

# CARACTERÍSTICAS DESEABLES DEL ESTUDIANTE AL INGRESO A LA FACULTAD DE INGENIERÍA

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 Descripción del Servicio

La Facultad de Ingeniería es el servicio de la Universidad de la República que se encarga de la formación profesional, la investigación y la asistencia en diversas áreas de la Ingeniería. Tiene ocho carreras de grado de cinco años de duración curricular: Ingeniero en Computación, Ingeniero Electricista, Ingeniero Civil, Ingeniero Industrial Mecánico, Ingeniero Agrimensor, Ingeniero Naval, Ingeniero Químico, Ingeniero en Alimentos (la responsabilidad de estos dos últimos títulos de grado es compartida con otros servicios). Existe también una carrera de 3 años, el título de Tecnólogo Mecánico, que se dicta en coordinación con la ANEP. La Facultad brinda además carreras de posgrado, destacándose la Maestría en Informática y la Maestría en Ingeniería Ambiental, de orientación predominantemente profesional, y Maestrías de carácter más bien académico en las áreas de la Informática, la Ingeniería Eléctrica, la Ingeniería de Reactores, la Mecánica de los Fluidos y la Ingeniería Matemática. Actualmente se están preparando posgrados profesionales en las áreas de Transporte y Gestión. Existen también programas de Doctorado en varias áreas.

La Facultad tiene registrados actualmente unos 6.000 estudiantes, según consta en el último padrón electoral. Cuenta con un plantel de alrededor de 700 docentes y 170 funcionarios que se distribuyen en 10 Institutos independientes y un conjunto de unidades centrales de Administración y Gestión. Los Institutos son los encargados de realizar las actividades académicas de la institución (enseñanza, investigación, extensión y asistencia) y buena parte de las tareas de gestión. En cuanto a infraestructura edilicia, el Servicio cuenta con 2.554 m<sup>2</sup> de aulas destinadas a enseñanza de grado y Posgrado.

En el año 1997 se pusieron en marcha nuevos planes de estudio en casi todas las áreas<sup>1</sup> de 5 años de duración, organizados todos sobre una estructura de créditos que permiten medir el avance de un estudiante en la carrera y el peso relativo que en su formación tienen las diferentes disciplinas básicas, básico-técnicas, tecnológicas y complementarias. Esta estructura permite flexibilizar los currículos y favorece la horizontalidad entre las carreras. Los nuevos Planes significaron un gran cambio en la Facultad, ya que se pasó de una oferta de cursos anuales y libres a asignaturas semestrales reglamentadas; se estandarizaron los procedimientos de puesta en marcha de asignaturas de grado y posgrado y se hizo necesaria la existencia de una buena coordinación entre programas de grado y posgrado. La situación de masificación estudiantil a nivel de grado<sup>2</sup> impone restricciones muy exigentes para la implementación de estos nuevos Planes.

A los efectos de la determinación de las características deseables de los estudiantes que ingresan a Facultad, debemos mencionar que el número de carreras diferentes nos obliga a definir la siguiente estrategia: definir un conjunto de competencias generales que son deseables en un estudiante que ingresa a cualquiera de las carreras. Establecer una serie de competencias específicas en varias disciplinas, haciendo especial hincapié en Física y

---

<sup>1</sup> El nuevo Plan de Ingeniería Química comenzó en el 2000; el de Ingeniería en Alimentos se inició en el 2002.

<sup>2</sup> Tomando como base el año 1968, la matrícula de la Facultad de Ingeniería se ha multiplicado por un factor de 8,58, mientras que en el resto de la Universidad lo hizo en un factor de 2,93.

Matemática, ya que la existencia de cursos básicos en dichas áreas es el denominador común, en los primeros tres semestres, de todas las carreras.

La Facultad de Ingeniería viene considerando desde hace varios años la determinación de las características reales de los estudiantes que ingresan. Los diversos estudios y actividades realizadas han servido como insumos, explícitos o no, para este informe. Dedicamos un breve comentario a los antecedentes más notables:

- Al inicio del año lectivo la Facultad realiza una prueba a los estudiantes que ingresan. En los últimos años se ha evaluado la formación e información en Física y Matemática, coordinando esfuerzos para establecer las competencias comunes a ambas disciplinas (lógica, representación de funciones, soluciones a problemas de la vida diaria, etc.). En ocasiones anteriores se han evaluado, además, otras características como el manejo del lenguaje, evaluando la interpretación y producción de textos, o los niveles de información que tienen los ingresantes sobre temas de cultura general. Estas pruebas se vienen realizando desde el año 1992. y sus informes son difundidos internamente y, en alguna ocasión, han sido presentados ante Secundaria. Esta actividad ha permitido generar un conocimiento histórico de la realidad de los ingresantes y su relación con aspectos socioeconómicos previos (si cursó secundaria en Montevideo o el Interior, si lo hizo en una institución Pública o Privada, etc.)
- La Unidad de Enseñanza de la Facultad, creada en el año 1992, ha desarrollado diferentes actividades. Particularmente, se han realizado copiosos estudios sobre el desempeño de los estudiantes en los primeros años de las carreras. Esos informes ya forman parte del acervo básico de la Institución. Es de señalar que la Unidad de Enseñanza toma parte activa en la realización de las pruebas señaladas en el punto anterior, organizando y coordinando su ejecución.
- La transición a los nuevos Planes de Estudio, iniciada en el Claustro de Facultad en el año 1994, implicó ricas discusiones relacionadas con la situación de los estudiantes al ingreso. Muchos de los contenidos de dichas discusiones fueron recogidos en los documentos finales de los nuevos Planes y en la adecuación de los programas de los primeros semestres de las Carreras en Ingeniería.
- El pasado año la Facultad creó un Grupo de Trabajo para que elaborara una opinión sobre la *Transformación de la Enseñanza Media Superior* (TEMS). Dicha opinión fue procesada en la Asamblea de Claustro de Facultad y aprobada luego por el Consejo el 16 de diciembre del 2002.
- El mismo grupo elaboró, motivado por el proceso de Acreditación de Carreras de Ingeniería del MERCOSUR, el documento *Perfil del Estudiante al Ingreso*, que fuera aprobado por la Asamblea del Claustro de Facultad en su sesión del 21 de agosto y por el Consejo de Facultad el 29 de setiembre del 2003.

## 1.2 Descripción del Presente Trabajo

El capítulo 2, *Perfil del Estudiante al Ingreso*, enuncia un escenario de competencias generales y específicas en cuanto a aptitudes, actitudes, formación e información del estudiante al ingreso a la Facultad de Ingeniería. Este escenario no es único; corresponde llegar a acuerdos con las autoridades competentes de ANEP para la concreción de un escenario aceptable.

Este capítulo se ha dividido en tres secciones, una dedicada a *las Competencias Generales*, otra dedicada a las *Competencias Específicas* del futuro estudiante de la Facultad de Ingeniería<sup>3</sup> y una tercera Sección de Ejemplos y Problemas de Física y Matemática.

En la primer sección, se señalan diferentes aptitudes y actitudes deseables en el estudiante al ingreso, describiéndose situaciones concretas en las que debe aplicarlas o cómo se espera que evolucione, dentro de Facultad, en la hipótesis de haberlas adquirido en su formación previa.

La segunda sección se divide en tres sub-secciones: una dedicada a *las Competencias en Matemática*, otra dedicada a las *Competencias en Física* y una tercer sección en la que, bajo el título de *Competencias en otras Areas*, hemos resaltado las Competencias en Química.

Las sub-secciones dedicadas a la Matemática y a la Física describen un escenario posible de contenidos, además de las habilidades y estrategias que se desea que el estudiante haya adquirido. Para fijar el grado de exigencia de los contenidos, habilidades y estrategias, se incluyó una tercer sección con una serie de ejercicios y problemas que el estudiante que ingresa debiera ser capaz de resolver.

El capítulo 3, *Conclusiones* es un resumen del trabajo realizado.

El capítulo 4, *Referencias Bibliográficas*, además de citarse las fuentes de este trabajo, se marcan los hipervínculos que permiten encontrarlos en la red.

## 1.3 Precisiones

De las diferentes pruebas aplicadas al estudiante al ingreso, de la tarea que los docentes de Facultad de Ingeniería desempeñan en los cursos de los primeros semestres, del trato cotidiano con los ingresantes, se observa que son muy pocos los estudiantes que, proviniendo de la Enseñanza Media, tienen un conjunto de competencias aceptables, como por ejemplo las señaladas en el capítulo 2, para alcanzar los objetivos de la Facultad de Ingeniería como formadora de profesionales.

En cuanto a las Competencias Generales, destacamos que el estudiante medio parece no haber recibido la orientación vocacional necesaria que le permita reconocer los deberes propios de un estudiante que ingresa a la Universidad. Sus motivaciones están más relacionadas con el impacto de la tecnología en la sociedad actual, que con una verdadera vocación de formación curricular en esos temas.

En cuanto a las Competencias Específicas, el hecho de que muchos docentes de la Enseñanza Media evalúen casi exclusivamente la resolución rutinaria de problemas, no cumplan con los programas que establece ANEP y presenten deficiencias en su formación, motiva que el estudiante ingrese con graves carencias de información y formación.

Entendemos que es posible conciliar los contenidos y aspectos formativos que se requieren para proseguir estudios en la Facultad de Ingeniería con los que se requieren para cumplir otros objetivos de la enseñanza media como los de preparar para la vida, el trabajo, la ciudadanía: no se trata de objetivos excluyentes. Las evidencias que tenemos muestran déficit importante en los estudiantes ingresantes a la Facultad en competencias que entendemos importantes no solo para la carrera, sino para el desempeño en las actividades anteriormente mencionadas: el trabajo, la vida, la ciudadanía, y que serían cumplidas de concretarse objetivos como los planteados en este trabajo.

---

<sup>3</sup> La definición de *competencia* utilizada fue la sugerida por la Sub Comisión Coordinadora del Proyecto Institucional “Proyectos Conjuntos con ANEP”: “...**capacidad de movilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar determinado tipo de situaciones**”.

Finalmente se enfatiza que este trabajo debe insertarse en lo expresado en los Planes de Estudio de la Facultad de Ingeniería, en los que se expresa:

“...estos Planes de Estudio se complementan con otras acciones que están siendo o serán emprendidas en lo inmediato por la Facultad de Ingeniería y de cuyo éxito depende directamente el de estos Planes. Estas acciones tienden a:

la superación de la marcada heterogeneidad y la preocupante insuficiencia en la preparación de los estudiantes que ingresan a Facultad, que se evidencia no sólo en la extensión y profundidad con que han tratado los diferentes temas en la enseñanza preuniversitaria, sino en su espíritu crítico, su actitud frente al estudio, su motivación, sus modalidades de aprendizaje y, en definitiva, su rendimiento.”

