntaje asignado) o porque no ejecutan las tareas que remiten a este criterio de desempeño (35% de los evaluados). La gráfica 6.16 ilustra la situación:

Gráfico nº 6.16 – Porcentajes “Explica una situación física” Problema “A”



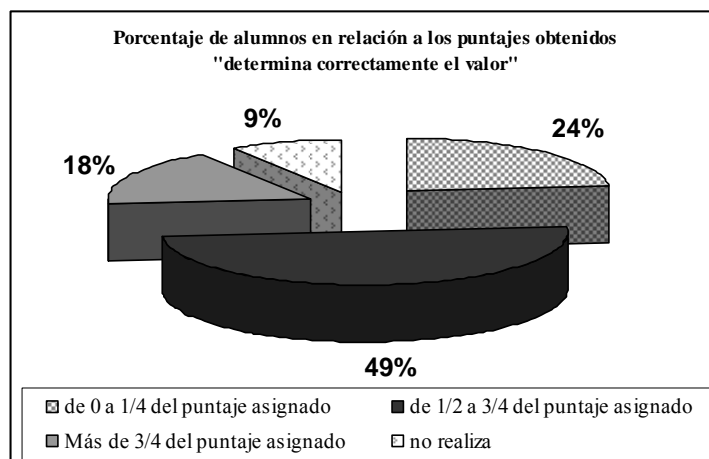
- En el criterio de desempeño “**identifica las variables involucradas en el fenómeno natural**”, el 56% de los evaluados no ejecuta las tareas que remiten a este criterio de desempeño. Sin embargo, un 26,5% las realiza de manera satisfactoria. La gráfica 6.17 ilustra la situación.

**Gráfico n° 6.17 – Porcentajes “Identifica las variables”
Problema “A”**



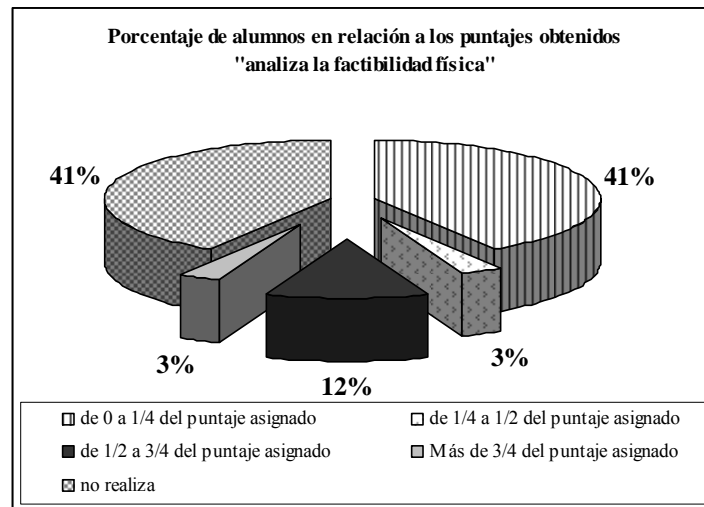
- En el criterio de desempeño **“determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema”**, el 50% de los estudiantes alcanza un nivel aceptable en las realizaciones y un 18% alcanza un nivel satisfactorio. La gráfica 6.18 ilustra la situación:

Gráfico n° 6.18 – Porcentajes “Determina correctamente el valor de las variables” - Problema “A”

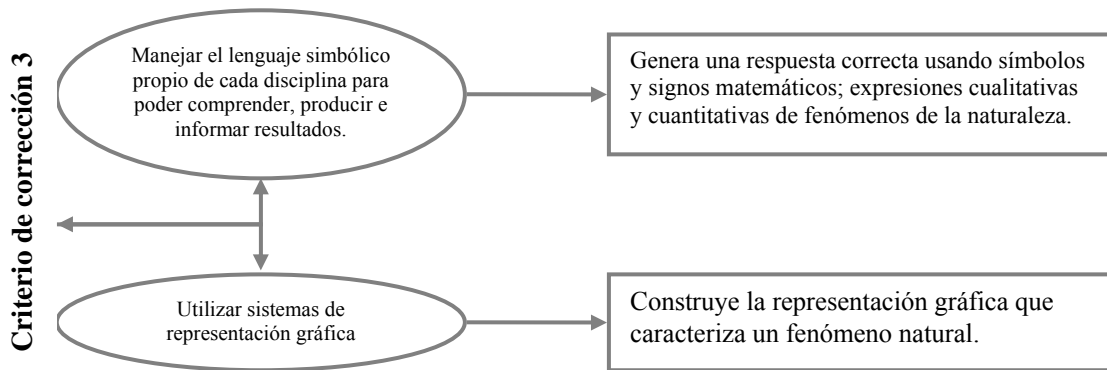


- En el criterio de desempeño **“analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos”**, la gran mayoría de los alumnos no logra un nivel suficiente en sus realizaciones, o bien porque obtiene un puntaje muy bajo (41% de los estudiantes) o porque no realiza las tareas respectivas (41% de los evaluados). La gráfica 6.19 ilustra la situación:

**Gráfico n° 6.19– Porcentajes “Analiza la factibilidad física de los resultados”
Problema “A”**



El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los elementos de competencia correspondientes al criterio de corrección 3, Problema “A”.



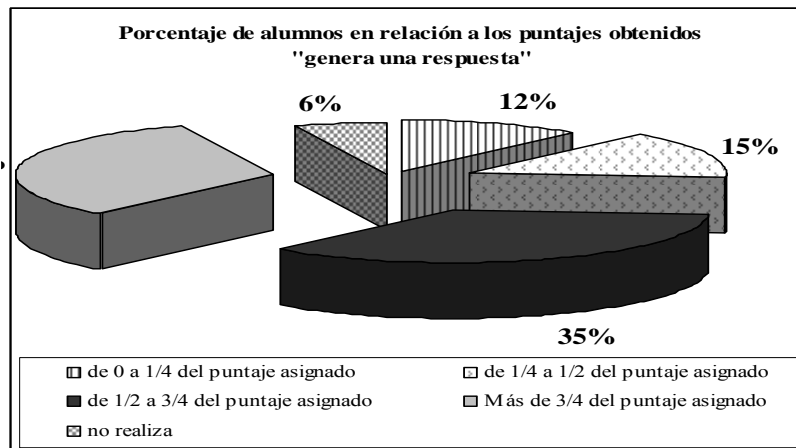
La tabla 6.22 muestra las frecuencias porcentuales para cada uno de esos criterios de desempeño, otorgando nuevos e importantes datos para sustentar el análisis de resultados.

Tabla n° 6.22 – Frecuencias porcentuales por criterio de desempeño, criterio de corrección 2, Problema “A”

		Genera una respuesta usando signos y expresiones	Construye una representación gráfica
Válidos	de 0 a 1/4 del puntaje asignado	11,8	32,4
	de 1/4 a 1/2 del puntaje asignado	14,7	5,9
	de 1/2 a 3/4 del puntaje asignado	35,3	26,5
	Más de 3/4 del puntaje asignado	32,4	32,4
	no realiza	5,9	2,9
	Total	100,0	100,0

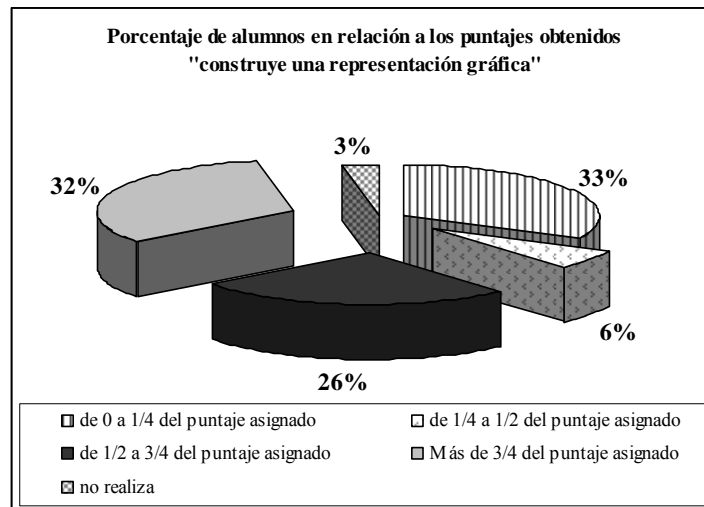
En el criterio de desempeño “**genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos, expresiones cuantitativas y cualitativas de fenómenos de la naturaleza**”, el 35% de los evaluados alcanza un nivel aceptable en sus realizaciones y un 32% un nivel suficiente. La gráfica 6.20 ilustra la situación:

Gráfico n° 6.20 – Porcentajes “Genera una respuesta correcta”
Problema “A”



- En el criterio de desempeño “**construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural**”, el 26% de los evaluados alcanza un nivel aceptable en sus realizaciones y un 32% un nivel suficiente. La gráfica 6.21 ilustra la situación:

**Gráfico n° 6.21– Porcentajes “Construye un representación gráfica”
Problema “A”**



A modo de conclusión respecto a los datos analizados para el problema “A”, se considera acertado dar la síntesis cualitativa del desempeño que ponga en evidencia fortalezas y debilidades detectadas en las realizaciones de los alumnos.

✓ **Síntesis cualitativa del desempeño - Problema “A”**

De los datos analizados se pueden realizar algunas inferencias en relación a las respuestas de los alumnos:

✗ El alumno identifica correctamente la herramienta que debe utilizar, en este caso, es la función derivada de la velocidad respecto del tiempo y la integral definida.

✗ Emplea correctamente esa herramienta, halla la función derivada primera y halla la primitiva de la ecuación de velocidad.

✗ Asocia la ecuación matemática con el fenómeno físico, deriva la ecuación de velocidad para obtener una ecuación para la aceleración e integra la ecuación de velocidad para obtener una ecuación para la posición.

✗ Es necesario destacar que no construye el algoritmo necesario para resolver, debido a que no interpreta ni aplica que debe hallar la derivada segunda para poder

obtener los puntos críticos, que le permiten a posteriori determinar los máximos y mínimos de la aceleración.

Esto último, no es otra cosa que un método que se supone enseñado y aprendido y que no se pone en evidencia en el momento de resolver el problema.

Sin embargo, el alumno tiene, en este caso particular, la oportunidad de no emplear ese método, sino recurrir a otros conocimientos que debe haber adquirido en Geometría analítica. Sólo dos alumnos evidencian el aprovechamiento de estos conocimientos.

✎ El alumno, en general, no evidencia la capacidad para explicar una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes, o lo hace incorrectamente. En este problema en particular se pide la interpretación del valor de la velocidad en el instante inicial ($v(0) = -3.083$ pies/s), un escaso número de evaluados denota poder dar una interpretación correcta. Consecuentemente, en la mayoría de los casos no evidencian interpretar, ni tampoco explicar el valor negativo de la velocidad, lo que les impide el análisis de la factibilidad de ese resultado.

✎ Por otro lado, un alto porcentaje de evaluados (56%) no evidencia identificar las variables involucradas, ya que no realiza una interpretación de los valores máximos y mínimos de la aceleración en un intervalo de tiempo dado.

✎ Además, el cálculo para determinar el valor de las magnitudes en general es realizado de forma medianamente correcta.

✎ Respecto a la comunicación escrita, en general, realizan la construcción de una gráfica en ejes cartesianos relativamente bien, además, generan una respuesta aceptable, en cuanto a la producción escrita y presentación de la prueba, sin tener en cuenta los valores obtenidos que en muchos casos no son correctos.

Con el objeto de llegar a la instancia de poder emitir juicios de valor para concluir esta etapa de la investigación, a continuación se sintetizan los aspectos más significativos de los análisis resueltos a los diferentes problemas que completaron el instrumento de evaluación. El anexo 10 del presente trabajo muestra los análisis completos para cada problema.

6.2.1.3 Síntesis del análisis de los datos obtenidos - Problema “B”

✓ Este problema se desarrolla en el contexto de la Dinámica de la partícula, Síntesis de Newton. Es un problema físico que requiere, además de los conocimientos del Cálculo, de conceptos algebraicos para el tratamiento de las magnitudes intervinientes.

