

proyecto de mejora para la formación inicial de profesores para el nivel secundario

Áreas: Biología, Física, Matemática y Química



Ministerio de
Educación

Presidencia de la Nación



SPU Secretaría de Políticas
Universitarias

Presidenta de la Nación

Dra. Cristina FERNÁNDEZ DE KIRCHNER

Ministro de Educación

Prof. Alberto SILEONI

Secretaría de Educación

Prof. María Inés ABRILE DEVOLLMER

Secretario General del Consejo Federal de Educación

Prof. Domingo DE CARA

Secretario de Políticas Universitarias

Dr. Alberto DIBBERN

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Formación Docente

Lic. Graciela LOMBARDI

Área Desarrollo Institucional del INFD

Coordinadora Nacional: Lic. Perla FERNÁNDEZ

Área Formación e Investigación del INFD

Coordinadora Nacional: Lic. Andrea MOLINARI

Asesora Secretaría de Políticas Universitarias

Prof. María Rosa DEPETRIS

Asesora Secretaría de Políticas Universitarias

Lic. Mariana FERNÁNDEZ

**Coordinadora del Proyecto de Mejora para la formación inicial
de profesores para el nivel secundario**

Lic. Paula POGRÉ

Versión preliminar

Versión preliminar

Contenidos

Presentación de los documentos	4
Biología	8
Física	54
Matemática	118
Química	180

Presentación de los documentos

1. Una escuela secundaria que requiere repensar la formación de sus profesores

La obligatoriedad de la escuela secundaria abre un nuevo horizonte que nos convoca a repensar la formación de sus profesores con una perspectiva aún más desafiante que la que sin dudas se impone hace años en muchos países preocupados por el fracaso en el aprendizaje de los jóvenes, la rigidización de las formas de enseñar, la obsolescencia de algunos contenidos y la pérdida de sentido de este ciclo para docentes y estudiantes.

La secundaria de hoy desafía el carácter selectivo y las trayectorias escolares interrumpidas que caracterizaron al nivel medio. Tiene también el desafío de encontrar nuevos y diferentes caminos para constituirse en el espacio de la transmisión y recreación de conocimientos valiosos para los jóvenes y para la sociedad.

El mandato social actual renueva la confianza en la escuela como lugar privilegiado para la inclusión a través del conocimiento y para la concreción de una experiencia educativa donde el encuentro con los adultos permita la transmisión del patrimonio cultural y la enseñanza de los saberes socialmente relevantes para la construcción de una sociedad en la que todos tengan lugar y posibilidades de desarrollo.

Para ello, los docentes y las escuelas deben encaminarse hacia la construcción de formas de escolarización que reconozcan las características de la etapa adolescente y juvenil en sus diversas formas de expresión, para incluir efectivamente a los jóvenes y acompañarlos en la construcción de su proyecto de futuro.

La formación inicial y continua de los docentes constituye una de las estrategias fundantes para hacer frente al nuevo mandato social pero ¿qué docentes queremos formar y cómo lo haremos?

Uno de los debates de las últimas décadas ha planteado el siguiente interrogante: ¿qué peso y espacio asignar en la formación de los profesores de secundaria a los contenidos disciplinares específicos, a la denominada formación de fundamento y a la formación didáctico pedagógica? Diversas investigaciones (Martin, 1999; Pogré, 2003, 2005; Robalino & Corner 2006) dan cuenta de que lo que hace la diferencia en la formación no es el quantum de cada uno de estos campos sino el modo en que estos se articulan en los procesos formativos.

Por esta razón, y para aportar a los debates y las decisiones que se tomarán en un futuro próximo en relación a las propuestas formativas para los profesores de secundaria, es que hemos convocado, a un trabajo articulado entre la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) y el Instituto Nacional de Formación Docente (INFD), a especialistas de Instituciones Superiores de Formación Docente y de las Universidades Nacionales de todo el país para repensar la formación inicial.

Para la elaboración de este documento, que se plantea como base para la discusión y revisión de los diseños curriculares de la formación, nos propusimos hacer foco en el proceso de aprendizaje de los futuros profesionales de la enseñanza, identificar las comprensiones necesarias y el tipo de experiencias formativas que es importante que transiten para construirlas, así como encontrar descriptores claros que permitan acompañar los procesos formativos.