## 2 Perfil del Estudiante al Ingreso

### 2.1 Competencias Generales

#### 2.1.1 Aptitudes

En el escenario planteado, el estudiante que ingrese a Facultad de Ingeniería debe poseer las siguientes aptitudes generales:

- **Vocación previa** para comprender, entre otras cosas, la diferencia entre el rol del ingeniero y el rol del usuario de la tecnología (obtenida, por ejemplo, a partir de una orientación vocacional que le haya brindado la información y formación necesaria).
- **Capacidad de planificar su actividad futura**, tomando conciencia de los cambios que se operan entre la Enseñanza Media y la Universidad, donde el estudiante debe tomar decisiones que afectan su rendimiento curricular: definición de opciones dentro de la Ingeniería, dedicación horaria a las asignaturas en un sistema de créditos, asistencia no obligatoria a clases, etc.
- **Capacidad de comprender su rol en la sociedad como estudiante**; aptitud adquirida a través de una formación general que haya tenido en cuenta diferentes aspectos culturales y le permita ir desarrollando y desempeñando su papel en el ámbito universitario.
- **Desarrollo de las competencias necesarias generales y específicas** que le permitan seguir aprendiendo, sintiéndose motivado para ello.
- **Capacidad de reflexionar acerca de su propia actividad**, reconociendo (además de las tácticas de aprendizaje que le han permitido hasta el momento lograr sus metas), las tácticas y estrategias que se le presentan en los cursos de Facultad.
- **Práctica en el formalismo matemático y de las ciencias experimentales**, tratando los temas con la rigurosidad necesaria para entender el lenguaje técnico involucrado.
- **Conocimiento de las conexiones entre las disciplinas** que más influyen en su formación: matemática, física y química y entre estas disciplinas y las tecnológicas, dado que los saberes no pueden concebirse en forma aislada.
- **Correcto uso del lenguaje materno** en producciones orales y escritas que posibilite que el estudiante estructure y presente correctamente su trabajo académico, además de poder interpretar textos escritos y saber explicitar sus ideas.
- **Capacidad de imaginar objetos en el espacio tridimensional** y comprender y manejar fluidamente sus proyecciones sobre planos.
- **Capacidad de percibir órdenes de magnitud** de las variables de la vida diaria y de las que figuran en las competencias específicas.
- **Capacidad de trabajar en equipo**, siendo parte activa del mismo, a través del diálogo, el acuerdo y la cooperación.
- **Conocimiento del idioma inglés** que le permita comprender textos científicos de matemática, física y química a nivel de la Enseñanza Media, dado que, en un futuro, deberá traducir mucha información técnica, textos y artículos de referencia que solo se encuentran en ese idioma.
- **Conocimientos en el área de la informática**, que implique el saber usar una computadora personal.
- **Conocimiento de diferentes temas sociales**: económicos, políticos, históricos, cívicos, especialmente, aquellos que tienen que ver con los desarrollos tecnológicos nacionales, sus situaciones de emergencia y de urgencia, su entorno social.

## 2.1.2 Actitudes

Además se espera que el estudiante que ingrese a Facultad de Ingeniería tenga las siguientes actitudes:

- **Compromiso con su proceso educativo**, siendo parte activa del mismo y no un mero receptor de conocimientos.
- **Espíritu crítico y autocrítico**, que le permita asumir una actitud responsable y honesta frente a los diferentes actores de la institución y a sí mismo.
- **Compromiso con la sociedad uruguaya**, que está financiando sus estudios.
- **Asumir su participación en la sociedad**, como adulto joven, particularmente en el ejercicio de su derecho y deber frente al Cogobierno Universitario.
- **Aspirar a ser parte del desarrollo tecnológico** posible y alcanzable en nuestro territorio

## 2.1.3 Lenguaje

El lenguaje representa una de las dimensiones fundamentales del ser humano. Se trata de un sistema de recursos para construir significados. Además de vocabulario y gramática el lenguaje proporciona una semántica. En el campo de la educación formal, el lenguaje constituye un eje transversal de la propuesta educativa, ya que las diferentes disciplinas hacen uso de él para construir su conocimiento. El contenido de toda disciplina se expresa a través de un determinado patrón semántico y los recursos semánticos del lenguaje exteriorizan los esfuerzos de las distintas comunidades por comunicar contenidos específicos.

La mayor parte de las actividades que se desarrollan dentro de la educación formal se apoyan en un uso efectivo de las siguientes habilidades lingüísticas básicas: hablar, comprender, leer y escribir.

No se considera posible la participación plena del individuo en la sociedad si no se ha logrado un dominio satisfactorio de la lengua materna: producir, comprender, reproducir, recrear y ampliar enunciados, usar distintas variedades de la lengua y reconocer y adaptar los usos lingüísticos a distintos contextos socioculturales.

El estudiante que ingresa a la Universidad deberá haber integrado las siguientes **habilidades lingüísticas**:

- **leer textos y materiales de estudio,**
- **organizar esquemas, síntesis y mapas conceptuales.**
- **seleccionar, jerarquizar, analizar y relacionar la información,**
- **tener la capacidad de comunicarla adecuadamente tanto de manera oral como por escrito.**

El lenguaje es el instrumento sin el cual no es posible concebir un desarrollo cognitivo acorde con la edad de los estudiantes, sus intereses y las del propio sistema educativo. Conforme avanza la complejidad educativa se emplea con mayor énfasis la lectura y se utiliza con mayor rigor la escritura.

Leer implica un conjunto de competencias que permiten hacer de la lectura de textos una actividad permanente de aprendizaje y perfeccionamiento, que trasciende al sistema educativo. Mediante la lectura los estudiantes abordan los conocimientos disciplinares que les permitirán realizar un aprendizaje significativo. Esto implica que al leer deben extraer significados y construir conocimientos, haciendo uso de sus conocimientos previos y de procesos dinámicos que ayudan a la organización de la información.

Por lo tanto, el joven que ingresa a la Universidad debería ser capaz de construir, atribuir valores y reflexionar a partir del significado de lo que lee en una amplia gama de clases de textos, asociados a las distintas situaciones que pueden darse tanto dentro como fuera del sistema educativo formal.

Esto implica que el estudiante debe **comprender el texto escrito**, para lo cual debe poseer ciertas estrategias desarrolladas, tales como :

- **dar cuenta del tema global y de subtemas (macro estructuras)**
- **identificar y jerarquizar las unidades de información semántica que los estructuran**
- **analizar las vinculaciones intra e interproposicionales** (co-referenciales, causales y funcionales), así como las que vinculan las macro estructuras entre sí y con el tema global
- **interpretar la información explícita y utilizarla en forma adecuada**
- **inferir información implícita**
- **elaborar una síntesis escrita y/u oral del contenido**

El último punto alude a la producción de un texto escrito, que requiere poseer las estrategias sintáctico-discursivas involucradas en el uso del registro escrito. En tanto síntesis de un texto leído, el producido por el estudiante debe respetar los contenidos referenciales de aquél, y seleccionar los más importantes. En el **plano semántico** el estudiante debe:

- **saber organizar significativamente la información** en una estructura esquemática adecuada al tipo de texto a elaborar,
- **poseer la habilidad de explicitarla parafraseándola**
- **expresar sus vinculaciones por medios sintácticos**, de manera que nada queda librado al conocimiento contextual extralingüístico.

En lo que respecta a la **calidad del texto escrito**, el estudiante que ingresa a la Universidad debe:

- **haber alcanzado un nivel ortográfico aceptable**
- **manejar adecuadamente la puntuación**
- **poseer una disponibilidad léxica** que posibilite la selección en función del estilo y del tema.
- **tener dominio del nivel morfosintáctico** (de la morfología verbal y nominal, de las concordancias verbales y nominales, de los regímenes verbales, del orden de las palabras, el uso de proposiciones, etc.)
- **usar estrategias gramático-oracionales** (elaboración de estructuras complejas mediante subordinación jerárquica de constituyentes oracionales); estrategias gramático-textuales (uso de recursos cohesivos variados como la anáfora, la elipsis, los conectores específicos, las formas pronominales, etc.).

Finalmente, se considera que los estudiantes deben ser capaces de **hacer un uso efectivo del lenguaje** desde el ingreso, por lo que se pretende que haya alcanzado un nivel aceptable en el dominio de:

- **la competencia lingüística**, habiendo internalizado las reglas gramaticales que comporta el uso de la lengua
- **la competencia comunicativa o socio-lingüística**, poseyendo un repertorio de registros funcionales para operar eficazmente en distintas situaciones comunicativas, resaltando aquí que el hecho educativo es un hecho comunicativo.

Se espera, entonces, que al llegar a este nivel de estudios superiores las personas tengan un dominio aceptable de los recursos sintácticos y una ampliación de sus registros de modo que, superando condicionamientos sociales y situacionales, puedan operar con el estilo formal requerido para el cumplimiento de las tareas académicas.

## 2.2 Competencias Específicas

A continuación describimos los contenidos temáticos y las habilidades y estrategias que constituirían un escenario posible en la formación previa del estudiante, en las asignaturas específicas para la Ingeniería. Para fijar el grado de exigencia en Matemática y Física, en la Sección 2.3 se proponen una serie de ejercicios y problemas que el estudiante que ingresa debiera ser capaz de resolver.

Es importante señalar que el tratamiento de ciertos contenidos temáticos, su grado de profundización y los métodos de enseñanza y aprendizaje son los que garantizan que el estudiante se haya apropiado de habilidades y estrategias específicas que, en un futuro, puedan ser aplicadas más allá de las exigencias de determinada asignatura.

En esta sección, también se señalan los conocimientos requeridos en asignaturas como Química y Lengua Materna, por el importante peso que tienen esas disciplinas en la formación del futuro Ingeniero. Sin embargo, en estos casos, no se han propuesto ejercicios o problemas que ejemplifiquen el nivel de exigencia.

En relación con Química, señalamos que hasta el año 2000, los estudiantes de Ingeniería Química ingresaban a Facultad de Ingeniería, una vez completado el Ciclo Básico de la Facultad de Química. Y, aunque ahora, el Plan 2000 se ha habilitado el ingreso por ambas Facultades, la implementación de los cursos de Química para esa y otras carreras, sigue estando a cargo de la Facultad de Química.