Problema B:

Debido a un campo de fuerza, una partícula de 2 g de masa se mueve a lo largo de una curva en el espacio. La ecuación de su vector posición está dada por:

$$\vec{r} = (2t^3 + t)\vec{i} + (3t^4 - t^2 + 8)\vec{j} - 12t^2\vec{k}$$

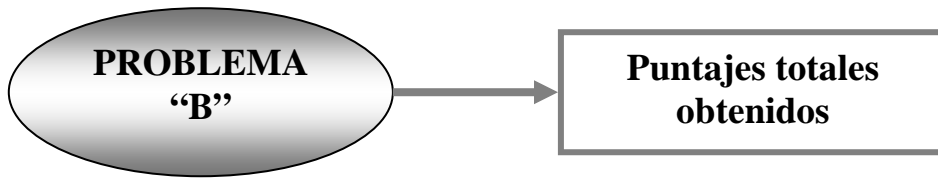
Halle en cualquier momento de la trayectoria:

- e) Una ecuación para la velocidad
- f) Una ecuación para la aceleración
- g) Una ecuación para el momentum
- h) Halle e interprete cada una de estas magnitudes para $t = 0$ s

<p>Tenga en cuenta que: $v(t) = \frac{dr}{dt}$ $a(t) = \frac{d^2r}{dt^2}$ $p = m \cdot v$</p>
--

✗ En este problema se espera que el alumno reconozca y halle la derivada primera y segunda de la ecuación de posición para determinar una expresión para la velocidad y otra para la aceleración. A la vez, que utilizando la ecuación de velocidad, determine una expresión cuantitativa para el momentum lineal.

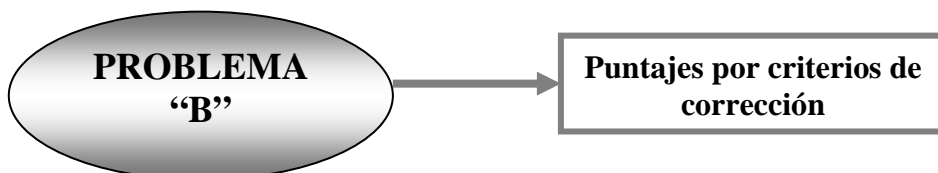
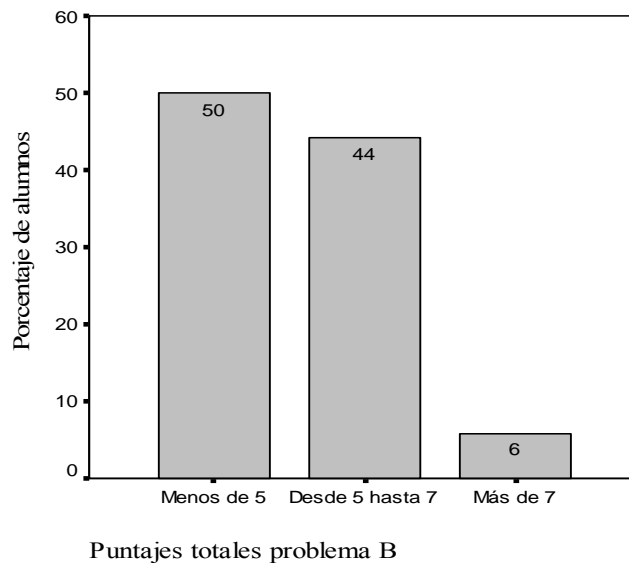
Además, debe identificar el carácter vectorial de las magnitudes intervinientes para poder obtener los valores de las mismas en un instante determinado, y de ese modo analizar la factibilidad física de los resultados.



✓ De los puntajes totales obtenidos por alumno en este problema “B” se pueden realizar las siguientes inferencias:

El 50% de los alumnos evaluados obtiene un puntaje menor a los 5 puntos, lo que se corresponde con una resolución incorrecta del problema, el 44% resuelve de forma medianamente correcta y sólo el 6% restante resuelve correctamente. La gráfica 6.22 ilustra la situación.

Gráfico n° 6.22 – Porcentaje de alumnos en relación a los puntajes totales obtenidos Problema “B”



✓ Problema “B” en relación a los puntajes obtenidos por criterio de corrección (síntesis).

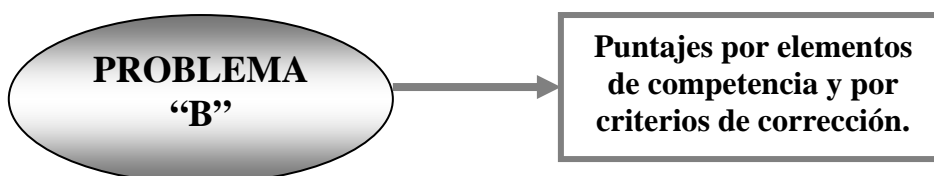
La tabla 6.23 muestra los estadísticos calculados para cada criterio de corrección para el problema “B”.

Tabla n° 6.23 - Estadísticos problema “B” por criterios de corrección

		Criterio de corrección 1	Criterio de corrección 2	Criterio de corrección 3
		Manejo de conceptos, de información	Cálculo o cálculo analítico	Producción escrita, presentación de la prueba
N	Válidos	34	34	34
	Perdidos	0	0	0
Media		2,68	,06	1,03
Desv. típ.		,843	,239	,460

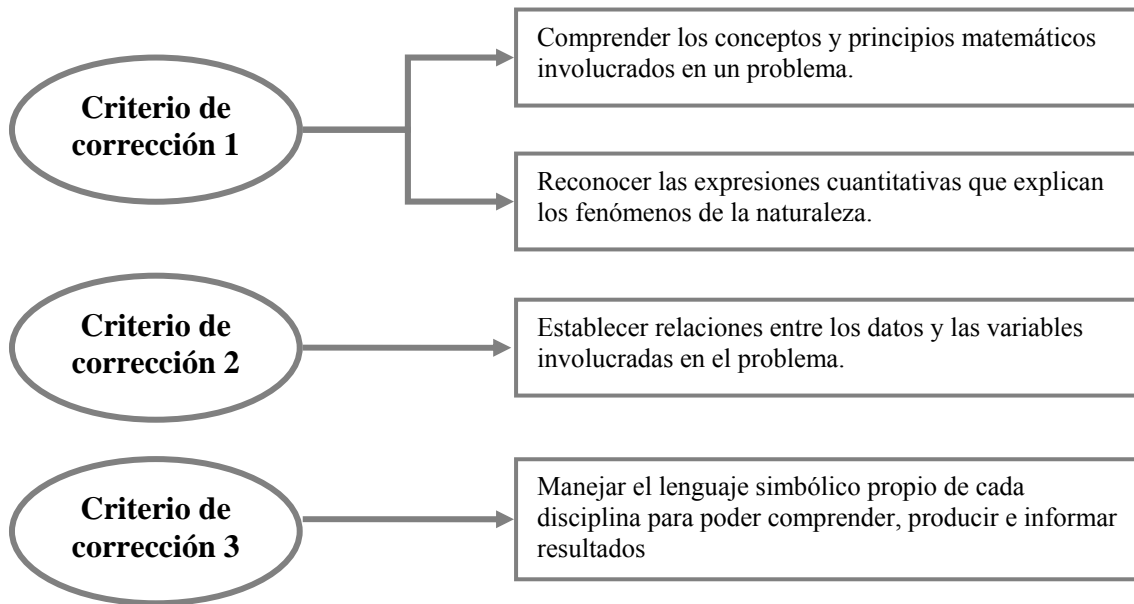
De los estadísticos calculados para este problema “B” se puede inferir:

- En el criterio de corrección 1, la media se ubica en el valor 2,68 que se corresponde cualitativamente con una realización correcta, la desviación típica es 0,843 por lo cual se evidencia amplia dispersión de los datos.
- En el criterios de corrección 2, la media toma el valor 0,06, lo que está señalando que una gran mayoría de los evaluados no alcanza un nivel satisfactorio en lo que respecta a la realización de cálculo o de cálculo analítico. La desviación típica es en este caso 0,239 por lo cual se puede decir que hay escasa dispersión de los datos.
- En el criterio de corrección 3, la media es 1,03 lo que está indicando que un elevado número de alumnos realiza incorrectamente la producción escrita en la prueba. La desviación estándar en este caso es menor a 0,5 por lo cual hay escasa dispersión de los datos.



✓ **Problema “B” en relación a los puntajes obtenidos por elementos de competencia y a la vez por criterio de corrección (síntesis).**

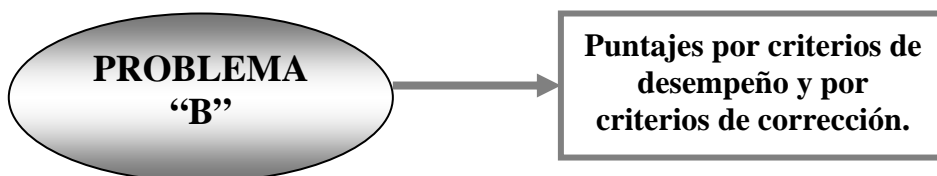
El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten a los respectivos criterios de corrección, Problema “B”.



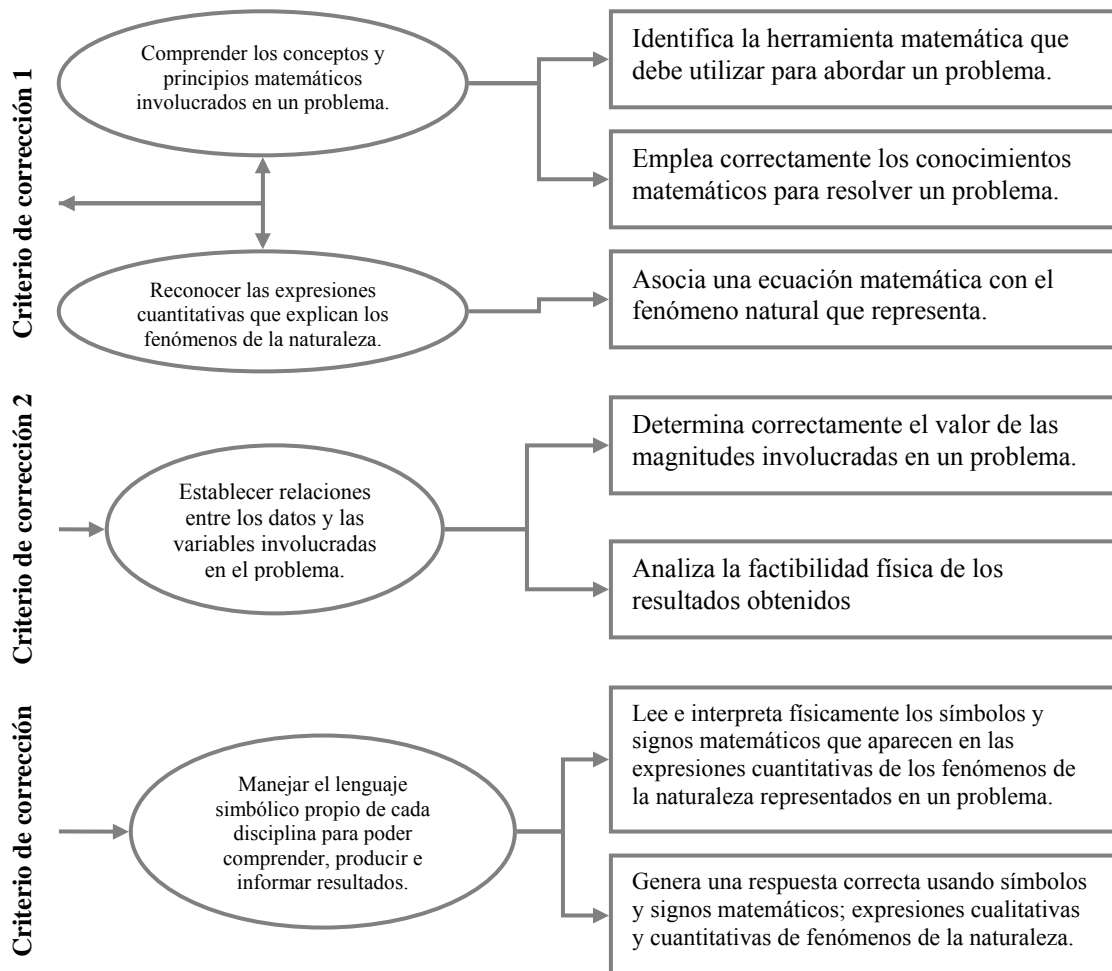
✂ Algunas inferencias realizadas a partir del análisis del nivel de logro de éstos elementos de competencia se pueden sintetizar diciendo:

Los resultados analizados en este apartado son controvertidos, vale la pena cuestionarse cuál es la causa por la cual si el alumno evidencia comprender el concepto matemático y reconocer las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza, no muestra alcanzar un nivel mínimo para establecer relaciones entre los datos y las variables o para producir la información por escrito, manejando adecuadamente el lenguaje simbólico propio de cada disciplina.