Este documento no prescribe una malla curricular, es decir, no está proponiendo ni nombres de materias ni cargas horarias para cada una de ellas, sino que presenta, como producto de un consenso, los saberes importantes a ser construidos y que, desde las políticas públicas, las instituciones formadoras deberían comprometerse a garantizar con diseños posiblemente diferentes en términos de los espacios curriculares que se consoliden en los planes de formación.

2. El proceso de trabajo

2.1 Conformar equipos integrados por especialistas de los ISFD y las Universidades para trabajar juntos articulando voces y experiencias

Para la producción de este documento, la SPU y el INFD convocaron de manera conjunta a las instituciones formadoras (Universitarias y ISFD de todo el país) a que postulen especialistas disciplinares para conformar un primer equipo de trabajo que tendría el desafío de producir el documento que hoy estamos poniendo a disposición.

Para la conformación de los equipos, la comisión que seleccionó a los integrantes tuvo en cuenta no sólo que sus perfiles fuesen acordes a la convocatoria sino que hubiese pluralidad de voces, experiencias y pertenencias institucionales. En este proceso, fue muy importante el apoyo del CUCEN y de las Direcciones de Educación Superior de las provincias.

Los equipos convocados participaron durante seis meses en tres talleres presenciales intensivos y cada uno generó un dispositivo para mantener el contacto permanente on line, además de encuentros por sub equipos que se generaron en cada área.

El proceso de elaboración de los documentos incluyó diferentes espacios de consulta. Se recibieron aportes tanto de colegas de las instituciones a las que pertenecen los integrantes de los equipos como de otros especialistas de todos el país. La versión que hoy ponemos a disposición tiene incorporadas muchas de estas voces.

2.2 Las preguntas convocantes

Ante una revisión de planes de estudio, las preguntas más frecuentes suelen ser dos: ¿qué enseñar a los futuros profesores en la formación inicial? o ¿qué espacios curriculares deben incluirse y con qué cargas horarias?

En esta convocatoria se propuso cambiar el eje de la pregunta y elaborar un documento que permitiese comunicar acuerdos en torno de qué debe comprender de su campo disciplinar un futuro profesor en su formación inicial.

Esta pregunta implica entender que los profesores deben adquirir en su formación el dominio de determinados marcos conceptuales rigurosos que los habiliten tanto para seguir profundizando en la disciplina como para poder transformar estos conocimientos en contenidos a ser enseñados.

Formular la pregunta desde esta perspectiva implica partir de diferentes asunciones:

- a) La formación inicial es parte de un proceso de desarrollo profesional continuo. Esto implica que la formación docente está marcada por las propias experiencias como alumno, comienza con el ingreso a la institución formadora, continúa luego de graduado en el proceso de socialización profesional y se desarrolla a lo largo de toda la vida profesional.
- b) Aceptar la idea de desarrollo profesional no implica restar el valor fundamental de la formación inicial. La posibilidad de un desarrollo profesional autónomo, crítico y riguroso se basa en sólidas comprensiones construidas en el proceso de formación inicial.

Partiendo de estas premisa fue necesario formular una segunda pregunta: una vez que definimos los alcances de las comprensiones deseables en la formación inicial, ¿qué tipo de experiencias debe transitar un futuro profesor, durante esta formación, para apoyar el tipo de comprensiones que definimos?

Sabemos que muchas propuestas interesantes ,que establecen contenidos para la formación, se chocan luego con los modos en que estos contenidos son enseñados y aprendidos. Consecuentemente el equipo convocado hizo el doble esfuerzo: no sólo de establecer acuerdo acerca de los marcos disciplinares importantes a ser comprendidos y el alcance de estas comprensiones durante la formación inicial, sino también, de reflexionar y compartir el tipo de expe-

riencias requeridas para construir tales comprensiones.

Quienes colaboramos en la producción de estos documentos somos conscientes de que para la formación de un docente no basta con transmitir conceptos disciplinares actualizados y una nueva teoría de la enseñanza, lo que se busca es la apropiación de concepciones educativas reflexivas que generen otras maneras de enseñar y de actuar en el marco de las instituciones educativas. Se pretende formar un docente autónomo, capaz de trabajar en equipo, con dominio disciplinar y un fuerte compromiso ético y técnico con los resultados de aprendizaje de sus alumnos.

Por lo tanto, afirmamos que la nueva formación requiere la revisión de la articulación entre contenidos así como poner en discusión el tipo de experiencias que las instituciones formadoras están proporcionando a los futuros docentes para poder construir una comprensión profunda tanto de los contenidos disciplinares como de la complejidad de la tarea de enseñar en las instituciones educativas.