### 2.2.1 Competencias en Matemática

En cuanto a las competencias específicas en esta materia, un escenario que se entiende posible es que el estudiante que ingresa posea:

- **Una gran familiaridad con los siguientes contenidos de la materia:**
  - Conjuntos, relaciones. Números naturales. Inducción, divisibilidad, combinatoria. Números racionales.
  - Funciones: biyectividad, composición, inversa.
  - Anillos de polinomios, divisibilidad.
  - Funciones potencial, exponencial, trigonométricas e inversas.
  - Ecuaciones, inecuaciones, sistemas de ecuaciones lineales.
  - Geometría sintética en el plano y el espacio: recta, plano, movimientos, semejanzas.
  - Geometría analítica con un enfoque vectorial: ecuaciones de la recta, cónicas.
  - Elementos de probabilidades y estadística.
  - Cálculo diferencial e integral de funciones de una variable: números reales, sucesiones, límite, continuidad, derivada, integral y teoremas relativos.
  - Número complejo.
  - Hay varios temas que son transversales a la matemática y a otras ciencias, cuyo conocimiento se estima importante por múltiples razones, y sobre los que se tiene una opinión menos formada, y sobre los cuales habría que ponerse de acuerdo con los organismos competentes de ANEP para determinar su inclusión y niveles correspondientes. Entre estos temas están los de cálculo numérico, optimización, teoría de grafos, estructuras algebraicas, análisis de datos, entre otros.
- **Habilidades y estrategias** como:
  - **reconocer y formular problemas**, aplicar el proceso del modelado matemático a situaciones del mundo real, encontrar y aplicar estrategias para resolver problemas.
  - **desarrollar el lenguaje y simbolismo para comunicar ideas matemáticas**. Esta habilidad implica reflexionar sobre las ideas y relaciones matemáticas, formular definiciones y expresar generalizaciones, expresar ideas matemáticas oralmente y por escrito, comprender textos en los que hay sustento matemático, apreciar la



economía, potencia y elegancia de la notación matemática y su papel en el desarrollo de las ideas matemáticas.

- **desarrollar habilidades lógicas.** Esta habilidad implica algún nivel de formulación y prueba de conjeturas, construcción de contraejemplos, seguimiento de argumentos lógicos, juzgamiento de su validez, capacidad de abstracción, construcción de argumentos y pruebas de afirmaciones matemáticas sencillas. En particular y sin ser exhaustivos, esto implica una cierta habilidad de manejo de los conceptos de directo, recíproco, contrarrecíproco, contraejemplo, inducción completa, análisis de casos, cuantificadores.
- **construir conexiones entre elementos matemáticos y sus aplicaciones.** Se debe reconocer representaciones del mismo concepto, usar y evaluar las conexiones entre diferentes tópicos matemáticos así como entre dichos tópicos y otras disciplinas.
- **comprender la estructura de la teoría matemática.** Esta habilidad implica comprender cómo a partir de conceptos primitivos y axiomas se desarrolla la estructura matemática y cómo se encadena los conceptos en dicha estructura; debe comprenderse a algún nivel la noción de teorema como verdad demostrada en forma independiente de la veracidad de las hipótesis.

## 2.2.2 Competencias en Física

En cuanto a las competencias específicas en esta materia, vale señalar que las siguientes competencias se agregan a las mencionadas en el área de Matemáticas. Por lo tanto, un escenario que se entiende posible es que el estudiante que ingresa posea:

- **Familiaridad con los siguientes contenidos de la materia:**
  - Magnitudes escalares y vectoriales, sus dimensiones, sus operaciones y los sistemas de unidades y medidas.
  - Cinemática, Dinámica y Estática de la partícula. Cinemática y Dinámica del movimiento circular uniforme.
  - Trabajo y Energía. Teoremas de Conservación.
  - Termodinámica. Presión. Estados de la materia. Calor y temperatura.
  - Electrostatica. Cargas eléctricas. Ley de Coulomb. Campos eléctricos. Ley de Gauss. Potencial eléctrico.
  - Corrientes eléctricas. Ley de Ohm y Leyes de Kirchhoff.
  - Electromagnetismo. Dipolos magnéticos. Ley de Lorentz Ley de Biot- Savart. Ley de Ampère. Inducción Electromagnética.
  - Física Moderna. Naturaleza ondulatoria y corpuscular de la luz. Estructura atómica.
- **Habilidades y Estrategias como:**
  - **plantear un problema.** Esta habilidad implica saber descartar la información irrelevante, reconocer los objetos concretos que componen el sistema a estudiar. Dibujar un esquema de esos objetos. Reconocer los conceptos definidos que los caracterizan.
  - **prefigurar un esquema mental del problema.** Esta habilidad implica tratar de visualizar los pasos que conducen a un resultado, identificando los elementos que permiten simplificar su resolución: diagrama del cuerpo libre, argumentos de simetría, superposición de efectos, hipótesis de trabajo, saber jerarquizar unas variables respecto de otras.
  - **establecer y comprender las relaciones cuantitativas** entre las diferentes magnitudes. Entender la proporcionalidad directa e inversa, las relaciones múltiples, etc. Conocer los órdenes de magnitud de las variables estudiadas.
  - **comprender las interacciones dentro de un sistema** y no modelar los fenómenos exclusivamente como efectos de causas externas.
  - **trabajar con expresiones simbólicas**, propias de la disciplina. Esta habilidad (más allá de lo estrictamente matemático, que puede ser sencillo porque se trata de la resolución de algoritmos) implica cuidar que el planteo, la resolución y el resultado

- tengan las magnitudes correctas, saber que una magnitud resultado puede ser expresadas en función de magnitudes definidas en el problema, etc.
- **interpretar, usar y analizar gráficos y esquemas; expresar resultados a través de una gráfica.** Esta habilidad es muy importante por sí misma y como forma complementaria o alternativa de conceptualización y análisis de resultados, especialmente cuando el estadio de conocimiento del estudiante no permita una formulación matemática completa.
  - **reinterpretar los fenómenos sencillos que se observan en la vida diaria,** a la luz de los conocimientos científicos adquiridos. El estudiante, en su formación previa debe haberse iniciado en la observación no ingenua de los fenómenos que lo rodean.
  - **medir, usar y analizar datos experimentales.** Las actividades de laboratorio deben cumplir un rol fundamental en el desarrollo de competencias tales como aprender a trabajar en equipo, manejar instrumentos de medidas, apropiarse del concepto de errores, comprobar y re-descubrir las leyes, etc.
  - **conocer las hipótesis** en las cuales se pueden aplicar las leyes que el estudiante ha aprendido. Esta habilidad le permite tomar conciencia de que la formulación de las leyes que ha estudiando son necesariamente incompletas. El estudiante debe reconocer las restricciones que tiene en el tratamiento matemático de los temas, razón por la cual se le han presentado sólo algunos ejemplos paradigmáticos introductorios que ilustran sólo una pequeña parte de las potencialidades de una teoría.
  - **tener curiosidad por el nuevo conocimiento.** Esta habilidad implica percibir que está transitando un camino de construcción del conocimiento, dado que los diferentes conceptos se vuelven a visitar, ampliando el espectro de sus aplicaciones, a medida que el estudiante va adquiriendo las competencias matemáticas y de análisis que posibilitan el tratamiento de sistemas de complejidad creciente, hasta llegar a una formulación cada vez más general, que se adquiere en los cursos de Facultad.
  - **reconocer el carácter dinámico de los saberes científicos.** Esta habilidad implica tomar conciencia de que el camino de construcción del conocimiento, además de ser personal, es universal. A través de ella, el estudiante debe conocer que un mismo fenómeno no tiene una única interpretación posible.<sup>4</sup>

## 2.2.3 Competencias en otras áreas

Las asignaturas que el estudiante cursó antes de ingresar a Facultad en áreas de “comunicación”, “humanidades” o “ciencias sociales” son de vital importancia en su formación. A este respecto, el estudiante debe haber adquirido las competencias generales. Por su importancia, merecen un capítulo aparte los contenidos, habilidades y estrategias de la materia Química.

### 2.2.3.1 Química

- **Conocimientos** básicos sobre:
  - Estructura y propiedades del átomo y de la materia en sus distintas fases. Estado sólido. Estado gaseoso. Estado líquido.
  - Reacciones químicas. Estequiometría

---

<sup>4</sup> Ello no puede implicar estudiar en detalle modelos que fueron propuestos en una situación histórica particular y muy diferente a la realidad cultural del estudiante y que por lo tanto nada aportarán a la apropiación del conocimiento científico que le será imprescindible para ingresar a Facultad.

Por ejemplo, Maxwell propuso las ecuaciones que explican el comportamiento de las ondas electromagnéticas, basándose en la existencia de una sustancia (el éter) en la cual se producirían complejas interacciones mecánico-fluidistas. La existencia del éter era una necesidad de la Ciencias Físicas de mediados del siglo XIX, producto de su concepción mecanicista, que no admitía la posibilidad de transportar información en el vacío.

- Estudio cinético de las reacciones químicas. Incidencia de las concentraciones y la temperatura en la velocidad de reacción.
  - Soluciones. Expresión de concentraciones. Cálculos estequiométricos. pH.
  - Equilibrio químico en sistemas gaseosos y en solución. Reacciones ácido-base. Reacciones de oxidación-reducción.
  - Termodinámica química: entalpía, entropía, cambio de energía libre en las reacciones químicas. Variación de Energía Libre y su relación con la constante de equilibrio.
  - Propiedades generales, estructura y enlaces de los compuestos orgánicos. Proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos.
- **Habilidades** como:
    - **manejo de la nomenclatura química** y las magnitudes necesarias para los contenidos solicitados, conocimiento de sus dimensiones y unidades.
    - **actividades de Laboratorio** que desarrollen competencias en: el manejo de sustancias, material y equipo en forma segura y responsable, la adquisición de datos, su procesamiento y análisis, el tratamiento de datos mediante el cálculo de errores
    - **trabajo con expresiones algebraicas, propias de la química**. El estudiante debe haber adquirido cierta práctica en el manejo algebraico y no exclusivamente numérico de los resultados.
    - **aplicaciones que integren los conocimientos**, aplicándolos a fenómenos y procesos de la experiencia cotidiana, que le permitan comprender la estrecha vinculación entre unos y otros.

## 2.3 Ejercicios y problemas

Para dar una idea del nivel en que se entienden los **contenidos, habilidades y estrategias** mencionados en las Sub Secciones 2.2.1 y 2.2.2, se plantean a continuación ejercicios y problemas de Física y Matemática que un estudiante que ingresa Facultad de Ingeniería debiera poder resolver. Si bien la lista no es exhaustiva, se trata de un conjunto minimal en el sentido de abarcar temas que deberían haber sido vistos por todos los estudiantes de ANEP ingresantes a la Facultad de Ingeniería. En cada proposición se describe el contenido temático que se está evaluando y las habilidades y estrategias que se emplearían para resolverla correctamente. Debemos precisar que mediante una proposición de este tipo es imposible evaluar una componente muy importante de la formación previa en Física: la habilidad de manipular instrumentos de medida y material de laboratorio. Por ejemplo: que el estudiante sepa dibujar la correcta posición de un amperímetro para medir cierta corriente en un circuito eléctrico no significa que enfrentado al circuito real pueda establecer dicha conexión, pueda encontrar la escala adecuada para hacer una medida concreta, etc. De todas formas, para contemplar sólo en parte este aspecto, se proponen algunos problemas relacionados con la temática.