Estas formulaciones se constituyen, en el estudio del problema “B”, en inquietudes que mueven a la enunciación de diversas preguntas que conduzcan a ahondar el análisis en la intensión de generar algunas respuestas plausibles.



El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los elementos de competencia correspondientes, en función a los criterios de corrección. Problema “B”.



Se considera pertinente en esta síntesis mostrar algunas de las inferencias realizadas en relación a los criterios de desempeño antes enunciados.

- En el criterio de desempeño “**identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema**” el 94% de los evaluados alcanza un nivel satisfactorio.
- En los criterios de desempeño “**emplea correctamente los conocimientos matemáticos**” y “**asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa**”, un porcentaje elevado de alumnos logra un nivel suficiente en sus realizaciones (70% y 59% respectivamente).
- En el criterio de desempeño “**determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema**”, el 82% de los evaluados alcanza un

puntaje escaso lo que evidencia que la gran mayoría no alcanza un nivel suficiente en sus realizaciones.

- En el criterio de desempeño **“analiza la factibilidad física de los resultados obtenidos”**, más de la mitad de los evaluados no realiza las tareas requeridas (59%) y el grupo restante no alcanza un nivel suficiente.
- En el criterio de desempeño **“lee e interpreta físicamente signos y símbolos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza representados en un problema”**, el 79% realiza incorrectamente las tareas requeridas por lo cual evidencia no alcanzar un nivel suficiente de dominio.
- En el criterio de desempeño **“genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos, expresiones cuantitativas y cualitativas de fenómenos de la naturaleza”**, un número considerable de evaluados (47%) alcanza un nivel aceptable en sus realizaciones y un 23% logra un nivel satisfactorio.

Para concluir con los resultados analizados respecto al problema “B”, se considera oportuno dar la síntesis cualitativa del desempeño que ponga en evidencia fortalezas y debilidades detectadas en este caso.

✓ **Síntesis cualitativa del desempeño en el problema “B”**

De los datos analizados se puede concluir en relación a las respuestas de los alumnos:

- ~~✍~~ El alumno identifica correctamente la herramienta que debe utilizar, es la función derivada primera y la derivada segunda de la posición respecto del tiempo.
- ~~✍~~ Emplea correctamente esa herramienta, halla la función derivada primera y halla la derivada segunda de la ecuación de posición, además genera una ecuación para el momentum lineal.
- ~~✍~~ Asocia la ecuación matemática con el fenómeno físico, puesto que deriva la ecuación de posición para obtener una ecuación para la velocidad y deriva nuevamente para obtener una ecuación para la aceleración.
- ~~✍~~ La mayoría de los alumnos tiene grandes dificultades para determinar correctamente el valor de las magnitudes involucradas, por ello es posible que en

algunos casos opte por no realizarlo. A la vez que tampoco pueden analizar los valores obtenidos.

Se considera que la falla sustancial en este caso en particular es que no han logrado identificar el carácter vectorial de las magnitudes intervinientes, sumado al hecho de que en el enunciado se da la ecuación cartesiana de la posición.

✍ Por otro lado, en este problema, en general, los alumnos generan una respuesta aceptable (71% de ellos realizan de forma medianamente correcta o correcta) al menos en lo que a producción escrita se refiere; pero contradictoriamente no evidencian ser capaces de leer e interpretar los signos y símbolos matemáticos expuestos en el problema, se puede inferir que la causa sea la falta de reconocimiento de la relación cartesiana de una ecuación.

Este tipo de análisis facilita la interpretación de los bajos puntajes obtenidos en este problema.

6.2.1.4 Síntesis del análisis de los datos obtenidos - Problema “C”

✓ Este problema se desarrolla en el contexto de la Introducción a la termodinámica. Calor y temperatura. Es un problema físico que requiere, de conceptos algebraicos asociados a los sistemas de ecuaciones lineales para su resolución.

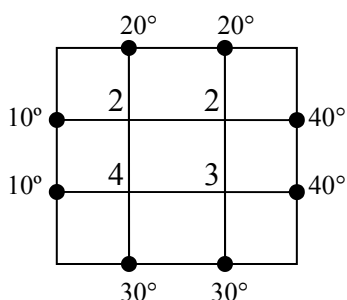
Problema C:

Un aspecto importante en el estudio de la transferencia de calor es determinar la distribución de temperatura en estado estable sobre una placa delgada cuando se conoce la temperatura presente alrededor de los bordes.

Suponga que la placa mostrada en la figura representa la sección transversal de una viga de metal, con un flujo de calor insignificante en la dirección perpendicular a la placa.

Sean T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , las temperaturas en los cuatro nodos interiores de la malla que muestra la figura.

En cada nodo la temperatura es aproximadamente igual al promedio de los cuatro nodos más cercanos, a la izquierda, a la derecha, abajo y arriba.



Por ejemplo la ecuación para T_1 es:
 $T_1 = (10^\circ + 20^\circ + T_2 + T_4) / 4$

a) Con los datos suministrados por la gráfica, escriba un sistema de ecuaciones cuya solución proporcione un estimado para las temperaturas T_1 , T_2 , T_3 , T_4

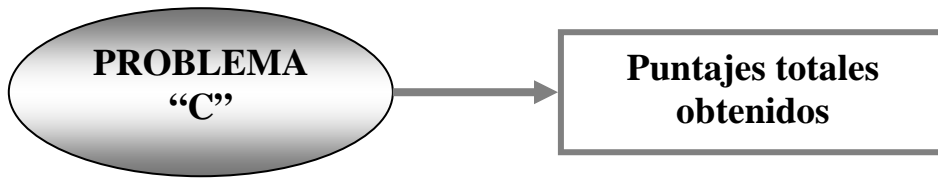
b) Resuelva el sistema de ecuaciones e indique cuál es la temperatura estimada de los nodos interiores de la malla.

c) Si se duplica la temperatura en los bordes extremos, ¿que sucede con la temperatura en los nodos interiores?

d) Considerando que la placa esta constituida de cierto material cuyo coeficiente de expansión lineal es “ α ”, y que posee una superficie inicial S_i , a una temperatura promedio inicial t_i , al duplicar esa temperatura, ¿que sucede con la superficie de la placa?

✍ En este problema se espera que el alumno identifique y extraiga los datos de la representación gráfica, con los cuales debe construir un sistema de ecuaciones lineales.

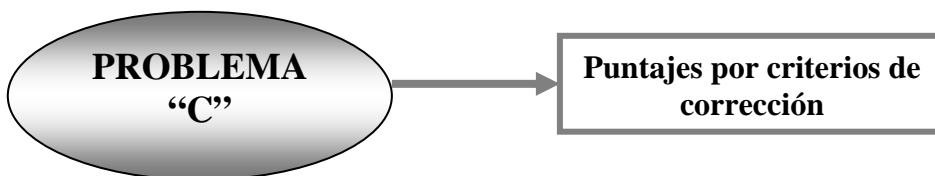
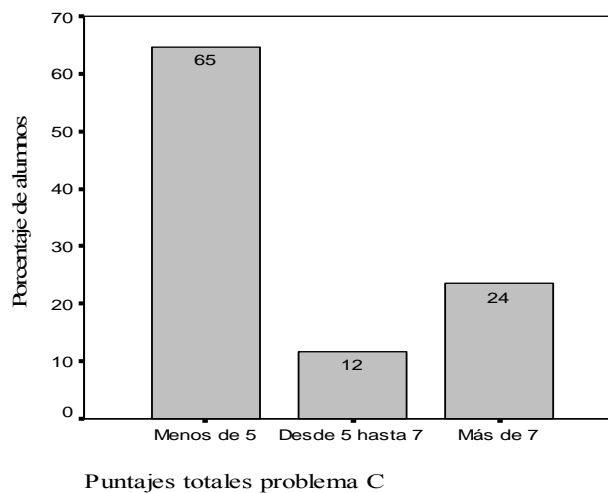
Al resolver el sistema generado, debe identificar los resultados obtenidos con los valores de la variable de trabajo. Además debe reconocer el concepto físico representado en la gráfica para que a partir del modelo matemático subyacente, pueda explicar el comportamiento físico del fenómeno en relación con las magnitudes involucradas.



✓ De los puntajes totales obtenidos por alumno en este problema “C” se concluye:

El 65% de los alumnos evaluados obtiene un puntaje inferior a los 5 puntos, lo que se corresponde con una resolución incorrecta del problema, sin embargo un 24% resuelve correctamente. La gráfica 6.23 ilustra lo expuesto.

Gráfico nº 6.23 – Porcentaje de alumnos en relación a los puntajes totales obtenidos Problema “C”



✓ Problema “C” en relación a los puntajes obtenidos por criterio de corrección (síntesis).

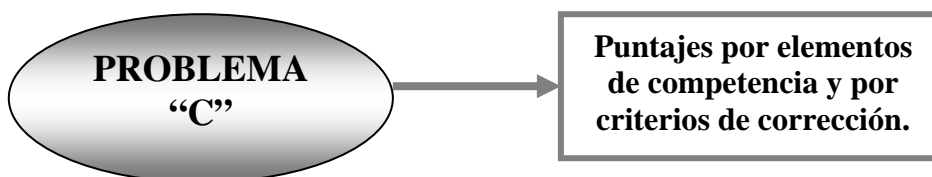
La tabla 6.24 muestra los estadísticos calculados para cada criterio de corrección para el problema “C”.

Tabla n° 6.24 - Estadísticos problema “A” por criterios de corrección

		Criterio de corrección 1	Criterio de corrección 2	Criterio de corrección 3
		Manejo de conceptos, de información	Cálculo o cálculo analítico	Producción escrita, presentación de la prueba
N	Válidos	34	34	34
	Perdidos	0	0	0
Media		1,97	1,00	2,09
Desv. típ.		,937	1,181	,866

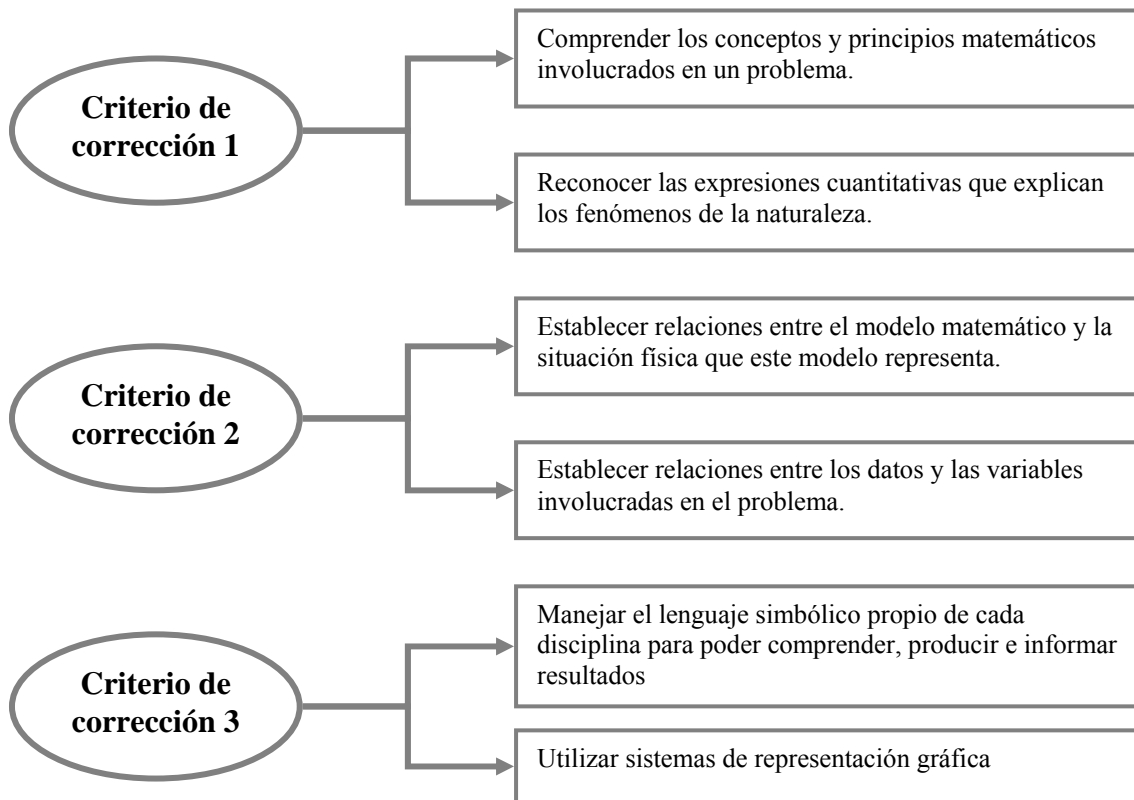
De los estadísticos calculados para este problema “C” se puede inferir:

- En el criterio de corrección 1, la media alcanza el valor 1,97, con una desviación típica de 0,937, lo que está indicando que un elevado número de alumnos realiza de manera medianamente correcta el manejo de la información, con una relativa dispersión de los datos.
- En el criterio de corrección 2, la media se ubica en el valor 1, correspondiéndose con una realización incorrecta del cálculo o del cálculo analítico requerido, con una desviación estándar mayor a uno indicando amplia dispersión de los datos.
- En el criterio de corrección 3, la media toma el valor 2,09 que se corresponde con una realización medianamente correcta, con una desviación que señala amplia dispersión de datos.