Las experiencias formativas que ha de brindar la nueva formación docente habrán de favorecer la comprensión de los temas centrales de cada campo en lugar de pensar en la mera acumulación de contenidos y pensar también en los desafíos que se enfrentarán al intentar enseñar de manera significativa esos contenidos a una diversidad de jóvenes que habitan y habitarán las aulas de la secundaria.

“Un tema central y bastante estudiado es el de “aprendizaje docente”. Este tema pone el acento en un enfoque de la formación que se refiere al proceso personal de construcción de identidad que debe realizar cada futuro docente, a la construcción de la base conceptual necesaria para enseñar y a la construcción de un repertorio de formas docentes apropiadas para las situaciones de enseñanza que deberá enfrentar. Como se advierte este enfoque se contrapone al concepto de “preparación específica para algo” y en lo posible con herramientas a prueba de fuego. Más bien, sostiene que el aprendizaje docente es una tarea que cada profesor comienza durante el período de su formación inicial, sigue con cierto nivel de inseguridad en los primeros dos o tres años de docencia y continúa haciendo durante el resto de su vida profesional, aun cuando el aprendi-

zaje del experto cambie en términos de focos de atención o necesidades” (Ávalos, 2005, p. 14).

Finalmente intentamos explicitar un conjunto de descriptores que den cuenta de que las comprensiones esperadas son alcanzadas por los docentes en formación. Por ello, acordamos tres momentos para lo que denominamos *mapas de progreso*. El primer momento lo establecimos al promover la formación; el segundo, en el momento del egreso y, finalmente, incluimos indicadores que den cuenta de que la comprensión ha sido alcanzada en el escenario del aula, es decir, cuando este docente en formación comienza a desempeñarse en la vida profesional. Este último momento, que consideramos fundamental, se inicia con las residencias y se extiende hasta primeros 5 años de su ejercicio. O sea no sólo nos importó describir la comprensión y el proceso de apropiación disciplinar sino también cómo esta comprensión se evidencia en el desempeño docente.

3. La tarea, el contenido de los documentos

Tal como anticipamos, los equipos comenzaron a trabajar a partir de tres preguntas disparadoras:

- ¿Qué es lo que realmente importa que los futuros docentes comprendan del campo disciplinar?
- ¿Qué tipo de experiencias debería transitar un futuro profesor durante su formación para que alcance la comprensión deseada?
- ¿Cómo sabemos, tanto los formadores de profesores como los estudiantes del profesorado, que están construyendo comprensión?

Para dar posibles respuestas a estas cuestiones, los cuatro documentos que aquí se presentan se estructuran comunicando:

- Un marco que explicita posiciones desde las cuales se formulan respuestas a las preguntas;

- Un conjunto de núcleos problematizadores que vertebran la comprensión de cada área para la formación docente inicial.

Además, para cada núcleo se explicitan:

- ♦ El enunciado de objetivos de aprendizaje que establecen el alcance y profundidad de la comprensión esperada
- ♦ Una propuesta de experiencias de aprendizaje que sería recomendable se proponga a los estudiantes de profesorado para el logro de tales objetivos. Esta propuesta se establece con la intención de mostrar algunos tipos de tareas, sin pretensión de exhaustividad.
- ♦ Matrices que explicitan criterios de evaluación y sus descriptores que permitirían identificar mapas de progreso del aprendizaje de los estudiantes.

Versión preliminar

Paula Pogré

Biología

- Delia Aiassa (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto)
- Cristina Armúa (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste)
- María Elena Charrier Melillan (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata)
- Leonardo González Galli (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires)
- Silvia Luchessi (Instituto Superior de Formación Docente ENS Corral de Bustos, Córdoba)
- María Méndez (Universidad Autónoma de Entre Ríos)
- Nora Ojea (Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral)
- María de los Ángeles Rognone (Universidad Nacional de Mar del Plata)

- Coordinación: Elsa Meinardi (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA)

Colegas que colaboraron en la discusión del documento del trabajo

Manuel Osvaldo Arbino, Federico Arce, Roque Arriola, María Elisa Brisighelli, Carla Córdoba, Massimiliano Dematteis, Griselda Fabro, José Luis Fontana, Noemí Gari, María Celina Godoy, Mabel Gualdoni, Lorena Inzillo, Arturo Kehr, Adriana Legal, Alicia Lutz, Elisa Luque, Mercedes Marchese, Rosa Markariani, Horacio Méndez, Alicia M. F. Milano, Sandra Obregon, Elena Beatriz Oscherov, María Victoria Plaza, Alejandro Pujalte, Herminda Reinoso, Andrea Revel Chion, María Inés Rodríguez Vida, Nancy Salas, Guillermo Seijo, Viviana Solis Neffa, María Helena Soto Oca, María del Carmen Todable, Yolanda Zolacar y Alfredo Zurita.