### 2.3.1 Ejercicios de Matemáticas

#### 1. *Contenidos:* Relaciones, divisibilidad.

*Habilidades:* Juicio de validez de razonamientos, detección de errores en argumentos.

- a) Indicar qué propiedades (simétrica, reflexiva, transitiva) cumple la relación en el conjunto de los naturales: “el natural  $a$  está en relación con el natural  $b$  si el máximo común divisor de  $a$  y  $b$  es par”.
- b) Se define en un conjunto una relación binaria que cumple las propiedades simétrica y transitiva. Comentar la siguiente “demostración” de que la relación es de equivalencia: Hay que probar que es reflexiva: dado cualquier elemento del conjunto, está en relación consigo mismo. De la propiedad simétrica, si un elemento  $a$  cualquiera del conjunto está en relación con  $b$ , entonces  $b$  está en relación con  $a$ . Aplicando la propiedad transitiva, resulta que  $a$  está en relación con  $a$ . Como  $a$  es arbitrario, está probada la relación simétrica.

*Estrategias:* El estudiante debe manejar la definición de relación de equivalencia. El primer ejercicio es un ejemplo de una relación que no cumple la propiedad simétrica. Esa observación debe proporcionar al estudiante la idea de dónde está el error en la “demostración” de la segunda parte.

**2. Contenidos: Conjuntos, funciones.**

*Habilidades: Condiciones necesarias y suficientes, elaboración de conjeturas y construcción de argumentos y pruebas matemáticas sencillas.*

Sea  $f:A \rightarrow B$  una función, sea  $Z \subset B$  (la notación significa que todo elemento de  $Z$  es también un elemento de  $B$ : la inclusión puede ser propia o no). Se define la preimagen de  $Z$  por  $f$  al conjunto (denotado  $f^{-1}(Z)$ ) de los elementos de  $A$  cuya imagen está en  $Z$ , es decir,  $f^{-1}(Z) = \{x \in A \text{ tales que } f(x) \in Z\}$ .

- Sea  $X \subset A$ . Probar o refutar que  $X \subset f^{-1}(f(X))$ .
- Sea  $X \subset A$ . Probar o refutar que  $X \supset f^{-1}(f(X))$ .
- Probar que  $f$  es inyectiva si y solo si  $\forall X \subset A$ , se cumple  $X = f^{-1}(f(X))$ .
- Teniendo en cuenta  $f \circ f^{-1}$  conjeturar y probar una condición necesaria y suficiente para que una función  $f$  sea sobreyectiva.

*Estrategias:* Es necesario comprender que para probar una afirmación, la misma debe probarse para todos los casos, en cambio para refutarla, es suficiente encontrar un ejemplo que no la cumpla. El haber encarado las partes a) y b) del problema debería ser suficiente para concluir, en c), que si  $f$  es inyectiva entonces se cumple la igualdad, y si no lo es, encontrar  $X$  tal que la igualdad no se cumple. Finalmente, la experiencia ganada en la resolución de las partes anteriores debería ser suficiente para elaborar la conjetura de d), y finalmente, probarla.

**3. Contenidos: Inducción completa.**

Demostrar que las siguientes condiciones definen correctamente el determinante de una matriz cuadrada  $n \times n$  con términos reales, para todo  $n$  entero positivo.

Se usará la siguiente notación: dada la matriz  $A$ , se denota  $a_{ij}$  al elemento que ocupa la fila  $i$  y la columna  $j$ . También se denotará  $A_{ij}$  la matriz que se obtiene a partir de la matriz  $A$  suprimiendo la fila  $i$  y la columna  $j$ . Se indicará  $\det(A)$  el determinante de la matriz  $A$ .

- Si  $A$  es una matriz  $1 \times 1$ , se define  $\det(A) = a_{11}$ .
- Supuesto conocido el determinante de una matriz  $n \times n$ , se define el determinante de la matriz  $A$   $(n+1) \times (n+1)$  como
- $a_{11} \det(A_{11}) - a_{12} \det(A_{12}) + a_{13} \det(A_{13}) - \dots + (-1)^{1+n} a_{1n} \det(A_{1n})$ .

*Estrategias:* Para resolver este ejercicio, el estudiante debe tener claro el axioma de inducción completa. En particular, se debe comprender que la inducción completa no solamente es útil para demostrar igualdades que involucren sumatorias, sino más en general, para demostrar la veracidad de una sucesión de afirmaciones, o bien validar definiciones dadas por recurrencia.

**4. Contenidos: Combinatoria, binomio de Newton.**

Mediante el desarrollo de  $(1-1)^n$  probar que  $C_0^n + C_2^n + C_4^n + \dots = C_1^n + C_3^n + C_5^n + \dots$

**5. Contenidos: Anillos de polinomios.**

Sin hallar los factores, determinar el producto del mínimo común múltiplo y el máximo común divisor mónicos de los polinomios  $2x^5 + 2x^4 + 6x^3 - 4x^2 - 2x - 12$  y  $x^4 + 4x^3 + 4x^2 + 5x - 2$ .

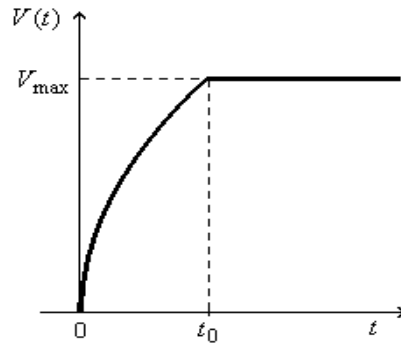
**6. Contenidos: Gráficas, funciones inversas, manejo de gráficas de funciones trigonométricas.**

- Caracterizar las gráficas de las funciones  $f:\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  tales que  $f = f^{-1}$ . ¿Existen otras funciones  $f:\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$  tales que  $f = f^{-1}$  además de  $f(x) = x$ ?
- Bosquejar la gráfica de la función  $f:\mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ ,  $f(x) = \text{Arc tg}(x)$  (determinación principal: ordenadas en  $[-\pi/2, \pi/2]$ ).

**7. Contenidos: Interpretación gráfica.**

*Habilidad: Expresión de la información contenida en una gráfica y transferencia a una expresión matemática.*

Se considera la función  $V(t)$  para  $t > 0$ , dada por la figura, la cual representa el volumen de agua de una piscina en función del tiempo. La piscina se llena en el instante  $t_0$  y su capacidad es  $V_{\text{máx}}$ .



a) Indicar cuál de las respuestas se ajusta mejor al planteo:

- i. La piscina se fue llenando cada vez más rápido hasta llegar a su capacidad y luego de llenada la piscina se mantiene llena.
- ii. La piscina se fue llenando cada vez más despacio hasta llegar a su capacidad y luego de llenada la piscina se mantiene llena.
- iii. La piscina se fue llenando cada vez más rápido hasta llegar a su capacidad y luego de llenada la piscina comienza a perder agua.
- iv. La piscina se fue llenando cada vez más despacio hasta llegar a su capacidad y luego de llenada la piscina comienza a perder agua.
- v. La piscina no llega a llenarse.

b) ¿Cuál de las siguientes funciones se ajusta mejor al planteo del ejercicio?

i.

$$V(t) = V_{\max} \sqrt{\frac{t}{t_0}}$$

ii.

$$V(t) = \begin{cases} V_{\max} \sqrt{\frac{t}{t_0}}, & \text{si } t \leq t_0 \\ V_{\max}, & \text{si } t > t_0 \end{cases}$$

iii.

$$V(t) = \begin{cases} V_{\max} \left( 1 + e^{-\frac{t}{t_0}} \right), & \text{si } t \leq t_0 \\ V_{\max}, & \text{si } t > t_0 \end{cases}$$

iv.

$$V(t) = V_{\max} \left( 1 - e^{-\frac{t}{t_0}} \right)$$

v.

$$V(t) = \begin{cases} V_{\max} \left( 1 - e^{-\frac{t}{t_0}} \right), & \text{si } t \leq t_0 \\ V_{\max}, & \text{si } t > t_0 \end{cases}$$

*Estrategias:* El estudiante debe poder interpretar correctamente información contenida en gráficas, y manejar el andamio de gráficas de ciertas funciones elementales.

### 8. Contenidos: Optimización de valores de funciones.

*Habilidades:* **Formulación y resolución matemática de un problema real.**

Se le ofrece a una persona el terreno rectangular que logre alambrar con 600 m de alambre. Hallar la mayor área de terreno que puede conseguir.

*Estrategias:* El estudiante debe plantear matemáticamente el problema planteado: tomando como incógnita  $x$  la longitud de un lado del rectángulo, el problema equivale a hallar máximos

de la función  $x(300 - x)$ . Los extremos de esta función pueden determinarse o bien recordando propiedades de las funciones cuadráticas (concretamente, su gráfica), o bien usando técnicas del cálculo.

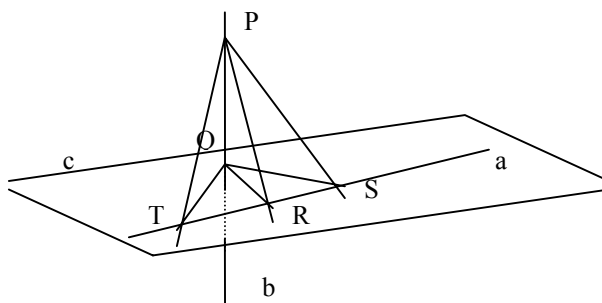
**9. Contenidos: Geometría del plano.**

**Habilidades: Planteo geométrico y análisis de posibles situaciones.**

La cantidad de puntos del plano que distan 3 cm. de la recta  $r_1$  y 4 cm. de la recta  $r_2$ :

- a) Es cuatro.
- b) Es infinita.
- c) Nunca puede ser dos.
- d) Es nula.
- e) Es tres.

**Estrategias:** Es útil realizar dibujos que ayuden a visualizar el problema a fin de llegar a la conclusión.



**10. Contenidos: Geometría sintética del espacio.**

**Habilidades: Desarrollo de demostraciones directas.**

Sean dos rectas,  $a$  y  $b$  y un plano  $\pi$  perpendicular a  $b$  que contiene a  $a$  como muestra el dibujo. Sea  $Q$  la intersección de  $b$  con el plano  $c$ . Sea  $R$  el pie de la perpendicular de  $Q$  a  $a$ . Probar que si  $P$  es un punto de  $b$ , entonces  $PR$  es perpendicular a  $a$ . (Tomar  $T$  y  $S$  tales que  $RT=RS$ ; probar que los triángulos  $PRT$  y  $PRS$  son iguales.)

**Estrategias:** Para resolver este ejercicio se necesita una cierta visión del espacio, y apoyándose en la igualdad de varios triángulos que se forman, concluir la demostración.