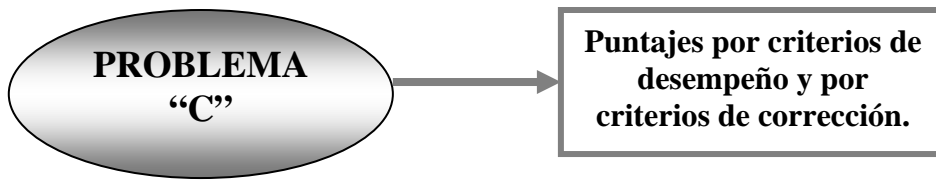
- ✓ **Problema “C” en relación a los puntajes obtenidos por elementos de competencia y a la vez por criterio de corrección (síntesis).**

El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten a los respectivos criterios de corrección, Problema “C”.

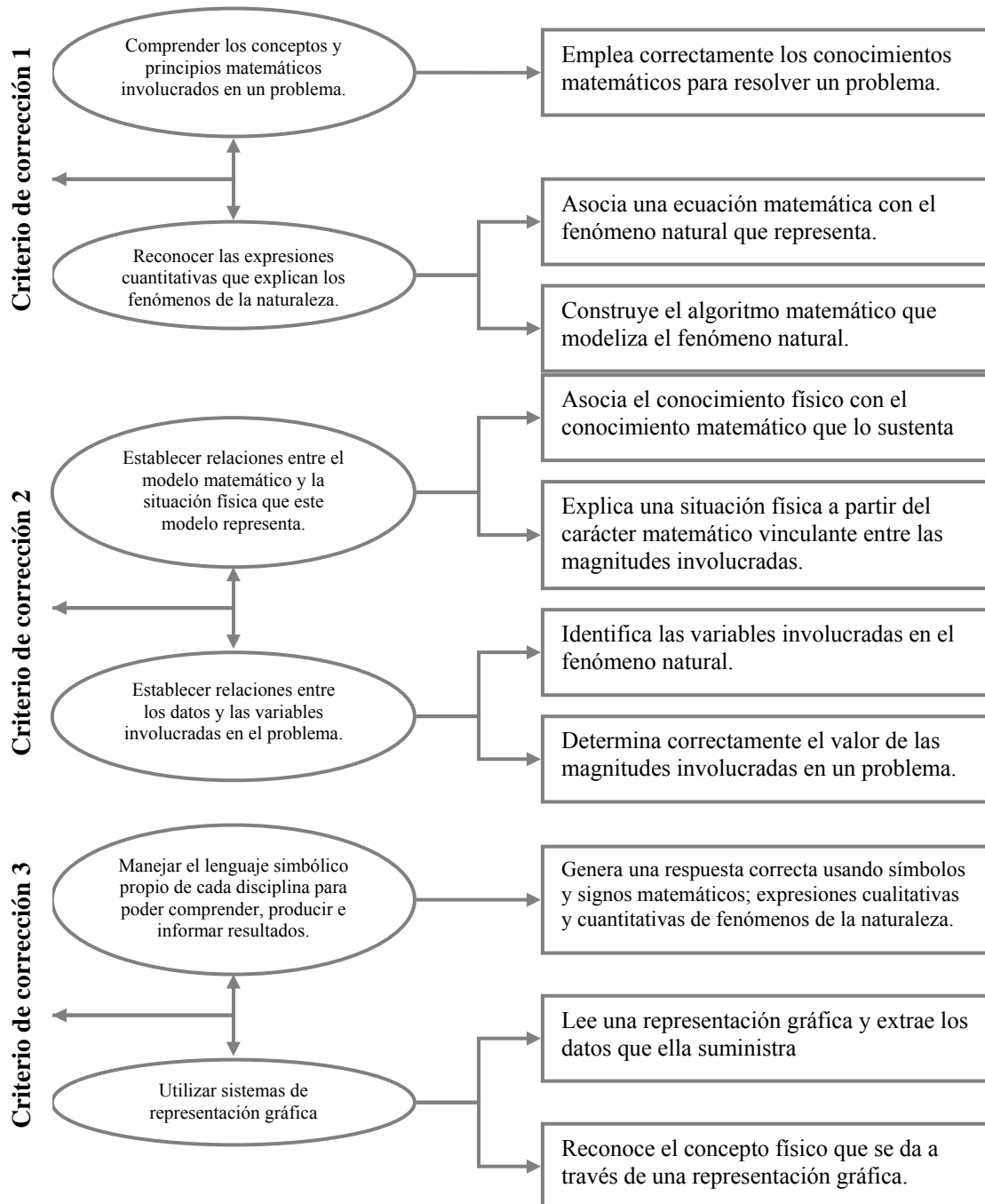


Algunas inferencias realizadas a partir del análisis del nivel de logro de estos elementos de competencia:

✍ Los resultados obtenidos en el análisis realizado por elementos de competencia antes mencionados en el problema “C”, son causales de preocupación, una vez más cabe reflexionar acerca de cuál es la causa por la cual si el alumno comprende el concepto matemático y reconoce las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza, no evidencia alcanzar un nivel mínimo para establecer relaciones entre el modelo matemático y el fenómeno físico que representa o entre los datos y las variables involucradas en el problema. Además, si bien evidencia una aceptable capacidad para leer y reconocer un concepto físico representado en una gráfica, muestra dificultades para producir información por escrito que le permitan plasmar las ideas que ha desarrollado.



El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los respectivos elementos de competencia en relación a los criterios de corrección, Problema “C”.



Se considera pertinente en esta síntesis mostrar algunas de las inferencias realizadas en relación a los criterios de desempeño antes enunciados.

- En el criterio de desempeño **“emplea correctamente los conocimientos matemáticos”**, el 53% de los estudiantes no realiza las tareas que remiten a este criterio de desempeño, sin embargo, un 26% alcanza un nivel satisfactorio de dominio.
- En el criterio de desempeño **“asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa”** el 94% de los alumnos evidencia un nivel satisfactorio de dominio.
- En el criterio de desempeño **“construye el algoritmo matemático que modeliza el fenómeno natural”**, un elevado número de alumnos alcanza un nivel suficiente de desempeño (59%).
- En el criterio de desempeño **“asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta”**, el 67,6% de los evaluados no realiza las tareas requeridas, pero el grupo restante evidencia un nivel suficiente de dominio.
- En el criterio de desempeño **“explica una situación física a partir carácter matemático vinculante entre las magnitudes intervinientes”**, la mayoría de los evaluados evidencia un nivel insuficiente de dominio, ya sea porque obtiene un puntaje escaso que refleja una realización incorrecta (20,6%) o bien porque no realiza las tareas requeridas (41,2%).
- En el criterio de desempeño **“identifica las variables involucradas en el fenómeno natural”**, el 67,6% de los estudiantes no resuelve pero el grupo restante evidencia un nivel satisfactorio de dominio.
- En el criterio de desempeño **“determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema”**, la mayoría de los evaluados evidencia un nivel insuficiente de dominio, ya sea porque obtiene un puntaje escaso que refleja una realización incorrecta (26,5%) o bien porque no realiza las tareas requeridas (56%).
- En el criterio de desempeño **“genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos, expresiones cuantitativas y cualitativas de fenómenos de la naturaleza”**, la mitad de los alumnos evidencia un nivel no satisfactorio de dominio, obteniendo un puntaje inferior al 50% de lo estipulado en este caso. Sin embargo un 23% de los estudiantes logra un nivel suficiente en sus realizaciones.

- En el criterio de desempeño **“lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra”**, la mayoría de los alumno (91,2%) alcanza un nivel satisfactorio de dominio.
- En el criterio de desempeño **“reconoce el concepto físico que se da a partir de una representación gráfica”**, más de la mitad de los evaluados no realiza las tareas requeridas (53%), pero un 17,6% evidencia un nivel suficiente de dominio.

Con el objeto de concluir este análisis de resultados respecto al problema “C”, se muestra a continuación la síntesis cualitativa del desempeño que evidencia fortalezas y debilidades detectadas en este caso.

✓ **Síntesis cualitativa del desempeño en el problema “C”**

Algunas inferencias en relación a las respuestas de los alumnos:

✎ Los evaluados asocian la ecuación matemática con el fenómeno físico, identificando cada ecuación con la distribución de temperatura en los nodos interiores de una placa (94% realización correcta).

✎ Los estudiantes construyen el algoritmo matemático que se requiere par dar solución al cuestionamiento, a partir de generar un sistema de ecuaciones que represente al conjunto de datos (59% realización correcta).

✎ El alumno no evidencia que es capaz de aplicar correctamente los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones lineales adecuados para resolver el problema, sin embargo un 26% de los evaluados resuelve correctamente.

✎ La mayoría de los alumnos no evidencia asociar el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta ni identificar las variables involucradas en el problema.

En este problema el alumno debe relacionar y reconocer que los resultados que se obtienen al resolver el sistema de ecuaciones lineales, se corresponden con los valores de las temperaturas en los nodos interiores. Es necesario destacar que es baja la frecuencia de estudiantes que realizan la tarea respectiva.

✎ También es poco frecuente que los evaluados evidencien ser capaces de explicar una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes intervinientes, ni determinar correctamente el valor de las variables involucradas.

Es probable que esta situación se manifieste a partir de que la mayoría muestra dificultad para la determinación de los valores de las magnitudes, ya que no resuelve el sistema de ecuaciones planteado o bien, si lo hace, calcula incorrectamente.

✎ Por otro lado, la mitad de los alumnos evaluados generan una respuesta incorrecta, y casi un 40% lo hace de forma medianamente correcta o correcta. Lo que pone en evidencia dificultades en la comunicación escrita.

✎ Además, una amplia mayoría de alumnos (91%) es capaz de leer una representación gráfica y extraer los datos que ella proporciona, sin embargo, un alto porcentaje de éstos (53%) no evidencia la capacidad para reconocer el concepto físico representado en la gráfica, pues no realizan las tareas que remiten a este criterio de desempeño.

6.2.1.5 Síntesis del análisis de los datos obtenidos - Problema “D”

✓ Este problema se desarrolla en el contexto del Movimiento ondulatorio. Se trata de un problema físico que requiere, de conceptos del Cálculo como la función derivada, ecuaciones y funciones.

Problema D:

Una onda se propaga por una cuerda según la siguiente ecuación, dada en unidades del Sistema Internacional.

$$y = 0,2 \cos (2 t - 0,1 x)$$

Determine:

- d) La longitud de onda y la velocidad de propagación
- e) El valor de la velocidad y la aceleración de una partícula situada en $x = 0,2$ m en el instante $t = 0,5$ s
- f) Represente gráficamente en función del tiempo las posiciones de dos puntos situados sobre la cuerda a $\lambda/2$ m de distancia.

Tenga en cuenta que:

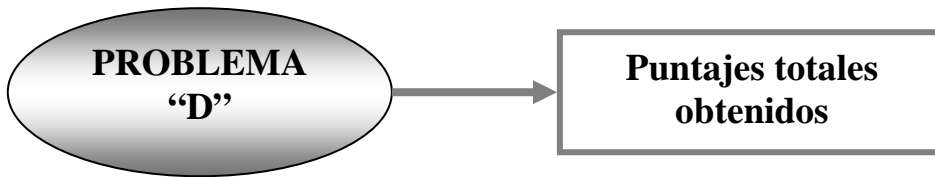
$$v(t) = \frac{dy}{dt} \quad a(t) = \frac{d^2 y}{dt^2}$$

$$y(x, t) = A \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \right]$$

✗ En este problema se espera que el alumno identifique las ecuaciones asociadas a una onda armónica simple y a partir de eso obtenga los valores de las magnitudes involucradas.