Sumario

Introducción	11	Núcleo 5: Educación en ambiente y salud	47
Núcleo 1: Organización y funcionamiento de los seres vivos	12	Introducción	47
I.1: Biología Celular y Molecular	12	Metas de comprensión	47
I.2: Morfología y fisiología de los organismos	16	Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación	49
I.3: Etología	25	Mapas de progreso	51
I.4: Genética	29		
Núcleo 2: Clasificación de la diversidad biológica	35		
Introducción	35		
Metas de comprensión	35		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación	37		
Mapas de progreso	37		
Núcleo 3: Organización y diversidad de los sistemas ecológicos	39		
Introducción	39		
Metas de comprensión	39		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación	41		
Mapas de progreso	41		
Núcleo 4: Historia de la vida en la tierra y procesos evolutivos	42		
Introducción	42		
Metas de comprensión	43		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación	45		
Mapas de progreso	45		

Versión preliminar

Introducción

En este documento presentamos un conjunto de núcleos temáticos que hemos definido al considerar qué debe comprender un docente durante su formación y cómo esto se traduce luego en su desempeño profesional en el nivel medio.

Respecto de cada núcleo temático definimos, además, las metas de comprensión y las experiencias que consideramos deben transitar los futuros profesores durante su formación inicial para lograr la comprensión esperada. Definimos también algunos descriptores que permiten reconocer el alcance de dicha comprensión.

Para la elaboración del documento hemos priorizado los contenidos de biología para la formación docente, sin por ello minimizar la perspectiva didáctica, en consonancia con lo que algunos autores denominan “el conocimiento didáctico del contenido”. Esto se traduce en las expectativas de comprensión, y no meramente de conocimiento, que se formulan.

Compartimos una concepción acerca del aprendizaje de la ciencia que se sustenta en tres metas irreductibles: *saber sobre* la ciencia -como proceso y como producto-, *saber hacer* ciencia y *saber comunicar* ciencia.

Al mismo tiempo, este conocimiento acerca de la ciencia está, en este documento, centrado en la perspectiva de qué debe saber y comprender alguien que va a enseñar ciencias.

Consideramos que se debe poner énfasis en las actividades experimentales y el trabajo de campo y de laboratorio, tanto en las experiencias que el futuro docente debe transitar durante su formación como en su capacidad para formular propuestas de aprendizaje para sus alumnos. Sin embargo, atendiendo a la concepción de que la ciencia tiene una fuerte componente empírica (no empirista), sugerimos revisar la eficacia de los trabajos prácticos como medio para lograr la comprensión en ciencias. Las actividades experimentales deben atender al desarrollo de la comprensión y no a la mera manipulación de instrumentos o tecnología. Debe acentuarse la función de las actividades experimentales para

“resolver problemas”. De esta forma, se apuntará a aumentar la comprensión acerca de la ciencia como proceso, además de como producto.

Atendiendo a estos aspectos, y con el objetivo de modificar algunas concepciones erróneas acerca de la naturaleza de la ciencia, deseamos resaltar la especial atención que se debe tener en la formación docente a aquellas concepciones relacionadas en particular con la enseñanza del “método científico”, las cuales refuerzan una epistemología inductivista, positivista y empirista de la ciencia, siendo que es esta perspectiva la que se quiere modificar en procura de una imagen de ciencia como actividad profundamente humana.

Finalmente, afirmamos que el conocimiento en Biología es continuamente enriquecido por el que se produce en otros campos disciplinares, como el de la Matemática, la Química, la Física, la Geología, o la Paleontología, sin desconocer la relevancia de otros aportes provenientes de las ciencias Sociales, como la Antropología, la Sociología, la Historia, la Geografía o la Ética, y de las metadisciplinas como la Epistemología y la Sociología de la Ciencia, entre otras. En este documento hemos decidido por consenso que no abriremos núcleos especiales para tratar los contenidos de ellas, sino que se optó por exponer cómo dichas disciplinas nutren de manera específica los contenidos y modelos de la Biología. En cada núcleo entonces pueden reconocerse los aportes de estos campos al conocimiento de la Ciencia de la Vida.