**11. Contenidos: Vectores.**

Los vectores  $\mathbf{v}$  y  $\mathbf{w}$  del plano forman un ángulo de  $\pi/4$  radianes; el módulo de  $\mathbf{v}$  vale 3. Hallar el módulo de  $\mathbf{w}$  sabiendo que  $\mathbf{v}-\mathbf{w}$  es perpendicular a  $\mathbf{v}$ .

**12. Contenidos: Sistemas de ecuaciones, vectores.**

**Habilidades: Conexiones entre elementos matemáticos.**

Resolver el sistema de ecuaciones:

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ -1 & 1 & 3 \\ -3 & -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

A partir del resultado anterior, ¿puede concluirse si el conjunto de vectores de  $\mathbf{R}^3$   $\{(1,-1,-3); (3,1,-1); (5,3,1)\}$  forman o no una base?

**13. Contenidos: Geometría analítica.**

¿Qué curva es el lugar geométrico de los puntos del plano tales que el cociente de distancias a un punto fijo y a una recta fija es constante mayor que 1?

**14. Contenidos: Probabilidades.**

Un examen consta de doce preguntas del tipo "múltiple opción". Cada pregunta tiene cinco opciones, una correcta y cuatro falsas. Por cada respuesta correcta se le asigna a un estudiante cuatro puntos, por cada respuesta incorrecta se le resta un punto. Un estudiante afirma que contestó sin leer (al azar) las 12 preguntas, y que obtuvo cuando menos 29 puntos en total. ¿Parece verosímil esta afirmación? Justificar la respuesta.

### 15. Contenidos: Probabilidades

**Habilidades: Uso de lenguaje y simbolismos para expresar ideas matemáticas.**

Se experimenta la efectividad de un medicamento para combatir una cierta enfermedad. Sea  $C$  el suceso "la persona se cura de la enfermedad";  $M$  el suceso "la persona toma el medicamento". Se sabe que el 80% de las personas que se curan de la enfermedad han tomado el medicamento.

Con la información que se tiene, ¿es posible determinar  $P(M|C)$ ? Justificar.

Interpretar qué significa que se cumpla la desigualdad  $P(C|M) > P(C)$  en términos de la efectividad del medicamento.

Con la información que se tiene, ¿es posible afirmar que  $P(C|M) > P(C)$ ? Justificar.

**Contenidos: Estadística.**

Una máquina produce una componente de forma tal que para que el proceso resulte redituable, el 95% de los componentes producidos deben estar dentro de las especificaciones. Las especificaciones indican que una cierta medida debe estar en un rango de  $1.5 \pm a$  unidades. Se sabe que esta dimensión tiene una distribución normal con media 1.5 unidades y desviación estándar 0.2 unidades al cuadrado. Determine el valor mínimo de  $a$  para que la producción de la componente resulte redituable en dicha máquina.

### 16. Contenidos: Número real.

**Habilidades: Construcción de argumentos y pruebas matemáticas sencillas. Demostración por el absurdo.**

Demostrar que  $\sqrt{12}$  es irracional.

**Estrategias:** La idea es razonar por analogía, utilizando adaptaciones adecuadas, en base a una demostración muy conocida sobre la irracionalidad de  $\sqrt{2}$ .

### 17. Contenidos: Número real.

**Habilidades:** Construcción de argumentos y pruebas matemáticas sencillas.

Sean  $A$  y  $B$  dos conjuntos acotados no vacíos de números reales,  $A \subset B$ . Probar que  $\inf(B) \leq \inf(A) \leq \sup(A) \leq \sup(B)$ . Explicar por qué las desigualdades  $\min(B) \leq \min(A) \leq \max(A) \leq \max(B)$  no se cumplen necesariamente.

**Estrategias:** Es necesario tener clara las ideas de completitud de los reales, fundamentales para la demostración de los primeros teoremas de cálculo diferencial. En particular, es necesaria una idea acabada de supremo, ínfimo, máximo, mínimo y de su existencia necesaria o no en conjuntos acotados de reales.

### 18. Contenidos: Cálculo diferencial

**Habilidades: Manejo de contraejemplos.**

a) ¿Existen funciones  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  estrictamente crecientes (es decir, si  $a < b$  entonces  $f(a) < f(b)$ ) tales que no tenga derivada en todo punto? Probar o refutar.

b) ¿Existen funciones  $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  estrictamente crecientes y derivables tales que su derivada no sea positiva? Probar o refutar.

**Estrategias:** El estudiante debe estar provisto de imágenes mentales adecuadas en relación con las ideas matemáticas que maneja. En particular, es común que erróneamente se identifique funciones crecientes con funciones con derivada positiva; hay que encontrar contraejemplos a las afirmaciones. La respuesta puede ser dada en forma analítica (por ejemplo  $y = 2x - |x|$ ;  $y = x^3$ ) o gráfica.

### 19. Contenidos: Cálculo diferencial.

**Habilidades: Desarrollo de demostraciones.**

Sea  $f: (a, b) \rightarrow \mathbb{R}$  una función con derivada segunda continua tal que  $f'(c) = 0$  para algún  $c$  en  $(a, b)$  y tal que  $f''(x) < 0$  para todo  $x$  en  $(a, b)$ . Probar que  $f$  presenta máximo absoluto en  $c$ .

**Estrategias:** Es necesario tener clara la utilización del importante teorema del valor medio del cálculo diferencial

### 20. Contenidos: Cálculo integral.

Suponiendo  $n$  es natural y sabiendo que  $\forall x \in [0, \pi/2]$  se cumple que  $x^n \leq x^n$ , probar que el área bajo la gráfica de la función  $x^n \sin x$  sobre el eje de las abscisas y entre las abscisas 0 y 1 está acotada por  $1/(n+1)$ .

**21. Contenidos: Número complejo, arco capaz.**

**Habilidades: Desarrollo de demostraciones, conexiones entre elementos matemáticos.**

- i. Si  $z_1$  y  $z_2$  son dos números complejos diferentes, demostrar que el argumento de  $z_1 - z_2$  es igual al ángulo formado por el vector dirigido de  $z_1$  a  $z_2$  y el semieje real positivo medido en sentido horario.
- ii. Sean  $z_1, z_2$  y  $z_3$  tres números diferentes. Probar que el argumento de  $(z_3 - z_1)/(z_3 - z_2)$  es igual al ángulo que hay que girar en sentido horario el vector  $z_3 - z_1$  para que su sentido coincida con el de  $z_3 - z_2$ .
- iii. Se dan cuatro números complejos diferentes,  $z_1, z_2, z_3$  y  $z_4$ . Probar que los argumentos de  $(z_3 - z_1)/(z_3 - z_2)$  y  $(z_4 - z_1)/(z_4 - z_2)$  son iguales o difieren en un múltiplo de  $\pi$  si y solo si los cuatro afijos correspondientes están sobre una circunferencia o una recta. (Sugerencia: en el caso de una circunferencia, distinguir según los afijos de  $z_3$  y  $z_4$  están del mismo o diferente semiplano de los determinados por la recta que pasa por  $z_1$  y  $z_2$ . En el caso de una recta, distinguir según la posición relativa de  $z_3$  y  $z_4$  en relación con  $z_1$  y  $z_2$ .)
- iv. Se dan cuatro números complejos diferentes,  $z_1, z_2, z_3$  y  $z_4$ . Probar que sus afijos están sobre una circunferencia o una recta si y solo si es real el cociente

$$\frac{(z_3 - z_1)}{(z_3 - z_2)} \Big/ \frac{(z_4 - z_1)}{(z_4 - z_2)}$$

*Estrategias:* En la primera pregunta, simplemente hay que recordar la interpretación geométrica de diferencia de vectores. En la segunda pregunta, como se trata de diferencia de dos ángulos con iguales orígenes, hay que reconocer que si se cambia simultáneamente el origen de ambos ángulos, la diferencia no se altera; es adecuado tomar como nuevo origen de ángulos la semirecta determinada por el vector  $z_3 - z_2$ . En la tercera parte, hay que recordar las propiedades de arco capaz, y tener un cierto cuidado con que se está trabajando con ángulos orientados. La última pregunta es sencillamente recordar la parte anterior y volver a aplicar la segunda pregunta.

**22. Habilidades: Formular un problema en términos matemáticos.**

Imagínese una cuerda ceñida a lo largo del Ecuador de la Tierra, formando una circunferencia. Supóngase que se corta la cuerda en un punto, se agrega un metro lineal de cuerda, y se coloca nuevamente alrededor del Ecuador. La nueva circunferencia tendrá un incremento  $\Delta r_1$  en su radio. Imagínese ahora una cuerda ceñida a una naranja, formando una circunferencia. Supóngase que se corta la cuerda en un punto, se agrega un metro lineal de cuerda, y se coloca nuevamente alrededor de la naranja. La nueva circunferencia tendrá un incremento  $\Delta r_2$  en su radio. Indicar si  $\Delta r_1$  es menor, mayor o igual a  $\Delta r_2$ .

*Estrategias:* El estudiante debe calcular el incremento en la longitud de la circunferencia cuando el radio pasa de un valor  $r$  a un valor incrementado  $r + \Delta r$ , para concluir que el incremento en la longitud de la circunferencia es independiente de  $r$ .

**23. Habilidades: Desarrollo de habilidades lógicas, comprensión de condición necesaria y condición suficiente.**

Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas en el conjunto de los reales.

- a)  $x^2 = 100$  es una condición necesaria para que  $x = 10$ .
- b)  $x^2 = 100$  es una condición suficiente para que  $x = 10$ .
- c)  $x = 10$  es una condición necesaria para que  $x^2 = 100$ .
- d)  $x = 10$  es una condición suficiente para que  $x^2 = 100$ .

**24. Habilidades: Desarrollo de habilidades lógicas, comprensión de la noción de teorema como verdad demostrada en forma independiente de la veracidad de las hipótesis.**

Indicar de las siguientes argumentaciones, cuáles son correctas, y cuáles son incorrectas:

- a) Todo múltiplo de 6 es múltiplo de tres. 12 es múltiplo de 6. Se concluye que 12 es múltiplo de 3.
- b) Todo número con exactamente dos divisores es primo. 4 no tiene exactamente dos divisores. Se concluye que 4 no es primo.
- c) Todo múltiplo de 4 es par. 5 es múltiplo de 4. Se concluye que 5 es par.
- d) Todo múltiplo de 6 es par. 8 no es múltiplo de 6. Se concluye que 8 no es par.
- e) Hay 20 sillas numeradas del 1 al 20; las sillas pares están ocupadas. La silla 3 es una silla impar. Se concluye que la silla 3 está desocupada.



*Estrategias:* Para resolver este ejercicio es necesario distinguir entre argumentación correcta y conclusión correcta: es posible que se den las cuatro combinaciones posibles entre argumentación correcta e incorrecta, y conclusión correcta e incorrecta, como muestran las partes a) a d). Si bien es cierto que un número es primo si y solo si tiene exactamente dos divisores, con los datos de e) no se puede afirmar que una silla es par si y solo si está ocupada, lo que podría discriminar un error de lectura, de un error lógico.