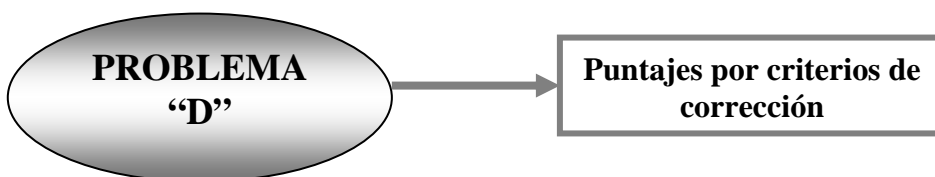
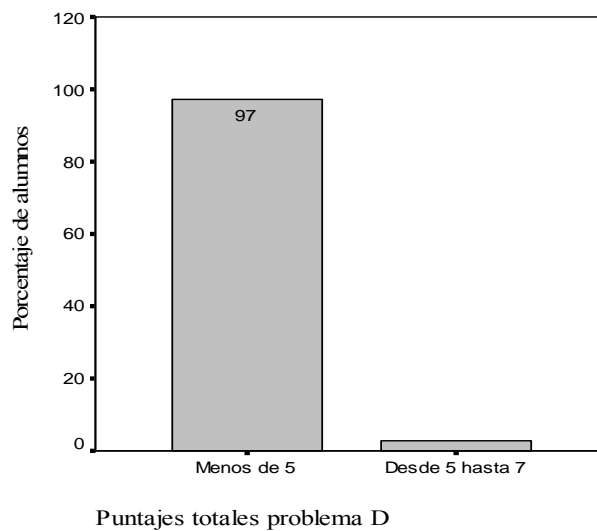
Debe reconocer también a la derivada primera y segunda como las herramientas que le permitan hallar expresiones cuantitativas para la velocidad y para la aceleración y sus valores respectivos.

Además debe representar gráficamente la situación, para lo cual debe asociar los conceptos físicos a las gráficas representativas del fenómeno natural.



✓ De los puntajes totales obtenidos por alumno en este problema “D” se concluye: El 97% de los alumnos evaluados obtiene un puntaje menor a los 5 puntos, lo que se corresponde con una resolución incorrecta del problema. Situación que se ilustra en la gráfica 6.24.

Gráfico nº 6.24 Porcentaje de alumnos en relación a los puntajes totales obtenidos Problema “C”



✓ Problema “D” en relación a los puntajes obtenidos por criterio de corrección (síntesis).

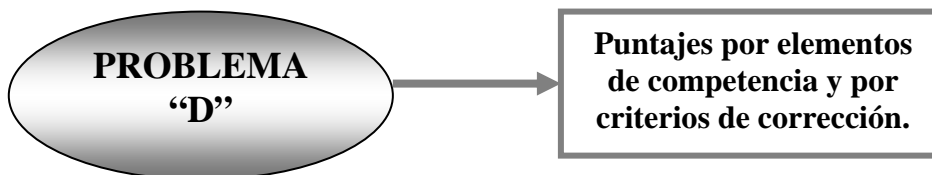
La tabla 6.25 muestra los estadísticos calculados para cada criterio de corrección para el problema “D”.

Tabla n° 6.25 - Estadísticos problema “A” por criterios de corrección

		Criterio de corrección 1	Criterio de corrección 2	Criterio de corrección 3
		Manejo de conceptos, de información	Cálculo o cálculo analítico	Producción escrita, presentación de la prueba
N	Válidos	34	34	34
	Perdidos	0	0	0
Media		1,68	,09	,62
Desv. típ.		1,408	,288	,493

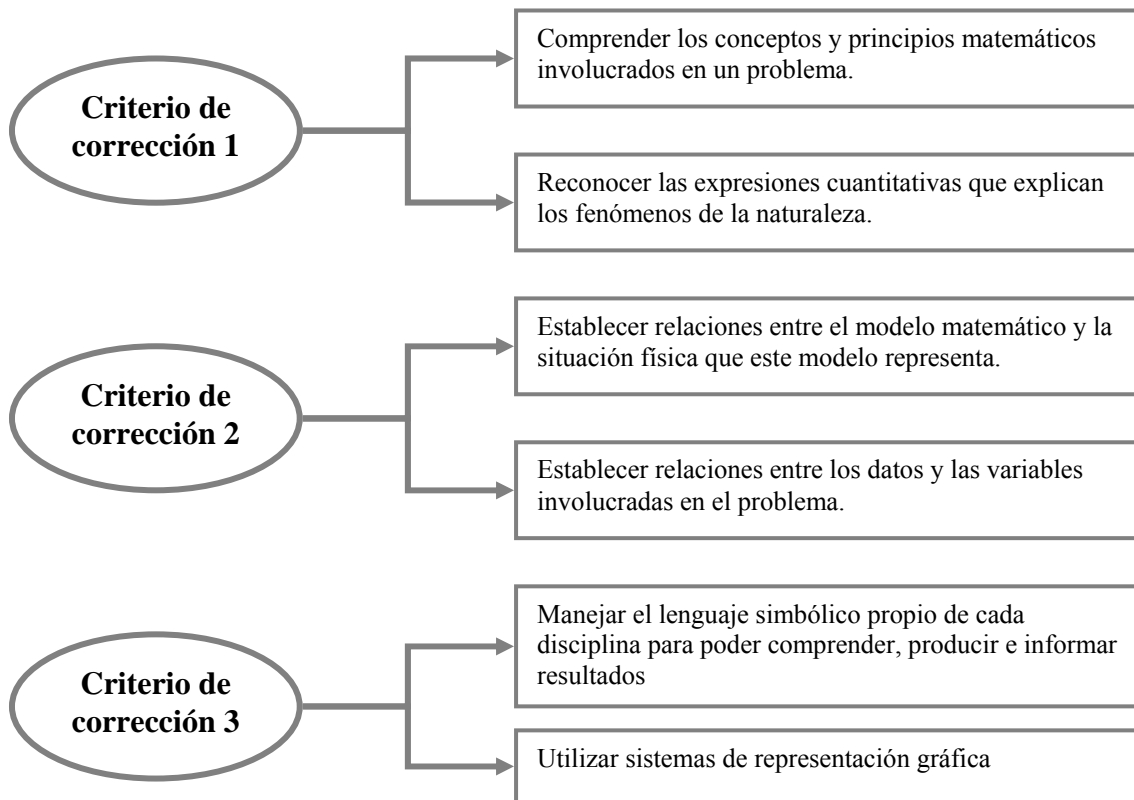
De los estadísticos calculados para este problema “D” se puede inferir:

- En el criterio de corrección 1, la media se ubica en el valor 1,68 por lo cual un elevado número de alumnos realiza incorrectamente las tareas que remiten al manejo de la información. La desviación típica es mayor a uno, 1,408 por lo cual se puede decir que los datos se encuentran ampliamente dispersos.
- En el criterios de corrección 2, la media toma el valor 0,09, lo que evidencia que la mayor parte de los evaluados realiza incorrectamente el cálculo o el cálculo analítico requeridos o bien no aborda las tareas respectivas. La desviación típica señala poca dispersión de los datos.
- En el criterio de corrección 3, la media es 0,62 correspondiéndose con una realización incorrecta de la producción escrita en la prueba. La desviación típica evidencia escasa dispersión de los datos.



✓ **Problema “D” en relación a los puntajes obtenidos por elementos de competencia y a la vez por criterio de corrección (síntesis).**

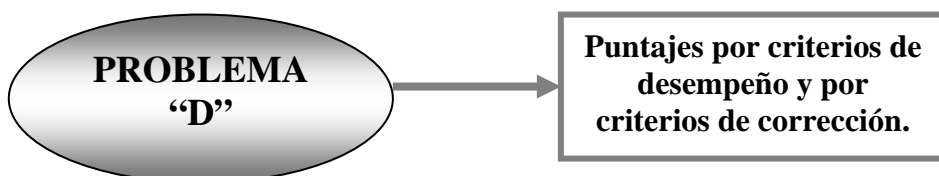
El siguiente esquema representa los elementos de competencia que remiten a los respectivos criterios de corrección, Problema “D”.



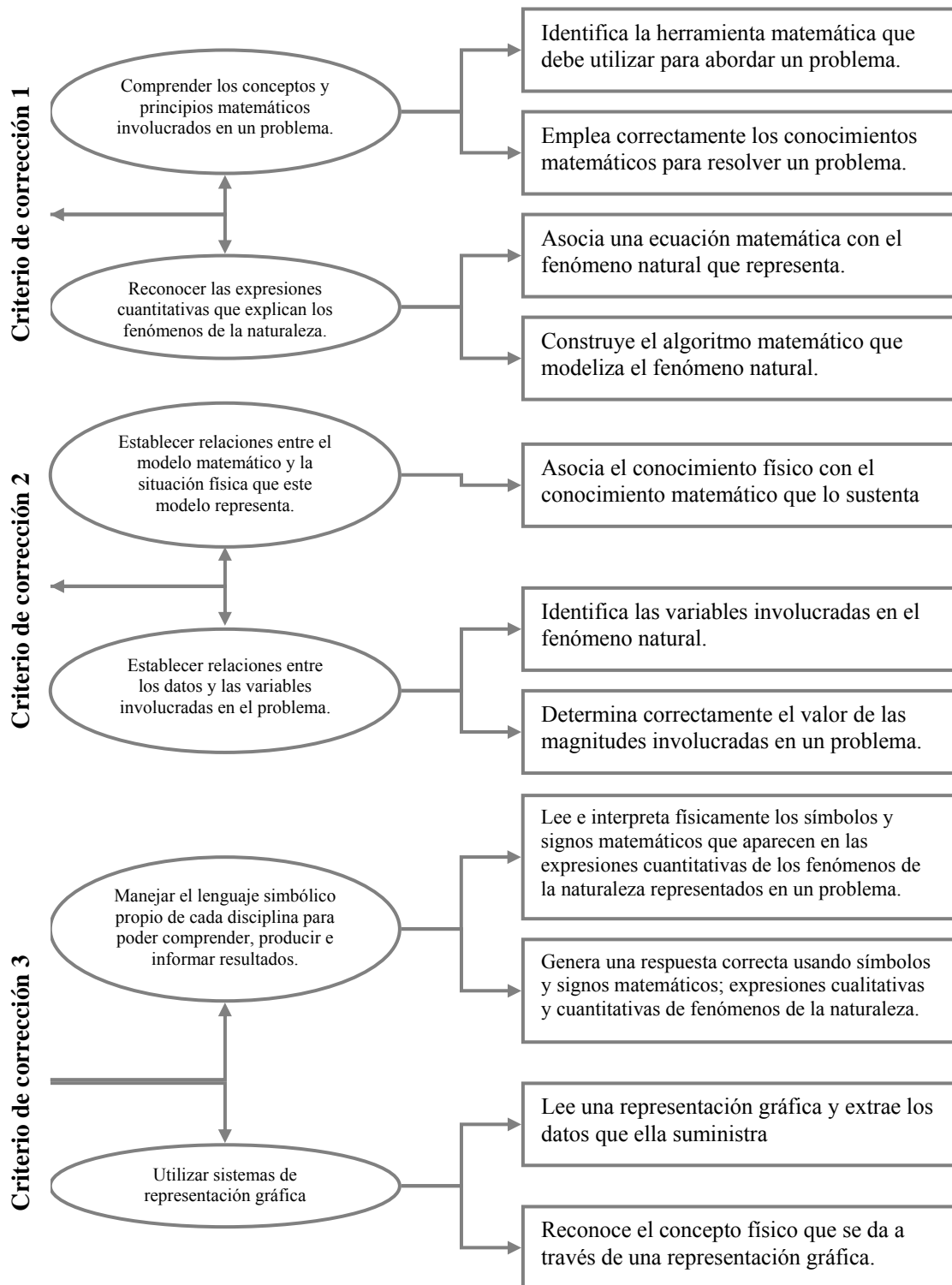
Algunas inferencias realizadas a partir del análisis del nivel de logro de estos elementos de competencia:

✍ Hay un elevado porcentaje de alumnos que no resuelve el problema, por lo cual no evidencia un nivel de logro al respecto. Hay que plantear la posibilidad de que la dificultad puede estar en el tratamiento de los contenidos disciplinares y no en las competencias requeridas para la resolución.

De lo único que se obtiene evidencia valedera es de la comprensión de los conceptos matemáticos involucrados.



El siguiente esquema representa los criterios de desempeño que remiten a los distintos elementos de competencia en relación a los criterios de corrección, Problema "D".



Se considera pertinente en esta síntesis mostrar algunas de las inferencias realizadas en relación a los criterios de desempeño antes enunciados.