A continuación presentamos los núcleos temáticos que hemos definido como prioritarios para alcanzar las metas de comprensión adecuadas a la formación docente en Biología.

Núcleo 1. Organización y funcionamiento de los seres vivos

- 1.1. Biología celular y molecular
- 1.2. Morfología y fisiología de los organismos
- 1.3. Etología
- 1.4. Genética

Núcleo 2. Clasificación de la diversidad biológica

Núcleo 3. Organización y diversidad de los sistemas ecológicos

Núcleo 4. Historia de la vida en la Tierra y Procesos evolutivos

Núcleo 5. Educación en ambiente y salud

Núcleo 1: Organización y funcionamiento de los seres vivos

I.1: Biología Celular y Molecular

Introducción

La Biología Celular y la Molecular constituyen en la actualidad disciplinas cuyos resultados de investigación influyen sobre la salud, la agricultura, la industria y sobre una gran multiplicidad de actividades concretas, contribuyendo al avance de las Ciencias Biológicas y a la mejor calidad de vida de los seres humanos.

Este núcleo temático abarca los principios básicos de la biología, el origen de la vida, los distintos niveles de organización, la relación entre forma y función, la estructura y ultra-estructura celular y las relaciones de los seres vivos entre sí y con el ambiente. Todos estos aspectos resultan indispensables para la formación del Profesorado de Biología.

Todos los seres vivos se encuentran constituidos por células; por lo tanto la comprensión de las características de las células, patrones, diversidad de formas, actividades metabólicas y regulación son fundamentales para comprender el funcionamiento de los seres vivos en general.

Modelos que integran el núcleo temático.

- Historia del descubrimiento celular.

- Teoría celular.
- Organización estructural y funcional de las células.
- Interacción funcional entre sus distintos componentes celulares.
- Origen y diferenciación de las organelas celulares.
- Sistemas de endomembranas.
- Componentes orgánicos e inorgánicos de importancia celular.
- Metabolismo celular.
- Reproducción celular.
- Apoptosis.
- Virus y priones.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- Los procesos biológicos desde un punto de vista evolutivo, revisando siempre las diferencias de cada proceso o mecanismo molecular entre las

células procariotas y eucariotas.

- La relación de la estructura y ultra-estructura celular.
- La importancia de las distintas formas de división celular en los ciclos de vida.
- La relación de los estudios de la biología molecular y los adelantos biotecnológicos.

Desarrollo de las metas

- Que existe una relación estrecha entre la estructura y la función de cada componente celular y subcelular.
- Que la célula constituye una unidad autónoma, consolidando el concepto de que los organismos multicelulares son el producto de las relaciones e interacciones de sus células individuales y de las propiedades emergentes de dichas relaciones.
- Las características fundamentales de las células, sus reacciones metabólicas y mecanismos de regulación genética.
- Que el ADN codifica todas las reacciones metabólicas de un organismo
- La importancia del cultivo de las líneas celulares en las investigaciones biomédicas.
- Los procesos básicos que rigen el funcionamiento celular a nivel molecular y macromolecular.
- El mecanismo por el cual los organismos unicelulares y multicelulares realizan el aprovechamiento de la energía para el mantenimiento de sus procesos metabólicos
- Que la tasa de reproducción de muchos procariontes responde a condiciones ambientales.
- Que la meiosis determina la variabilidad entre generaciones sucesivas de organismos.
- Comprenda que los “errores” en los procesos meióticos conducen a estructuras y número cromosómicos anormales.
- El proceso de expresión génica y los diferentes mecanismos involucrados en la regulación de los genes.
- Las secuencias de eventos programados genéticamente que llevan a la apoptosis celular.
- Que el descubrimiento del ME (microscopio electrónico) permitió la aplicación de nuevas técnicas de estudio que facilitaron la observación de estructuras celulares y la comprensión de las interacciones generadas en el interior celular.
- Cómo y por qué el descubrimiento de la estructura del ADN implicó un cambio profundo en las metodologías de investigación en Biología Celular y abrió el camino de la Biología Molecular, generando nuevas y novedosas aplicaciones técnicas.
- Que las diferentes técnicas utilizadas intentan determinar la estructura, función y organización de las células.
- Que existen diferentes técnicas citoquímicas e histoquímicas para el reconocimiento de células, estructuras y componentes macromoleculares.
- Que existen limitaciones en los distintos métodos empleados para el estudio de las células, sus productos e interacciones.
- Que las células poseen similitudes básicas en su estructura y funcionamiento.
- Que el metabolismo celular puede cambiar en respuesta a señales provenientes del medio interno o externo.
- Que la biología molecular tiene aplicaciones prácticas como la producción de organismos transgénicos y la terapia génica para el tratamiento de enfermedades.
- Cómo elaborar informes escritos sobre las diversas temáticas tratadas en biología celular y molecular.
- La forma de emplear diferentes métodos de comunicación para presentar sus producciones (esquemas, diagramas, gráficos, otros).
- Cómo utilizar animaciones multimedia para la interpretación de los procesos metabólicos fundamentales de las células.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan.