**25. Habilidades: Habilidades lógicas, manejo de cuantificadores.**

Sea  $f: \mathbf{R} \rightarrow \mathbf{R}$ . Se considera la siguiente definición: El límite de la sucesión  $a_n$  cuando  $n$  tiende a  $\infty$  es  $L$  si dado  $\varepsilon$  positivo existe  $K$  positivo tal que para todo  $n$  natural con  $n > K$  se cumple  $|a_n - L| < \varepsilon$ . Expresar en forma análoga la condición "El límite de  $a_n$  cuando  $n$  tiende a  $\infty$  no es  $L$ ".

*Estrategias:* En este ejercicio se debe demostrar habilidad con el manejo de cuantificadores. En particular, que negar que para todos los elementos se cumple una propiedad implica que existe al menos un elemento que no cumple la propiedad, y que negar la existencia de elementos que cumplen una propiedad implica que para todos los elementos no se cumple la propiedad, afirmaciones que permiten resolver el problema.

**26. Habilidades: Demostración de imposibilidad, elaboración y demostración de conjeturas.**

- a) Demostrar que es imposible encontrar cuatro números enteros consecutivos cuya suma sea igual a 2048.
- b) Hallar una condición necesaria y suficiente para que un número entero sea suma de cuatro números enteros consecutivos.

**27. Habilidades: Conexiones entre la matemática y aplicaciones.**

Se disponen de una solución de una sustancia A en agua al 30% (es decir, en 1000 gr. de solución hay 300 gr. de sustancia A) y de otra solución de A en agua al 3%. ¿En qué proporción hay que mezclarlas para obtener una solución de la sustancia A en agua al 12%?

**28. Habilidades: Comprensión de la axiomática.**

Se considera el siguiente conjunto de axiomas:

- Entre ciertos elementos  $P$  y ciertos elementos llamados  $r$  existe una relación llamada "determina" tal que dos  $P$  ( $P_1$  y  $P_2$ ) determinan un  $r$  y uno solo. Definición: en este caso diremos que  $P_1$  y  $P_2$  pertenecen a  $r$ , o que  $r$  pasa por  $P_1$  y  $P_2$ .
  - Existe por lo menos un  $P$ .
  - A cada  $r$  pertenecen por lo menos dos  $P$  distintos.
  - Por cada  $P$  pasan por lo menos dos  $r$  distintos.
- a) Indicar cuáles interpretaciones son válidas para los axiomas anteriores:
- Los  $P$  son los puntos y los  $r$  las rectas en la geometría del plano.
  - Los  $P$  son las rectas y los  $r$  los puntos o las direcciones en la geometría del espacio.
  - Los  $P$  son los puntos y los  $r$  las rectas en la geometría de la recta.
  - Los  $P$  son los lados de un triángulo y los  $r$  los vértices.
  - Los  $P$  son el Uruguay, la Argentina y el Brasil, y los  $r$  son las fronteras entre ellos.
  - Los  $P$  son los elementos  $a, b, c$  y los  $r$  los conjuntos  $\{a,b\}$ ,  $\{a,c\}$ ,  $\{a,b,c\}$ .
  - Los  $P$  son los elementos  $a, b, c$  y los  $r$  los conjuntos  $\{a,b\}$ ,  $\{a,c\}$ ,  $\{b,c\}$ .

b) Ordenando adecuadamente los axiomas, probar que existen por lo menos tres  $P$  distintos.

*Estrategias:* Los ejemplos de a) ponen claramente en evidencia que hay otros conjuntos además de los puntos y rectas en el plano que cumplen los axiomas, en particular, algunos formados por una cantidad finita de elementos. Luego, es pertinente preguntarse sobre qué cantidad de elementos tienen los conjuntos que cumplen los axiomas, la pregunta b) apunta a dar una respuesta en ese sentido.

## 2.3.2 Ejercicios de Física

### 1. Contenido: Operaciones con vectores.

Indique qué opción (1,2,3, etc.) se ajusta a cada ítem (A,B,C, etc.) en las siguientes relaciones vectoriales donde a,b,c son los módulos de los vectores.

- |   |   |
|---|---|
| A) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ y $a + b = c$ ( $\vec{b} \neq \vec{c}$ )       | 1) $\vec{a}$ y $\vec{b}$ son colineales y tienen el mismo sentido           |
| B) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{a} - \vec{b}$                                      | 2) necesariamente $\vec{b} = 0$   |
| C) $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ y $a^2 + b^2 = c^2$ ( $\vec{b} \neq \vec{c}$ ) | 3) $\vec{a}$ y $\vec{b}$ son perpendiculares                                |
| D) $\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c}$   | 4) $\vec{c}$ es perpendicular al plano de $\vec{a}$ y $\vec{b}$             |
| E) $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{a} \cdot \vec{c}$                              | 5) es suficiente que $\vec{a} = 0$  |
|   | 6) necesariamente $\vec{a} = 0$   |
|   | 7) necesariamente $\vec{b} = \vec{c}$                                       |
|   | 8) necesariamente $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ son perpendiculares entre sí. |

### 2. Contenido: Análisis dimensional

Indique las unidades de la constante K en el sistema MKSA (Metro Kilogramo Segundo Amperio) sabiendo que verifica la Ley de Coulomb:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

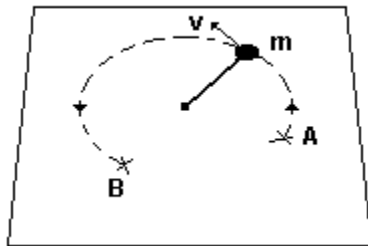
- a)  $\text{kg m}^3/\text{A}^2 \text{s}^4$    b)  $\text{kg m/s}$    c)  $\text{kg m}^2/\text{A}^2$    d) K es adimensional

### 3. Contenido: Cinemática en una dimensión.

#### Habilidades: Planteamiento un problema.

Al doblar la esquina, el conductor de un auto advierte que 50 m más adelante se encuentra una cachila que se mueve con una velocidad de 5,0 m/s. El conductor frenó. Si el auto se movía a 10 m/s, ¿qué velocidad final máxima deberá tener el auto si no choca contra la cachila? Antes de llegar a esa velocidad final, ¿el auto habrá recorrido una distancia mayor, menor o igual a 50 m?

**Estrategias:** Ignorar la frase "al doblar la esquina". Identificar el auto y la cachila como objetos de estudio. Hacer un esquema de los objetos, indicando sus velocidades iniciales y la distancia que los separa inicialmente. Identificar las leyes que gobiernan sus movimientos: MRUA para el auto y MRU para la cachila. Reconocer que el auto no debe detenerse completamente, para no chocar a la cachila basta que se mueva con la misma velocidad. Reconocer que, a medida que el auto va frenando, la cachila sigue moviéndose.



### 4. Contenido: Dinámica de la Partícula. Leyes de Newton.

#### Habilidades: Comprender las interacciones dentro del sistema.

La figura muestra una pelotita atada a una cuerda que se mueve sobre una plataforma horizontal sin rozamiento. La pelotita parte del punto A con movimiento circular uniforme y al llegar al punto B la cuerda se rompe. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa y cuál es verdadera y por qué, reformulando las opciones falsas.

- Mientras la pelotita está arriba de la plataforma, sobre la pelotita no actúan fuerzas verticales. (F)
- Mientras la pelotita está atada a la cuerda, la fuerza que ejerce la pelotita sobre la cuerda es igual y opuesta a la fuerza que ejerce la pelotita sobre la cuerda y ambas se anulan. (F)
- Mientras la pelotita está atada a la cuerda, la aceleración de la pelotita es proporcional a la fuerza que la pelotita ejerce sobre la cuerda, para mantenerla estirada. (F)
- Después que la cuerda se rompe, la pelotita sigue una trayectoria casi circular que pasará a la derecha del punto A. (F)
- Después que la cuerda se rompe, sobre la pelotita no actúan fuerzas horizontales. (V)

- f) En el momento en que la cuerda se rompe, la plataforma comienza a girar. Un observador parado sobre la plataforma, observará que la trayectoria de la pelotita es rectilínea. (F)

*Estrategias:* Plantear el diagrama del cuerpo libre para la pelotita y para la cuerda en un punto de la trayectoria circular. Leer las opciones y dar respuesta en función de ese diagrama. Distinguir que la aceleración de la pelotita está asociada a la fuerza que se ejerce sobre ella y no a la fuerza que ella ejerce sobre otro objeto. Distinguir referenciales inerciales y no inerciales en el contexto de este problema.

### 5. Contenido: Teoremas de Conservación.

*Habilidades:* **Reconocer las relaciones cuantitativas entre las diferentes magnitudes. Distinguir entre el significado de las palabras “puede” y “debe”.**

Un cuerpo se tira hacia arriba, llega a una altura máxima y cae. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa y cuál es verdadera y por qué, reformulando las opciones falsas.

- a) La energía potencial gravitatoria del cuerpo **puede** definirse nula a la altura máxima (V).

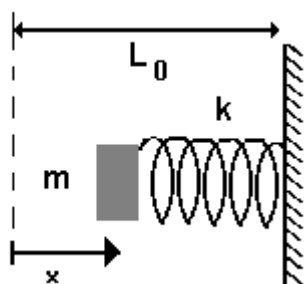
Se ignora la resistencia del aire.

- b) La velocidad del cuerpo varía linealmente con la altura. (F)  
 c) Al llegar a la altura máxima la cantidad de movimiento del objeto varía (F).  
 d) Al llegar al suelo la cantidad de movimiento del objeto varía (V).  
 e) Al llegar al suelo el cuerpo rebota porque la fuerza que actúa sobre él es mayor que su peso (V).  
 f) Se tiene en cuenta la resistencia del aire. Al pasar por el punto medio de la trayectoria la energía total del cuerpo cuando sube es igual a la energía total del cuerpo cuando baja (F)

*Estrategia:* Dar nombre a las variables relevantes del problema. Definir una referencia “cómoda” para la energía potencial que puede ser diferente que la que se ha planteado en (a). Reconocer una fuerza no conservativa en el contexto de este problema.

### 6. Contenido: Movimiento armónico simple.

*Habilidades:* **Expresión gráfica de resultados.** Prescindir de los valores numéricos de las variables<sup>5</sup>.



Se tiene un bloque de masa  $m$ , unido a un resorte de constante elástica  $k$  y longitud natural  $L_0$ . Si el bloque parte del reposo cuando el resorte está completamente comprimido, bosquejar la posición, velocidad y aceleración del bloque (en función del tiempo).