- En los criterios de desempeño **“identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema”** y **“emplea correctamente los conocimientos matemáticos”**, un elevado porcentaje de alumnos alcanza un nivel satisfactorio de dominio en estos dos aspectos (61,8% y 50% respectivamente).
- En el criterio de desempeño **“asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa”**, la mitad de los evaluados evidencia un nivel aceptable de dominio, aunque un 35% de los estudiantes no realiza las tareas requeridas.
- En el criterio de desempeño **“asocia el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta”**, la mayoría de los alumnos evidencia un nivel insuficiente de dominio, ya sea porque no resuelve (50% de los evaluados) o porque obtiene un puntaje escaso (44% de los alumnos).
- En el criterio de desempeño **“identifica las variables involucradas en el fenómeno natural”**, ningún alumno realiza las tareas que remiten a este criterio de desempeño.
- En el criterio de desempeño **“determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en un problema”**, la mayoría de los alumnos evidencia un nivel insuficiente de dominio, ya sea porque no resuelve (44% de los evaluados) o porque obtiene un puntaje escaso (47% de los alumnos).
- En el criterio de desempeño **“lee e interpreta físicamente signos y símbolos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza representados en un problema”**, el 44% de los evaluados no resuelve sin embargo, en este caso hay un 15% de alumnos que evidencia un nivel satisfactorio de dominio, un 26% un nivel aceptable.
- En el criterio de desempeño **“genera una respuesta correcta usando símbolos y signos matemáticos, expresiones cuantitativas y cualitativas de fenómenos de la naturaleza”**, más de la mitad de los evaluados obtiene un puntaje que evidencia un nivel insuficiente de dominio.
- En el criterio de desempeño **“construye la representación gráfica que caracteriza un fenómeno natural”**, el 85% de los estudiantes no realiza las tareas requeridas y el grupo restante lo hace incorrectamente.

- En el criterio de desempeño **“reconoce el concepto físico que se da a partir de una representación gráfica”**, el 91% de los evaluados no resuelve las tareas requeridas y el 15% restante evidencia un nivel insuficiente de dominio.

En función a tratar de reconocer los puntos críticos evidenciados en la resolución del problema “D”, se muestra a continuación la síntesis cualitativa del desempeño de los alumnos.

✓ **Síntesis cualitativa del desempeño en el problema “D”**

De los datos analizados se pueden realizar algunas inferencias:

~~✎~~ El 35% de los evaluados no evidencian niveles de logro en los criterios de desempeño porque no resuelven el problema. Este es un porcentaje muy importante de alumnos que impide tener disponible información acerca de los desarrollos que se requieren para abordar este problema, situación que dificulta la realización de un análisis pormenorizado de los dominios de conducta adquiridos.

~~✎~~ La mitad de los evaluados asocia la ecuación matemática con el fenómeno físico, de forma medianamente correcta. En este caso se trata de la identificación de la ecuación general de una onda armónica unidimensional, y de la ecuación de longitud de onda.

~~✎~~ Sin embargo, la mayoría identifica la herramienta matemática necesaria y la emplea correctamente. En este caso particular se trata de la función derivada primera y segunda de la ecuación de posición de una onda armónica unidimensional.

~~✎~~ Por otro lado, la mayoría de los alumnos no evidencia asociar el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta, ni determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema, lo que se deriva de que no logran identificar las variables involucradas.

~~✎~~ En este problema, el alumno debe interpretar la ecuación general de propagación de una onda, para compararla con la ecuación particular dada en el enunciado, y de este modo identificando las variables intervinientes, determinar el valor de las magnitudes involucradas.

✍ Ningún alumno realiza la comparación de ecuaciones para hallar los valores numéricos asociados a las magnitudes.

✍ Y la mayoría de los que abordan las tareas que remiten al asociar el conocimiento físico con el matemático o al determinar los valores de las magnitudes, lo hacen de forma muy incorrecta obteniendo una puntuación menor al 25% de la asignada.

✍ Más de la mitad de los alumnos evaluados generan una respuesta incorrecta, a pesar de que un 41% lee los signos y símbolos matemáticos que aparecen en las expresiones cuantitativas representativas del fenómeno en cuestión, de forma medianamente correcta o correcta. Evidenciando en consecuencia fallas importantes en la comunicación escrita.

✍ Además, no son capaces de construir adecuadamente una representación gráfica ya que los pocos que abordan la tarea lo hacen incorrectamente, ni de reconocer el concepto físico asociado a la misma.

En este caso particular se trata de asociar la gráfica representativa del movimiento Armónico Simple para valerse de ella en la situación particular enunciada en el problema, y de este modo ajustarla para ilustrar la posición respecto del tiempo de dos puntos sobre una cuerda.

6.2.2. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

Las siguientes tablas 6.26, 6.27 y 6.28 sintetizan el análisis cualitativo realizado para cada uno de los problemas y muestra las conclusiones generales en relación a los elementos de competencia definidos.

Tabla n° 6.26 – Análisis comparativo y conclusiones generales de los resultados obtenidos.

Problema “A”	Problema “B”	Problema “C”	Problema “D”
SÍNTESIS CUALITATIVA DEL DESEMPEÑO – Criterio de corrección 1			
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Identifican correctamente la herramienta matemática que deben utilizar. ▶ Emplean correctamente esa herramienta. ▶ Asocian la ecuación matemática con el fenómeno físico. ▶ No construyen el algoritmo matemático necesario para obtener una solución correcta. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Identifican correctamente la herramienta matemática que deben utilizar. ▶ Emplean correctamente esa herramienta. ▶ Asocian la ecuación matemática con el fenómeno físico. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No evidencian ser capaces de emplear correctamente la herramienta matemática necesaria para resolver el problema. ▶ Asocian la ecuación matemática con el fenómeno físico que representa. ▶ Construyen el algoritmo matemático que se requiere para dar solución al problema. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Un porcentaje considerable no resuelve. ▶ Identifican la herramienta matemática necesaria para resolver y la emplea correctamente. ▶ Asocian la ecuación matemática con el fenómeno físico que representa.
<p>En conclusión: Las evidencias denotan que los evaluados, en general, comprenden adecuadamente los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema, a la vez que en menor porcentaje muestran reconocer satisfactoriamente las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza. Logrando un nivel suficiente de dominio.</p>			

Tabla nº 6.27 – Análisis comparativo y conclusiones generales de los resultados obtenidos.

Problema “A”	Problema “B”	Problema “C”	Problema “D”
SÍNTESIS CUALITATIVA DEL DESEMPEÑO – Criterio de corrección 2			
<ul style="list-style-type: none"> ▶ No evidencian ser capaces de explicar una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes. ▶ Manifiestan dificultades para identificar las variables involucradas en el problema. ▶ El cálculo para determinar el valor de las magnitudes en general es realizado de forma medianamente correcta. ▶ No evidencian ser capaces de realizar un análisis de la factibilidad física de los resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Evidencian dificultades para determinar correctamente el valor de las magnitudes involucradas. ▶ No muestran suficiente habilidad para analizar la factibilidad de los valores obtenidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No evidencian asociar el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta ni identificar las variables involucradas en el problema. ▶ Evidencian insuficiente capacidad para explicar una situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes intervinientes. ▶ Determinan incorrectamente el valor de las variables involucradas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No evidencian asociar el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta, ni determinar correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema. ▶ No manifiestan identificar las variables involucradas en el problema. ▶ No explican adecuadamente la situación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas.

En conclusión: La evidencia recogida respecto a la capacidad para realizar cálculo o cálculo analítico en la resolución de problemas pone de manifiesto que en este aspecto es donde parece detectarse una mayor dificultad.

Los datos recogidos dan cuenta de que en general, existen fallas en el momento de dar una explicación precisa acerca del comportamiento de un fenómeno físico, a partir del establecimiento de relaciones entre el modelo matemático que lo representa, o entre los datos y las variables involucradas.

El análisis realizado infiere una falta de vinculación de la Matemática en función a la aplicación de ésta a la Física.

Por otro lado, el problema correspondiente al tema “ondas” fue abordado por un bajo porcentaje de alumnos, lo que debe ser motivo de otro tipo de estudio, ya que no se puede concluir respecto a si el nivel de dificultad está en el contenido disciplinar o en las habilidades y destrezas que se deben poner en juego para la realización del mismo.

No alcanzan en este criterio de corrección un nivel suficiente de dominio.

Tabla nº 6.28 – Análisis comparativo y conclusiones generales de los resultados obtenidos.

Problema “A”	Problema “B”	Problema “C”	Problema “D”
SÍNTESIS CUALITATIVA DEL DESEMPEÑO – Criterio de corrección 1			
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Realizan adecuadamente la construcción de una gráfica en ejes cartesianos. ▶ Generan una respuesta aceptable, en cuanto a la producción escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No evidencian ser suficientemente capaces de leer e interpretar la simbología expuesta en el problema. ▶ Generan una respuesta aceptable al menos en lo que a producción escrita se refiere. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Leen una representación gráfica y extraen los datos que ella proporciona. ▶ No evidencian reconocer el concepto físico representado en la gráfica. ▶ Generan respuestas de baja calidad lingüística. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ No hay suficiente evidencia de la capacidad para construir adecuadamente una representación gráfica, ni para reconocer el concepto físico asociado a la misma. ▶ Leen de modo relativamente adecuado la simbología presentada en el problema. ▶ Generan una respuesta incorrecta.

En conclusión: Las evidencias denotan que los evaluados, en general, son capaces de manejar de manera aceptable el lenguaje propio de cada disciplina para producir una respuesta, sin embargo ponen de manifiesto dificultades en algunos aspectos de la comunicación escrita. La comunicación a partir de los sistemas de representación gráfica parece evidenciar falencias, sin embargo, las gráficas tradicionales asociadas a los fenómenos físicos de menor grado de complejidad son manejadas con un mejor nivel de logro. Alcanzan un nivel medianamente suficiente de dominio.

6.2.3. ANÁLISIS DE ALGUNAS REALIZACIONES EN PARTICULAR

En este apartado, para concluir con la etapa de análisis de datos, se realiza un estudio comparativo de las realizaciones en el test de tres de los alumnos evaluados.

Se pretende con este análisis observar con atención y detenimiento el modo en que diferentes alumnos, que han evidenciado distintos niveles de logro, abordan las tareas requeridas.

Como se mencionara anteriormente, la prueba es anónima, no identifica particularmente al estudiante que la realiza, sin embargo, cada instrumento ha sido codificado en función a que los evaluados puedan consultar los resultados que obtienen.

Para ello, se publican en la Web de la Institución los datos correspondientes a los puntajes totales, puntajes por problemas y un breve informe de conclusiones, con referencia a las codificaciones realizadas. Además se incorporan a la publicación las respuestas a los problemas realizadas por los expertos, para que sea el propio alumno el que realice la meta cognición de aciertos y errores, y desde esta perspectiva afianzar a la evaluación como una instancia más de aprendizaje.

La selección de los alumnos para la elaboración de este análisis particular se realiza del siguiente modo:

- El alumno que obtiene el mayor puntaje total en la prueba.
- Del grupo de alumnos que obtienen entre 16 y 24 puntos en total, se escoge uno al azar.
- Del grupo de alumnos que obtienen desde 24 hasta 28 puntos en total, se elige uno al azar.

Los alumnos seleccionados según la codificación asignada son:

Código 1006 – Carrera Ingeniería Industrial, obtiene 28 puntos (70%)

Código 1028 – Carrera Ingeniería Informática, obtiene 24,95 puntos (62,38%)

Código 1029 – Carrera Ingeniería Electrónica, obtiene 17,55 puntos (43,88%)


En los anexos a este estudio se incorporan copias de las respuestas a la pruebas de estos tres alumnos.

El siguiente análisis se realiza en relación a los criterios de desempeño definidos para cada problema. Las comparaciones parten del análisis del alumno codificado 1006, que es el que obtiene mayor puntaje determinando el punto de corte de la prueba.

Respecto del problema “A”

- **Código 1006:**

- Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para resolver el problema;
- emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolverlo;
- asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- construye el algoritmo matemático que modelizar el fenómeno natural;
- *manifiesta cierta dificultad en la explicación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas;*
- identifica las variables involucradas en el fenómeno natural;
- determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;
- *muestra dificultades en el momento de analizar la factibilidad física de los resultados obtenidos;*
- *no genera una respuesta, al menos no realiza una producción escrita para dar la respuesta;*
- construye adecuadamente la representación gráfica que caracteriza el fenómeno natural.