- Reconocer distintos tipos de células y estructuras celulares, aplicando diferentes técnicas de análisis microscópico.
- Interpretar distintos métodos de estudio aplicados al análisis de los componentes macromoleculares.
- Reconocer las diferentes fases de los procesos de división celular mitótica y meiótica mediante microscopio óptico.
- Determinar la morfología de los cromosomas a través de la elaboración de cariogramas y cariotipos.
- Realizar experiencias prácticas sencillas de laboratorio para determinar los diferentes mecanismos de transporte de las membranas biológicas.
- Planificar actividades relacionadas con el conocimiento de las metodologías habituales de investigación en biología celular.
- Relacionar la estructura de los ácidos nucleicos con la estructura de las proteínas.
- Reconocer mediante el uso de microscopía óptica, los diferentes tipos de células y organelos citoplasmáticos.
- Analizar el metabolismo y funcionamiento de los ácidos nucleicos a través de prácticas experimentales.
- Discutir y analizar artículos científicos sobre temas actuales de la biología molecular.
- Aplicar y contrastar diferentes técnicas citoquímicas e histoquímicas para el reconocimiento de células, estructuras y componentes macromoleculares.
- Resolver problemas hipotético-deductivos sobre fisiología y metabolismo celular.
- Valorar las técnicas de análisis molecular para el estudio de los compo-

nentes celulares y de las macromoléculas

- Valorar las aproximaciones históricas a la construcción del modelo celular

versión preliminar

Mapa de progreso

Biología celular y molecular
Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Emplea la terminología básica de las ciencias biológicas, tanto en su expresión gráfica, como escrita y oral.</p> <p>Reconoce y caracteriza distintos componentes celulares y tipos celulares en prácticas de laboratorio.</p> <p>Adquiere destrezas en el uso de instrumental requerido para el estudio de células y componentes celulares.</p> <p>Establece relaciones entre la estructura y la función de las células.</p> <p>Comprende el rol de las biomembranas en la compartimentalización de las células y en la diversificación de sus funciones.</p>	<p>Comprende la relación entre estructura y función del material genético.</p> <p>Tiene un conocimiento integral de las funciones celulares.</p> <p>Conoce los fundamentos, resultados y limitaciones de métodos empleados en el estudio de las células, sus productos e interacciones.</p> <p>Interpreta la biología celular desde un punto de vista evolutivo y comprende los procesos involucrados en el origen de los eucariotas.</p> <p>Conoce los adelantos logrados mediante la tecnología del ADN recombinante y la clonación de genes.</p>	<p>Elabora guías de observación para que los alumnos identifiquen los distintos componentes celulares.</p> <p>Elabora guías de trabajos prácticos para que los alumnos realicen preparados microscópicos, de células y tejidos para su posterior observación.</p> <p>Elabora proyectos de investigación en relación con problemáticas regionales y nacionales para que sus alumnos lo lleven a la práctica y de esta manera participen en las posibles soluciones a los mismos.</p> <p>Diseña estrategias didácticas para que los alumnos comprendan la integración funcional de las estructuras celulares.</p> <p>Diseña actividades que le permita a los alumnos reconocer las características fundamentales de las células, patrones, diversidad de formas, actividad metabólica y regulación.</p> <p>Elabora material de estudio para los alumnos a partir de la bibliografía de divulgación sobre Biología celular y molecular.</p> <p>Desarrolla en los alumnos la capacidad de obtener, seleccionar y registrar la información biológica pertinente.</p>