*Estrategias:* Reconocer que la trayectoria, velocidad y aceleración son funciones sinusoidales<sup>6</sup> en el tiempo. Comenzar a dibujar las gráficas considerando las condiciones iniciales de la posición y de la velocidad, para  $t=0$ . Identificar

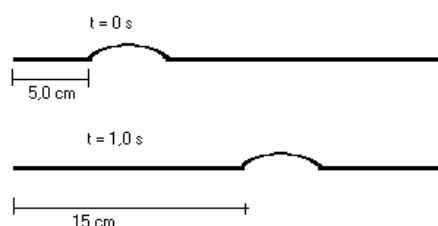
la posición y velocidad inmediatamente posterior, en función de la coordenada elegida. Reconocer que la aceleración del sistema está relacionada con la posición a través de la segunda ley de Newton y por lo tanto basta graficar una función sinusoidal opuesta a la de la posición.

<sup>5</sup> En la Enseñanza Media, el docente sólo puede dar un argumento heurístico (o plantear una demostración experimental) que determine la dependencia de la frecuencia del movimiento con la constante del resorte y la masa. Es altamente probable que el estudiante, que no tiene conocimientos analíticos para determinarla por sí sólo, haya olvidado esa relación. El hecho de no dar valores numéricos a las variables ni exigir una gráfica detallada, en este problema, es un punto que debiera jugar a favor del estudiante. De nuestra experiencia en los cursos FG1, sabemos que juega en contra.

<sup>6</sup> Previamente, el estudiante deberá saber que la función sinusoidal y cosinusoidal tienen el mismo comportamiento, a menos de una fase. Es un ejemplo típico de reconocimiento de una regla subordinada

### 7. Contenido: Movimiento ondulatorio.

Habilidades: Interpretación de esquemas.



La figura muestra, la posición  $x$  de una pequeña perturbación en una cuerda en dos instantes diferentes. Indicar cuál es la velocidad de propagación de la perturbación.

*Estrategia:* Reconocer que la coordenada  $(x-vt)$  debe ser constante y por lo tanto la perturbación se ha desplazado una distancia  $vt$ , al cabo del tiempo  $t$  dado, siendo relevante para el problema, sólo la posición relativa de la perturbación.

### 8. Contenido: Termodinámica. Presión.

Habilidades: Relación entre magnitudes vectoriales y escalares.

Deducir que la presión absoluta que se ejerce sobre la base de un recipiente (sin tapa) que contiene agua depende de la altura  $H$  del agua que contiene el recipiente y no depende del área  $A$  de la base. ¿Es necesario conocer la forma de las paredes del recipiente?

*Estrategias:* En los problemas anteriores, se había planteado la situación problemática definiendo exactamente las variables asociadas a los conceptos concretos o, por lo menos, se los había nombrado explícitamente al comienzo del planteo. En este caso, la tarea se le plantea en un formato que exige que sea el estudiante quien identifique el sistema sobre el cual tiene que trabajar. Identificar el sistema a través de la realización de un dibujo donde se indique, explícitamente, la variable  $H$  y se tenga en cuenta la presión atmosférica. Plantear el equilibrio de fuerzas sobre la base del recipiente tomando en cuenta la masa de agua que contiene. Aplicar la definición de presión estática. Aplicar la definición de densidad en un sistema uniforme, expresando el volumen en función del área y de la altura.

### 9. Contenido: Termodinámica. Gases Ideales.

Habilidades: Análisis de datos experimentales para determinar una ley que no conoce a priori. Manejo de los errores experimentales. Reconocer que las medidas realizadas y las leyes conocidas no siempre permiten determinar todas las variables.

Un recipiente cerrado contiene aire a la presión atmosférica. Sus paredes son capaces de soportar una presión manométrica máxima de 20 atm. Mediante una bomba se inyecta aire de modo tal que la presión va aumentando con el tiempo, según la siguiente tabla. El manómetro de la bomba tiene una apreciación de 0,5 atm. El cronómetro que mide el tiempo tiene una apreciación de 1,0s

- Si la bomba funciona durante 30 minutos, ¿explotará el recipiente?
- Si el recipiente no explota, indique la presión manométrica de  $t = 30 \text{ min}$ , estimando su error.
- Usando los datos de la tabla y la ley del gas ideal para el aire, ¿se puede determinar cómo varía la temperatura adentro del recipiente?
- Suponga que el recipiente se mantuvo a temperatura constante. ¿Intercambió calor con el ambiente a lo largo del proceso?

t (min)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00
P (atm)	0,1	0,6	1,0	1,4	1,9	2,5	3,1

*Estrategias:* Dibujar los puntos sobre una gráfica de buen tamaño, eligiendo una escala adecuada para el tiempo y la presión y marcando el tiempo final en el eje correspondiente. Estimar el error de la presión y el tiempo, en función de la apreciación del instrumento y graficarlo. Trazar las rectas que unan los valores máximos y mínimos de la presión de modo tal de extrapolar el valor de la misma en el tiempo final, estimando gráficamente el error de ese valor y su error. Reconocer que la masa adentro del recipiente varía y por lo tanto la ley de los gases ideales no es suficiente para determinar cómo varía la temperatura. Aventurar una hipótesis, al reconocer la diferencia entre temperatura y calor.

### 10. Contenido: Termodinámica. Cambio de estado.

Habilidades: Aplicación de los conocimientos a problemas de la vida real.

Ud. quiere calentar dos litros de agua. La mitad del agua se coloca en una olla y es calentada por una hornalla a supergás. La otra mitad del agua es colocada en un termo y es calentada por un "zum". El calor por unidad de tiempo que es capaz de entregar el "zum" es el doble del

calor por unidad de tiempo que entrega la hornalla. En ambos casos el agua se calienta y hierve. Por cada segundo de funcionamiento de la hornalla Ud. debe pagar \$10. Por cada segundo de funcionamiento del “zum”, Ud. debe pagar \$15. ¿Qué proceso es más conveniente para su bolsillo?

**Estrategias:** Distinguir la diferencia entre calor y temperatura, determinando que la temperatura final es la misma en ambos sistemas, así como el calor necesario para que el agua hierva. Relacionar calor con potencia calorífica, determinando que el tiempo que tarda en calentar el “zum” es la mitad del tiempo que tarda en calentar la hornalla. Relacionar esos tiempos con los costos de cada uno de los métodos de calentamiento. El problema requiere o bien trabajar con variables cuyo valor el estudiante no puede determinar en pasos intermedios o bien activar un esquema mental con la información que le permita rápidamente llegar a la relación entre los tiempos de calentado de ambos sistemas y sus costos totales.

### 11. Contenido: Electrostática.

**Habilidades: Uso de argumentos de simetría y representaciones gráficas para determinar las propiedades vectoriales. Reconocimiento de las relaciones cuantitativas entre las magnitudes. Proporcionalidad directa e inversa en relaciones múltiples.**

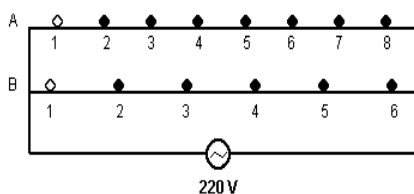
Grafique el campo eléctrico en un punto que se encuentra cerca de una línea de carga positiva, igualmente distribuida e infinitamente larga. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es falsa y cuál es verdadera y reformule las opciones falsas. La intensidad del campo eléctrico es directamente proporcional a:

- El valor de la carga que se coloque en el punto. (F)
- La densidad lineal de carga de la línea (V).
- La distancia  $r$  entre el punto y la línea (F).
- El cuadrado del inverso de la distancia entre el punto y la línea ( $1/r^2$ ) (F).

**Estrategia:** Hacer un dibujo de la línea de carga, elegir un punto cualquiera del espacio. Reconocer que el problema tiene simetría cilíndrica. Dibujar el vector del campo eléctrico producido por una porción cualquiera de la línea de carga. Elegir una porción simétrica y dibujar el campo eléctrico que produce esa porción. Observar que el campo eléctrico resultante de la suma vectorial es perpendicular a la línea de carga. Reconocer que esa propiedad no depende de la posición de la porción de línea elegida respecto al punto.

### 12. Contenido: Circuitos eléctricos.

**Habilidades: Trabajo con expresiones algebraicas. Comparación entre magnitudes.**



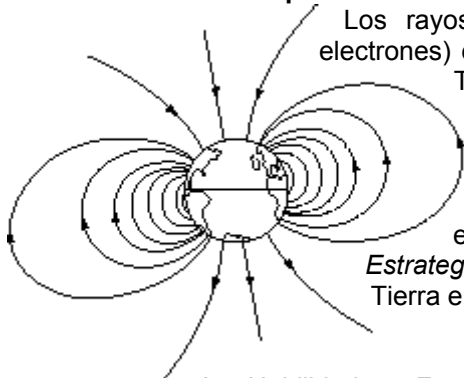
La figura muestra el esquema de un juego de luces navideñas en donde las luces claras son las llamadas luces "intermitentes", Cuando las intermitentes se calientan abren el circuito y las luces se apagan. Todas las lamparitas (intermitentes o no) tienen similares características, cuando están encendidas. Indicar cuál opción es falsa y cuál es verdadera:

- Si la intermitente de la fila A queda abierta, se apaga todo el juego de luces. (F)
- Si la intermitente de la fila A queda cortocircuitada, se apagan las luces de la fila A. (F)
- Suponga ahora que las lamparitas están encendidas:
- Calcule la corriente eléctrica que circula por la fila A.
- Calcule la diferencia de potencial que se mide en bornes de una de las lamparitas de la fila B.
- ¿Las lamparitas de la fila A, brillarán más o menos que las lamparitas de la fila B?

**Estrategias:** Modelar el sistema como un circuito serie-paralelo, considerando las lamparitas como resistencias lineales de magnitud  $R$ . Modelar las lámparas intermitentes como interruptores. Calcular la resistencia equivalente de la fila A y determinar que la corriente que circula es inversamente proporcional a ella. Calcular la resistencia equivalente de la fila B, su corriente y determinar la diferencia de potencial en bornes de cada resistencia. Relacionar la potencia con el brillo de las lamparitas. Reconocer que a igual diferencia de potencial en toda la rama, la potencia dependerá inversamente de la resistencia equivalente.

**13. Contenido: Leyes del Magnetismo**

**Habilidades: Asumir hipótesis.**



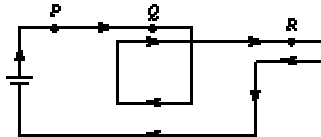
Los rayos cósmicos (núcleos atómicos que han perdido sus electrones) están constantemente bombardeando la superficie de la Tierra, aunque la mayoría de ellos es deflecionado por el campo magnético de ésta. Dado que la Tierra es (en una excelente aproximación) un dipolo magnético, la intensidad de los rayos cósmicos que bombardean su superficie será mayor en: los polos, latitudes medias o ecuador.