 Se puede decir en relación a las respuestas dadas por este alumno (el que obtiene el mayor puntaje entre todos), que alcanza un nivel de logros satisfactorio, respecto a la adquisición de conceptos y competencias en el área de las Ciencias Básicas.

Sin embargo debe reforzar algunas cuestiones relativas al manejo del lenguaje simbólico propio de cada disciplina y al establecimiento de relaciones entre datos y variables, y entre el modelo y el fenómeno natural que representa.

- **Código 1029:**


- *Si bien identifica una de las herramientas matemáticas que debe utilizar para resolver una parte del problema, no lo hace para determinar la ecuación que lo lleve a dar la respuesta a otra parte;*
- emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolverlo;
- asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- *no construye el algoritmo matemático que modelizar el fenómeno natural, por el contrario, genera un valor que no se corresponde con lo solicitado;*
- realiza adecuadamente la explicación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas;
- identifica las variables involucradas en el fenómeno natural;
- determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;
- *muestra cierta dificultad para analizar la factibilidad física de los resultados obtenidos;*
- genera una respuesta, al menos en lo que se refiere a la producción escrita;
- construye adecuadamente la representación gráfica que caracteriza el fenómeno natural.

~~✍~~ Se puede inferir, en función a la realización del test por parte de este alumno, que, que alcanza un nivel de logros apropiado, pero que debe reforzar, por un lado, los conocimientos relativos a los algoritmos asociados a los fenómenos físicos y por otro lado, al establecimiento de relaciones entre datos y variables.

- **Código 1028:**

- Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para resolver el problema;
- emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolverlo;
- asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;

- construye el algoritmo matemático que modelizar el fenómeno natural;
- *manifiesta cierta dificultad en la explicación física a partir del carácter matemático vinculante entre las magnitudes involucradas;*
- identifica las variables involucradas en el fenómeno natural;
- determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;
- *muestra dificultades en el momento de analizar la factibilidad física de los resultados obtenidos;*
- genera una respuesta, al menos en lo que se refiere a la producción escrita;
- construye adecuadamente la representación gráfica que caracteriza el fenómeno natural.

 Se puede decir que en relación a las respuestas dadas para este problema por parte de este alumno, se evidencia un nivel adecuado de logros, debiendo fortalecer algunas cuestiones, como el manejo del lenguaje propio de cada disciplina y el establecimiento de relaciones entre datos y variables, y entre el modelo y el fenómeno natural que representa.

Respecto del problema “B”

- **Código 1006:**
 - Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;
 - emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;
 - asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
 - determina correctamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;
 - *manifiesta dificultades en el análisis de la factibilidad física de los resultados obtenidos;*
 - lee e interpreta físicamente la simbología que aparece en las expresiones de los fenómenos de la naturaleza;
 - y es capaz de generar una respuesta correcta escrita.

✎ En este caso, el alumno codificado 1006 pone de manifiesto alcanzar un nivel de logros satisfactorio, sin embargo, vuelve a mostrar falencias en el momento de establecer relaciones entre los datos y las variables involucradas en el problema.

- **Código 1029 y Código 1028:**

Los dos alumnos, en este problema, realizan las tareas de forma similar, por lo cual se expresa el siguiente análisis en conjunto.

- *Identifican algunas de las herramientas matemáticas que debe utilizar para abordar el problema y otras no;*
- *emplean correctamente los conocimientos matemáticos para resolver parte del problema, pero lo hace incorrectamente ante otros cuestionamientos solicitados;*
- *asocian alguna de las ecuaciones matemáticas asociadas al fenómeno natural involucrado;*
- *determinan incorrectamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
- *manifiestan dificultades en el análisis de la factibilidad física de los resultados obtenidos;*
- *leen e interpretan incorrectamente desde el punto de vista físico la simbología matemática, ya que no reconocen la relación cartesiana de la magnitud dada;*
- *sin embargo, evidencian cierta habilidad para generar una respuesta por escrito.*

✎ En este caso, los alumnos codificados 1029 y 1028, manifiestan un escaso nivel de logros, evidenciando una posible desconexión entre el conocimiento matemático y su aplicación física.

 **Respecto del problema “C”**

- **Código 1006:**

- *Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;*
- *emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;*
- *construye el algoritmo necesario para dar solución al problema;*

- asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- *sin embargo, determina incorrectamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
- *manifiesta algunas dificultades al explicar una situación física a partir del carácter vinculante entre las magnitudes involucradas;*
- lee correctamente una representación gráfica, reconociendo el concepto físico que se da a través de la misma;
- y es capaz de generar una respuesta correcta escrita.

✍ Se puede inferir de este análisis, que en esta oportunidad el alumno codificado 1006 nuevamente evidencia alcanzar un nivel de logros adecuado, no obstante, muestra falencias en las mismas competencias que se observaron en los problemas “A” y “B”, es decir en el establecimiento de relaciones entre datos y variables, y entre el modelo y el fenómeno natural que representa.

- **Código 1029 :**


- *no evidencia emplear correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema, debido a que no realiza la tarea que remite a este criterio de desempeño;*
- asocian una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- *no realiza tampoco las tareas que remiten a los elementos de competencia correspondientes al cálculo o cálculo analítico;*
- lee una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra;
- *sin embargo no reconoce el concepto físico que se da a través de la gráfica;*
- evidencia habilidad para producir una respuesta por escrito.

✍ En este caso, el alumno codificado 1029 realiza en forma incompleta las tareas requeridas para la resolución del problema, no aportando evidencia suficiente para realizar una inferencia adecuada.

- **Código 1028:**

- Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;


- emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;
- construye el algoritmo necesario para dar solución al problema;
- asocia una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- *sin embargo, determina incorrectamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
- *manifiesta algunas dificultades al explicar una situación física a partir del carácter vinculante entre las magnitudes involucradas;*
- lee correctamente una representación gráfica y extrae los datos que ella suministra;
- *pero no reconoce el concepto físico que se da a través de la gráfica;*
- genera una respuesta de forma medianamente correcta.

 Se puede inferir de este análisis, que en esta ocasión el alumno codificado 1028, evidencia alcanzar un nivel de logros relativamente adecuado, debido a que muestra inexactitudes en el establecimiento de relaciones entre datos y variables, y entre el modelo y el fenómeno natural que representa, y en el uso de los sistemas de representación gráfica como elemento de comunicación.

Respecto del problema “D”

- **Código 1006:**
 - Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;
 - emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;
 - *asocia de forma medianamente correcta una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;*
 - *asocia de forma medianamente correcta el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta;*
 - *no identifica adecuadamente las variables involucradas en el fenómeno natural;*
 - *determina incorrectamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
 - *manifiesta algunas dificultades al leer e interpretar la simbología matemática presentada en el problema;*


- *construye incorrectamente una representación gráfica, no reconoce el concepto físico que se da a través de la misma;*
- *generara una respuesta escrita poco precisa.*

 Se puede inferir de este análisis, que en este problema el alumno codificado 1006, manifiesta alcanzar un nivel de logros medianamente adecuado. Nuevamente muestra falencias en las mismas competencias ya observadas en los problemas antes analizados, es decir en el establecimiento de relaciones entre datos y variables, y entre el modelo y el fenómeno natural que representa.

Pero además pone en evidencia dificultades en la comunicación escrita, a partir de la utilización inapropiada de sistemas de representación gráfica que poseen mayor complejidad en relación a las evaluadas anteriormente.

- **Código 1029 :**

- *Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;*
- *emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;*
- *asocia de forma medianamente incorrecta una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;*
- *no realiza la tarea que aporta evidencia a la identificación de las variables involucradas en el fenómeno natural;*
- *determina incorrectamente el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
- *no realiza las tareas que remiten a los demás criterios de desempeño, por lo cual no hay aporte de evidencia al respecto.*

 En este caso, al igual que en el problema “C”, el alumno codificado 1029 realiza en forma incompleta las tareas requeridas para la resolución del problema, no aportando evidencia suficiente para realizar una inferencia adecuada.

- **Código 1028:**

- *Identifica la herramienta matemática que debe utilizar para abordar el problema;*
- *emplea correctamente los conocimientos matemáticos para resolver el problema;*

- asocia de correctamente una ecuación matemática con el fenómeno natural que representa;
- asocia adecuadamente el conocimiento físico con el conocimiento matemático que lo sustenta;
- *no evidencia identificar las variables involucradas en el fenómeno natural, porque no realiza las tareas que remiten a este criterio de desempeño;*
- *determina de manera incompleta el valor de las magnitudes involucradas en el problema;*
- *manifiesta algunas dificultades al leer e interpretar la simbología matemática presentada en el problema;*
- *no realiza las tareas relativas a las representaciones gráficas;*
- generara una respuesta escrita adecuada.

~~✎~~ Como conclusión de este análisis, el alumno codificado 1028, evidencia alcanzar un nivel de logros relativamente adecuado, debido a que muestra fallas en el establecimiento de relaciones entre datos y variables, por otro lado, no realiza las tareas que aportan indicios respecto al uso de los sistemas de representación gráfica como elemento de comunicación. Sin embargo realiza una producción escrita aceptable para dar respuesta al problema.

Síntesis cualitativa del análisis realizado:

Se puede concluir diciendo que estos tres alumnos constituyen una pequeña muestra significativa del grupo total de evaluados, ya que ponen de manifiesto las mismas dificultades que se precisaron en el análisis general.

Hay suficiente información de estos estudiantes para poder inferir que la mayor dificultad se evidencia en el momento de realizar cálculo o cálculo analítico para resolver un problema.

Lo antedicho se sustenta en el hecho de que no logran un nivel suficiente al establecer relaciones entre el modelo matemático y la situación física que ese modelo representa, ni tampoco entre los datos y las variables involucradas en un problema, o bien, lo logran de forma medianamente adecuada.

No alcanzando el estándar definido.

6.3. ANÁLISIS DE LA FIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

- Se calcula el coeficiente de fiabilidad (α de Crombach) para cada uno de los problemas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Problema “A”:

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)
Reliability Coefficients

N of Cases = 34,0 N of Items = 6 (elementos de competencia)

Alpha = ,7561

Problema “B”:

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)
Reliability Coefficients

N of Cases = 34,0 N of Items = 4 (elementos de competencia)

Alpha = ,7360

Problema “C”:

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)
Reliability Coefficients

N of Cases = 34,0 N of Items = 6 (elementos de competencia)

Alpha = ,9173

Problema “D”:

RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)
Reliability Coefficients

N of Cases = 34,0 N of Items = 6 (elementos de competencia)

Alpha = ,8743

- Se calcula el coeficiente de fiabilidad (α de Crombach) para el instrumento construido.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

```
RELIABILITY ANALYSIS - SCALE (ALPHA)
Reliability Coefficients
N of Cases =      34,0                N of Items = 12

Alpha =      ,7687
```

- En relación a los valores obtenidos en el cálculo de fiabilidad, ya sea considerando a los problemas por separado o a la prueba en conjunto, se puede inferir que la prueba es altamente fiable, lo que implica decir que mide lo que dice medir.

6.4. CONCLUSIONES

↪ Las expectativas manifiestas de los docentes del área de las Ciencias Básicas no se condicen con los resultados obtenidos por los alumnos.

Desde la selección de competencias y contenidos, pasando por la formulación y valoración de los problemas, hasta la asignación de puntajes, los profesores suponen que las prácticas de aula han sido capaces de producir aprendizajes más significativos en los alumnos, de los que se evidencian en los resultados obtenidos.

↪ Los estudiantes han revelado en las realizaciones del test claras falencias en el momento de resolver un problema.

Los estudiantes evaluados han rendido y aprobado las asignaturas correspondientes a las subáreas Matemática y Física, lo que acredita institucionalmente que los conocimientos impartidos han sido adquiridos. Sin embargo, en el momento de ponerlos en juego para resolver un problema se ponen de manifiesto distintos niveles de adquisición.

↪ Desde el punto de vista de la Matemática, los evaluados en general manejan adecuadamente las temáticas asociadas al concepto de derivadas, integrales, funciones, ecuaciones, sistemas de ecuaciones, vectores.

En el momento de transferir estos saberes a la Física para resolver un problema alcanzan a superar la etapa básica de aplicación, sin pasar al planteo de estrategias de resolución del problema. Situación que evidencia dificultades en la integración de conceptos.

↪ Desde el punto de vista de la Física, los estudiantes deben poseer la capacidad interpretativa de los fenómenos de la naturaleza en relación a las magnitudes involucradas y al modelo matemático subyacente.

Si bien reconocen los fenómenos naturales a los que alude el problema, no se percibe una clara interpretación del mismo.