I.2: Morfología y fisiología de los organismos

Introducción

Este núcleo temático incluye aquellos modelos que nos permiten comprender cómo los organismos individuales realizan todas las funciones que les permiten auto-regularse. El análisis comparativo de estos rasgos en distintos grupos de organismos es necesario para entender que funciones equivalentes son llevadas a cabo de modos diferentes por distintos organismos según sus rasgos particulares y su distintiva historia evolutiva. Este enfoque permite también integrar los análisis estructurales y funcionales de modo de comprender la biología del organismo individual. Se incluye en este núcleo el análisis de la anatomía y fisiología humanas que constituye un insumo indispensable para la comprensión de todos los temas relacionados con el cuidado de la salud.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Los Procariontes: Arqueobacterias y Bacterias. Características estructurales, funcionales y ecológicas.
- Los Eucariontes: los Protistas unicelulares, coloniales y pluricelulares; los Hongos; las Plantas y los Animales. Características estructurales, funcionales y ecológicas. Ciclos de vida.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- Que los organismos pueden considerarse sistemas abiertos que intercambian materia y energía con el medio.
- Cómo el conocimiento comparativo de la anatomía y fisiología de los distintos sistemas de los organismos brinda evidencia de los procesos evolutivos.
- Que el funcionamiento de los organismos se debe a la integración fun-

cional de los sistemas en distintos niveles de organización.

- Que para explicar el funcionamiento de los organismos y su entorno se debe recurrir a conceptos centrales de la física y de la química.
- Por qué el uso de organismos en investigaciones biomédicas, particularmente mamíferos, genera análisis y discusiones éticas vinculadas con estas prácticas.
- Que la información que proporciona el conocimiento anátomo-funcional de los organismos, constituye un insumo relevante para los avances tecnológicos y viceversa.
- La importancia de los organismos, su papel en los procesos industriales, agricultura, farmacia, sanidad, alimentación y sus efectos patógenos sobre los otros seres vivos.
- La importancia del sistema de endomembranas y la compartimentalización celular en los procesos evolutivos.

Desarrollo de las metas

- Que los diferentes órganos y tejidos de los organismos, resultan de la organización de distintos tipos celulares.
- De qué manera el surgimiento en la evolución de mecanismos de transporte constituyó una innovación biológica que permitió el aumento de tamaño corporal y la pluricelularidad.
- Las diferencias entre los procesos de excreción y secreción.
- La nutrición como parte del proceso de intercambio y transformación de materia y energía que todo ser vivo mantiene constantemente con su medio a lo largo de la vida.
- Que la reproducción sexual introduce posibilidades de polimorfismos y por ende probabilidades de mayor supervivencia en ambientes cambiantes.
- Las rutas metabólicas de los procariontes y eucariontes que determinan diferentes modelos de nutrición y su relación con el rol que desempeñan en la dinámica de los ecosistemas.

- Que los organismos presentan distintos tipos de ciclos de vida y que en ellos se pueden manifestar meiosis de carácter gamético, cigótico y esporico.
- Cómo analizar comparativamente los órganos y sistemas de los organismos para comprender la evolución.
- La forma de implementar teorías y modelos para explicar el funcionamiento de organismos como sistemas biológicos.
- La metodología con que se han construido los conocimientos sobre la anatomía y la fisiología de los organismos para interpretar el alcance de las investigaciones científicas desarrolladas por descubrimiento o por hipótesis.
- La forma de aplicar ecuaciones matemáticas y estadísticos para interpretar procesos fisiológicos del funcionamiento de los órganos y sistemas.
- Que para el estudio de los organismos procariotas y eucariotas debe adquirir destreza en el manejo de la microscopía y las técnicas de coloración.
- La importancia de buscar información y estar actualizado respecto de la relevancia sanitaria de los diversos organismos que interactúan en su medio.
- Cómo construir y aplicar gráficos, esquemas, modelos y analogías para explicar y describir aspectos morfológicos y funcionales.
- Que a partir de la ejecución de diseños experimentales podrá conocer y aplicar diferentes técnicas de tinción para el estudio de los organismos procariotas y eucariotas.
- Que la interpretación de esquemas, gráficos, microfotografías, videos le permitirá establecer diferencias entre los organismos de estudio.
- El procedimiento de las técnicas de cultivos celulares para el crecimiento y desarrollo en condiciones controladas para el estudio de procariotas y eucariotas.
- La heterogeneidad de los grupos taxonómicos incluidos en Bacteria, Archaea y Protista identificando los representantes más importantes.
- Que las características morfológicas y fisiológicas de la célula procariota

y eucariota determina la morfofisiología de los organismos correspondientes a Bacteria, Archaea y Protista.