**Estrategias:** Asumir que los rayos cósmicos se aproximan a la Tierra en trayectorias radiales.

**14. Habilidades: Focalizar la atención en la variable relevante del problema.**

La batería de la figura establece una corriente continua en el circuito. Una brújula se ubica sucesivamente en los puntos P, Q, y R. Ordene en forma decreciente la deflexión de la aguja:

- a) P, Q, R.
- b) Q, R, P.
- c) R, Q, P.
- d) P, R, Q.
- e) Q, P, R.

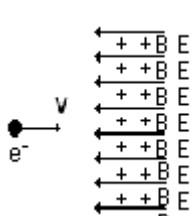


**Estrategias:**

Analíticamente, el campo magnético que mide la aguja dependerá tanto de la intensidad de la corriente y su dirección, como de la distancia entre la brújula y los cables. Como se desconoce la posición de la brújula, asumimos que la intensidad de la corriente y su dirección son las variables importantes del problema, suponiendo que la distancia entre brújula y cables es la misma en todos los casos.

**15. Contenido: Fuerzas debido a campos eléctrico y magnético.**

**Habilidades: Superposición de efectos.**



La figura muestra a un **electrón** que inicialmente tiene una velocidad  $v$ , entrando en una región semi-infinita donde existen conjuntamente un campo eléctrico  $E$  (hacia la izquierda) y un campo magnético  $B$  (entrante a la figura).

- a) Represente la fuerza neta que actúa sobre el electrón, al entrar a la región.
- b) Represente la fuerza neta que actúan sobre el electrón cuando su velocidad forma un ángulo de  $30^\circ$  con la horizontal.
- c) Explique por qué ha cambiado la orientación de la velocidad del electrón. La trayectoria entre ambos punto, ¿es un arco de circunferencia?

**Estrategias:** Advertir la presencia de dos campos diferentes en la región. Identificar que el comportamiento del electrón será diferente según interaccione con uno u otro campo y por lo tanto la fuerza neta será la suma vectorial de ambas fuerzas: la eléctrica y la magnética. Dibujar ambas fuerzas y sumarlas vectorialmente. Determinar, de la representación, que la trayectoria se desviará hacia "abajo" en la figura. El estudiante deberá advertir que la componente horizontal de la velocidad, en el segundo punto debe ser mayor que la velocidad inicial. Dibujar ambas fuerzas y sumarlas, observando que la resultante no es perpendicular a la velocidad, razón por la cual no se trata de una trayectoria circular.

**16. Contenido: Óptica Geométrica.**

**Habilidades: Visualización de objetos en el espacio.**

Cuando leemos un cartel sobre un espejo, las letras se invierten. Diseñe un sistema de espejos que permita leer el cartel correctamente.

**17. Habilidades: Aplicación de conocimientos a la interpretación de fenómenos de la vida real.**

Un entretenimiento barato pero poco ecológico consiste en quemar hormigas haciendo pasar los rayos del sol a través de una lupa. Explique por qué.

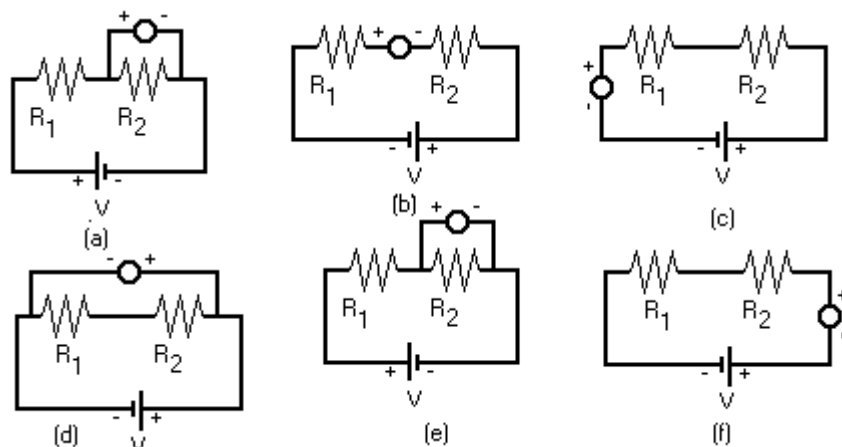
**18. Contenido: Nociones de Física Moderna.**

**Habilidades: Trabajo con potencias de 10. Determinación de propiedades a través del análisis dimensional.**

Calcule la cantidad de fotones (por unidad de tiempo y por unidad de superficie), que inciden en una superficie que se encuentra a 1,0 m de la fuente, si la longitud de onda de la luz es  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$ . Le recordamos que la constante de Planck es  $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$ , la velocidad de la luz es  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$  y la carga del electrón es  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

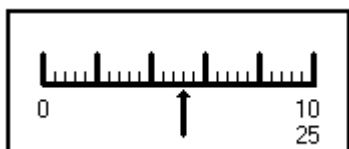
**19. Contenido: Instrumentos de medida.**

Se desea medir la intensidad de corriente eléctrica que circula por la resistencia  $R_2$ . Indique



cómo colocaría el amperímetro para hacer esa medida.

**20. Habilidades: Uso de diferentes escalas para hacer una medida.**



El dibujo de la figura muestra la escala de un voltímetro. Si el voltímetro mide como máximo, 10V, 25V y 100V, ¿cuál es el voltaje que marca la aguja en cada caso?

**21. Contenido: Física Moderna**

**Habilidades: Reconocimiento de la necesidad de diferentes enfoques en el estudio de diferentes problemas relacionados con un mismo concepto concreto: la luz.**

Al estudiar diferentes fenómenos relacionados con la luz empleamos a veces rayos rectilíneos, a veces ondas, a veces fotones. ¿Son compatibles estos puntos de vista? Cada uno de ellos, ¿puede explicar todos los experimentos? Cite ejemplos para justificar su respuesta.

**22. Contenido: Varios.**

En la siguiente tabla se lista una serie de objetos o anécdotas que probablemente Ud. ha visto, usado o escuchado hablar de ellas y diferentes áreas de la Física. Indique, para cada objeto, qué área explica mejor su comportamiento, funcionamiento o suceso.

Objeto o anécdota	Área
Horno Microondas	Ondas electromagnéticas
El hundimiento del Titanic	Estática de los fluidos
La bomba en Hiroshima	Física Nuclear
Heladera	2do Principio de la Termodinámica
Camiseta de color rojo	Óptica
Viento del Sur	Dinámica de los Fluidos

Un auto resbalando sobre una carretera en la que se ha volcado aceite.	Mecánica del Rígido
Un rayo cayendo sobre un pararrayos	Campo Eléctrico
El botón "Sleep" de su televisor	Capacitores
Extractor de aire de la cocina	Inducción Electromagnética
Arco Iris	Ondas electromagnéticas
Luz Laser	Mecánica Cuántica
La muerte de Mm Curie	Radioactividad
El precio de los diamantes	Física del Estado Sólido
La radiación solar	Mecánica Cuántica
Efecto invernadero	1er Principio de la Termodinámica
Las fases de la Luna	Movimiento Relativo

### 3 CONCLUSIONES

En este trabajo hemos realizado, a solicitud de la Subcomisión Coordinadora del Proyecto Institucional "Proyectos Conjuntos con ANEP", una primera aproximación a las características deseables del estudiante al ingreso de la Facultad de Ingeniería. Para la determinación de las mismas, hemos tomado como insumos las actividades realizadas en la Facultad en los últimos diez años relacionadas con los estudiantes que ingresan y su desempeño en los primeros años de la carrera.

Hemos definido un conjunto de competencias generales, subdivido a su vez en aptitudes y actitudes que serían deseables en el estudiante que ingresa. Las mismas describen un estudiante capaz de entender su rol social como tal, y apto para organizar, desarrollar y evaluar su propia actividad académica.

A estas competencias generales les sigue una descripción de competencias específicas en: Matemáticas, Física, Química y Lenguaje. Hemos realizado un énfasis especial en Física y Matemáticas por entender que son particularmente críticas para un buen desempeño estudiantil en los primeros años de todas las carreras que dicta la Facultad. Por eso, además de describir qué conocimientos, estrategias y habilidades son deseables que tenga, en estas disciplinas, un estudiante que ingresa, hemos elaborado un conjunto de ejercicios y problemas que intentan dar una idea concreta del nivel, la profundidad y el grado de dominio pretendidos.

Creemos necesario precisar que las competencias generales y específicas constituyen un conjunto posible de ser alcanzado a través de una adecuada formación en la enseñanza media. Al mismo tiempo somos conscientes que hoy por hoy los estudiantes que ingresan a Facultad están lejos de tener estas características deseables. En tal sentido apuntamos a que este trabajo forme parte de los necesarios contactos con la ANEP a los efectos de que exista una participación conjunta en la elaboración de las adecuadas interfaces ANEP-UdeLaR.



## 4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Informe sobre la Transformación de la Enseñanza Media Superior de la Comisión Especial para el estudio de la TEMS.  
En: <http://www.fing.edu.uy/institucion/claustro/021212.htm>
2. Trabajo sobre Perfil del Estudiante al Ingreso de la Comisión Especial para el estudio de la TEMS.  
En: <http://www.fing.edu.uy/institucion/claustro/030821.htm>
3. Anexo E1 del documento borrador número 3 de la Comisión TEMS.
4. Resoluciones de la ANEP.  
En: <http://www.comisiontems.edu.uy/directores/propuesta.htm>
5. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), "*Principles and Standards for School Mathematics*"  
En: <http://standards.nctm.org/document/>
6. M. C. Shafer & Sherian Foster , "*The changing face of assessment*"  
En: <http://www.wcer.wisc.edu/NCISLA/publications/newsletters/fall97.pdf>
7. Pruebas de Ingreso en Física y Matemática.
8. Informe de actividades 2002 del Grupo de Trabajo sobre Evaluación de Aprendizajes Pre Universitarios de la Universidad de la República – Evaluación piloto en primer año de la Universidad en el área Lengua.
9. J.J.Aparicio , "*Enseñar a aprender: El adiestramiento de tácticas y estrategias de aprendizaje*", en "Cuadernos de ICE No 12, p73. (1995)
10. J.I.Pozo Municio & M.A.Gómez Crespo, "*Aprender y Enseñar Ciencia: Del conocimiento cotidiano al Conocimiento Científico*", L.E.S. Victoria Kent (1998).
11. T.S. Kuhn, "*The Structure of Scientific Revolutions*" (1962).  
En: <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/us/kuhn.htm>  
"...no puedo dudar, por ejemplo, que la mecánica de Newton mejora la de Aristóteles y que la de Einstein mejora respecto de la de Newton como instrumento para resolver el rompecabezas. Pero no puedo ver en su sucesión una dirección coherente de desarrollo ontológico".
12. K.Popper, "*Objective Knowledge. A Realist View of Logic, Physics and History*" (1966).  
En: <http://www.marxists.org/reference/subject/philosophy/works/at/popper.htm>  
"...no hay razón para dudar del carácter realista y objetivo de toda la física".