↪ Las competencias y elementos de competencia propuestos para la prueba suponen un desarrollo adecuado en el alumno que en este ciclo 2.008 cursa el cuarto año de la carrera.

Sin embargo los resultados evocan las mismas dificultades detectadas por CONEAU en la aplicación de los ACCEDE, en los cuales se evidencia un escaso desarrollo de las competencias definidas en esa oportunidad, las que están en total relación con las que se asumen en este instrumento.

↪ Al construir esta prueba se presume que los procesos de acreditación han provocado una evolución metodológica por parte de los docentes.

Sin embargo, aparentemente esas modificaciones conductuales no se reflejan en los aprendizajes de los alumnos.

↪ Desde el punto de vista institucional, se puede suponer que las acciones puestas en marcha para la mejora de la calidad educativa deben impactar directamente en el rendimiento académico del alumno.

Los resultados obtenidos muestran que no han sido suficientes. Por cual, cabe considerar que estratégicamente hay que realizar planificaciones que atiendan la problemática detectada.

”...nunca se puede dar por concluida una prueba, puede estar disponible para su uso, con unas ciertas garantías, y para unos determinados propósitos, pero la concepción de base es que deben estar en continuo proceso de revisión”.

Jesús Jornet (2.005)

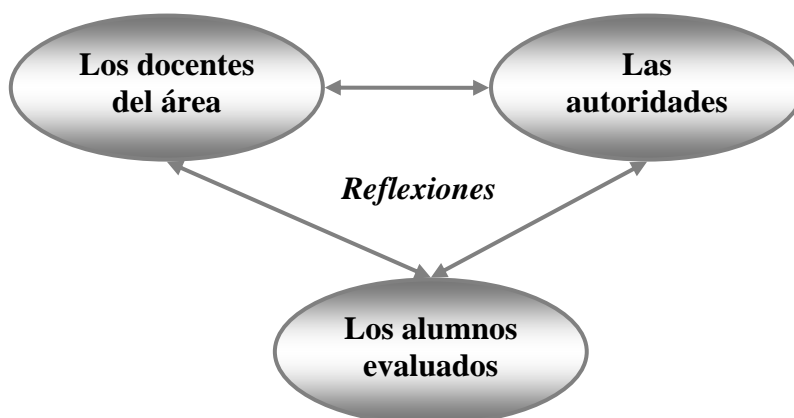
6.5. REFLEXIONES

Desde tres perspectivas se concibe la reflexión final dado que aportan a este estudio.

Por un lado, las expectativas de los docentes responsables de las asignaturas de las subáreas Matemática y Física, en relación a las posibilidades de los alumnos de abordar con éxito la resolución del test.

Por otro lado, la expectativa de las autoridades de la Facultad de Ingeniería, en relación con el rendimiento académico puesto de manifiesto en esta instancia de evaluación.

Y completando esta triada, se ubica el alumno y su desarrollo en la prueba, lo que aporta la evidencia necesaria para contrastar lo esperado con lo obtenido.



Supuestamente debe existir convergencia de conceptos y competencias que el alumno debe haber adquirido en el lapso de su formación académica, que le permitan manifestar un nivel suficiente de adquisición e integración de los mismos en el momento de realizar el test.

Diferentes focos de análisis han sido sistemáticamente aplicados para obtener información cuantitativa y resolver interpretaciones heurísticas que arrojen luz a la dimensión cualitativa de este estudio. Los *criterios de corrección*, tanto como los *elementos de competencia* y los *criterios de desempeño* se constituyeron en las dimensiones de la variable de trabajo.

La información recolectada da cuenta que los estudiantes, en general, evidencian comprender adecuadamente los conceptos y principios matemáticos involucrados en un problema, y muestran reconocer satisfactoriamente las expresiones cuantitativas de los fenómenos de la naturaleza.

Entonces, los supuestos didácticos presuponen que este mismo alumno debe concretizar las habilidades y destrezas adquiridas en el momento de transferirlas en la realización del cálculo analítico, que requiere fundamentalmente de esa comprensión y reconocimiento, pero que además precisa de la modelización del fenómeno, la interpretación y el análisis de factibilidad.

Pero cuando se revisa la información disponible y se contrasta con las expectativas, se avanza sobre la incertidumbre. Cabe entonces cuestionarse acerca de qué está pasando en el aula, qué sucede con las metodologías de enseñanza, qué sucede con la adquisición de conceptos y el desarrollo de competencias.

Es entonces cuando se incorpora al debate reflexivo el docente y su realidad. En que estrato respecto al cambio de paradigma se ubica, cuánto aun posee de docente transmisor con un modelo epistemológico centrado en los contenidos, cuánto ha avanzado en función a convertirse en un docente del siglo XXI, que se enfrenta a los retos que supone la sociedad del conocimiento.

Es este momento en el que la investigación se ubica en la dinámica universitaria y en sus interacciones al interior de ella. La formación por competencias requiere de la relación bidireccional entre alumno – profesores y diseño curricular. Y suma el modo en que las autoridades velan por su desarrollo.

Así como no es posible pensar en un alumno que integre conocimientos de distintos campos del saber sin que se le haya enseñado a hacerlo, tampoco es posible pensar en un profesor que se ajuste a las tendencias curriculares actuales sin que haya transitado un proceso sistemático de cambio en su forma de enseñar y evaluar.

En este punto encuadra la gestión académica promoviendo políticas que contemplen proyectos, estrategias y acciones para capacitar al claustro docente en las temáticas asociadas a la formación por competencias. Para que en oportunidad de poner en marcha el plan de estudios que requieren las tendencias actuales, el docente haya adquirido las herramientas necesarias.

Fin

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ P. Y OTROS, (2.007); *Marco de Fundamentación Conceptual - Matemática*; Bogotá; Documento producido y publicado por ACOFI.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE FACULTADES DE INGENIERÍA (ACOFI), (2.007); *Instructivo Para La Presentación De La Prueba EXIM (Examen Intermedio de Ciencias Básicas)*; Bogotá; Documento producido y publicado por ACOFI;

ARREOLA RISA, J. Y OTRO, (2.003); *Programación lineal*; México; Internacional Thomson Editores.

ASTEGGIANO, D. Y OTRO, (2.006); *1° Informe Estrategias de Desarrollo de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería Argentina*; Buenos Aires; CONFEDI.

ASTEGGIANO, D. Y IRASSAR, F., (2.006); *Primer acuerdo sobre competencias genéricas*; La Plata; CONFEDI.

BUENDÍA E., L. Y SALMERÓN PÉREZ, H., (1.994); *Construcción de Pruebas Criteriales de Aula*; Revista Investigación Educativa N° 23.

BRU, RAFAEL Y OTROS, (2.004); *Álgebra Lineal*; México; Editorial Alfaomega.

COMISIÓN NACIONAL DE EVALUACIÓN Y ACREDITACIÓN UNIVERSITARIA, (2.003); *Resolución N° 487/03, Acreditación de la Carrera en Electrónica y Telecomunicaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza*; Buenos Aires; CONEAU.

CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA, (2.005); *Proyecto estratégico de reforma curricular de las ingenierías*; Santa Fe; Reunión plenaria CONFEDI.

CONSEJO FEDERAL DE DECANOS DE INGENIERÍA, (2.000); *Manual de acreditación para carreras de ingeniería en la República Argentina*; Argentina; CONFEDI.

DIRECCIÓN DEL ÁREA DE LAS INGENIERÍA Y LA TECNOLOGÍA, (2.007); *Guía para el sustentante – Examen Intermedio de Licenciatura en Ciencias Básicas de Ingeniería*; México; Documento producido y publicado por el CENEVAL.

ESCOBAR DÍAZ, M., (2.007); *Marco de Fundamentación Conceptual – Física*, Bogotá; Documento producido y publicado por ACOFI.

HERNÁNDEZ, E., (1.998); *Álgebra y Geometría*; España; Editorial Iberoamericana.

HERNÁNDEZ NODARSE, M. (2.007); *Perfeccionando los exámenes escritos, reflexiones y sugerencias metodológicas*; Revista Iberoamericana de Educación nº 41; Edita: Organización de Estados Iberoamericanos.

GONZALEZ, J., WAGENAAR, R., (2.003); *Tuning Educational Structures in Europe, Informe Final, Fase Uno*, Bilbao; Universidad de Deusto, RGM S.A.

GRUPO DE EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, (2.006); *Antecedentes y marco legal*; Colombia; Documento producido por el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES).

JORNET MELIÁ, J. y otros (2.005); *Problemas de la Medición y Evaluación educativa, Estándares e Indicadores para Analizar la Realidad Educativa*;

Departamento de Métodos de Investigación y Diagnóstico en Educación; Valencia;
Universidad de Valencia.

LAY, D. (2.007); *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*; México; PEARSON Educación.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN, (1.997);
Lineamientos para la evaluación institucional; Buenos Aires; CONEAU.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN, (1.995); *Ley
Nacional de Educación Superior N° 24.521*, Buenos Aires; Publicada en el Boletín
oficial N° 28.204.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN, (2.001); *Resolución
1232/01*, Buenos Aires; CONEAU.

MINISTERIO DE CULTURA Y EDUCACIÓN DE LA NACIÓN, (2.002); *Resolución
1054/02*; Buenos Aires; CONEAU.

NUÑEZ, ANA MARÍA, (2.006); *Pruebas estandarizadas que evalúan aprendizajes
efectivos a través de la resolución de problemas y planes de estudio*; Memoria para la
obtención del DEA; España; Universidad de Granada.

PERALES, F.J. Y OTROS, (2.000); *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y
Práctica de la Enseñanza de las Ciencias*; España; Editorial Marfil S.A.

PÉREZ JUSTE, R.; GARCÍA RAMOS, J. M., (1.989); *Diagnóstico, Evaluación y toma
de decisiones*; Tratado de educación personalizada; Madrid; Ediciones Rialp.

PERRENOUD, P.(1.999); *Dix nouvelles competences pour enseigner*; Paris ; ESF
Editor.

POSADA ALVAREZ, R., (2.007); *Formación Superior Basada en Competencias, Interdisciplinariedad y Trabajo Autónomo del estudiante*; Revista Iberoamericana de Educación n° 41; Edita: Organización de Estados Iberoamericanos.

POZO MUNICIO, J.I. (1.997); *La solución de problemas*; Buenos Aires; Ediciones Santillana S.A.

SALAZAR CONTRERAS, J. (2.006); *Competencias y Componentes*; Taller de Competencias en la Enseñanza de la Ingeniería; Carlos Paz; CONFEDI.

SALMERÓN, H. (2.005); *Evaluación con Referencia Criterial*; apuntes de clase; Mendoza; Programa de Doctorado en Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología de la U.de Granada.

SERWAY, R Y OTRO (2.005); *Física para Ciencias e Ingenierías*; Volumen I; México; Internacional Thomson Editores.

SERWAY, R Y OTRO (2.005); *Física para Ciencias e Ingenierías*; Volumen II; México; Internacional Thomson Editores.

STEWART, J. (2.003); *Cálculo de una variable*; Cuarta edición; Colombia; Internacional Thomson Editores.

TORRADO, M., (1.998); *De la Evaluación de Aptitudes a la Evaluación de Competencias*; Bogotá; ICFES.

UNESCO,(1.998); *Declaración Mundial sobre la Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y Acción*, Informe final, Conferencia Mundial sobre la Educación Superior, París; UNESCO.

CONTRERAS NIÑO, L. Y OTRO, *Metodología Para Elaborar Exámenes Criteriales Alineados Con El Currículum*; Capítulo de libro publicado en <http://ecola.ens.uabc.mx/nuevainfo/Capitulo10.pdf>

Consultado 2.007.

GARRIDO, Y. Y LEIVA, L.; *Reflexiones sobre la calidad del aprendizaje y de las competencias matemáticas*; Revista Iberoamericana de Educación N° 41: Educación para el desarrollo sostenible II; ISSN:1681-5653; OEI, <http://www.rieoei.org/rie41.htm>

Consultado 2.006.

PEREZ GARCÍA, A., *En torno a la solución de problemas*, Biblioteca Virtual de CLACSO; <http://www.clacso.org/wwwclacso/espanol/html/biblioteca/fbiblioteca.html>

Consultado 2.006.

SALAS ZAPATA, W.; *Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual del caso colombiano*; Revista Iberoamericana de Educación, Sección de los lectores: Tema Currículo, Planes de estudio; ISSN: 1681-5653; OEI; http://www.rieoei.org/deloslectores_Educacion_Superior.htm

Consultado 2.005.