- Que existen tipos celulares con determinadas estructuras que se consideran caracteres de valor taxonómico para diferenciar los distintos grupos de bacterias, arqueas y protistas.
- Los distintos procesos de reproducción en Bacteria, Archaea y Protista.
- Los diferentes niveles de organización de los protistas en organismos unicelulares, coloniales y pluricelulares sin llegar a formar tejidos.
- La inclusión de los mohos en los protistas se debe a sus características bioquímicas, la presencia de células reproductoras flageladas y la composición de celulosa de sus paredes celulares.
- La necesidad de reconocer distintos taxa de Bacteria y Protistas causantes de enfermedades infecciosas en los organismos, así como sus efectos benéficos y aplicaciones biotecnológicas.
- La relevancia de las aplicaciones de los procariotas en biotecnología, fundamentalmente en la industria alimentaria, farmacéutica, agrícola o en la lucha contra la contaminación.
- Cuáles organismos se utilizan como indicadores de contaminación ambiental y por qué.
- Que las situaciones problemáticas y soluciones alternativas respecto del funcionamiento inadecuado de ciertos órganos o de la carencia de ciertos nutrientes, constituyen un modo de interpretar la fisiología de dicho órgano o sistema.
- Cuáles son los mecanismos necesarios para que, a partir del conocimiento de la fisiología de los organismos se puedan generar sustancias de aplicación médica e industrial.
- Cuál es el mecanismo por el cual los hongos y las bacterias descomponen la materia orgánica.
- Que muchos progresos relevantes en medicina, industria alimentaria, cultivo de plantas, biotecnología y estudios de genética molecular son consecuencia de la manipulación de determinados hongos.

- Que el conocimiento del ciclo de vida de determinadas plantas y animales permite realizar una explotación sostenible del recurso.
- Los mecanismos de selección artificial de plantas y animales que han sido utilizados por el hombre desde hace milenios para la obtención de organismos con características mejoradas.
- Cómo los fenómenos de fotosíntesis y respiración permiten comprender más integralmente los aspectos químicos de problemáticas ambientales como el efecto invernadero y la disminución de la capa de ozono.
- Que la aparición en distintos momentos evolutivos de las plantas de un desarrollo radicular, vasos conductores, estomas y cutícula permitieron la obtención y retención de agua en el ambiente terrestre y por ende su adaptación.
- Las diferencias entre gametofito y esporofito y la predominancia de una u otra generación en las plantas.
- Cuáles fueron las estructuras que facilitaron la reproducción de las plantas en el hábitat terrestre.
- Cómo se produce la circulación de agua y sustancias orgánicas en las plantas.
- La transpiración como fenómeno fundamental que mantiene el desplazamiento de agua por el xilema.
- La función de las esporas en la generación de nuevos individuos.
- Que la semilla constituyó un éxito evolutivo como elemento de mantenimiento y dispersión del embrión, porque es más resistente que las esporas y puede ser dispersada por diversos agentes.
- La importancia de la flor y el fruto en relación con la vida en el ambiente terrestre.
- La forma en que la evolución de las plantas con flores influyó en la evolución de la diversidad de muchos animales terrestres y viceversa.
- Las plantas poseen hormonas que permiten coordinar el crecimiento, el desarrollo y las respuestas a los estímulos.
- Los mecanismos de defensa de las plantas que les permiten contrarrestar

la acción de los herbívoros y agentes patógenos y dar cuenta de ciertas relaciones entre plantas.

- Que las plantas constituyen la materia prima de la mayor parte de los artículos de uso cotidiano, construcción habitacional y fuente de medicamentos.
- De qué manera la calidad de vida del hombre depende de la conservación adecuada de las plantas, ya que constituyen un recurso alimentario, industrial, estético, entre otros.
- Cómo puede inferirse el paleoclima a partir del estudio de los anillos de crecimiento de árboles de gran longevidad o fosilizados.
- Que los modelos de organización de los animales pueden considerarse como conjuntos inclusivos de planes corporales y como una conjunción de caracteres ancestrales y derivados.
- Que el tipo de simetría de los animales determina entre otras características la relación con el medio y la locomoción.
- La importancia del surgimiento del celoma como una posibilidad evolutiva de nuevas estructuras internas en los animales bilaterales.
- La forma en que los mecanismos de homeostasis moderan las fluctuaciones del medio interno de los organismos.
- El balance costo/beneficio comprometido en los procesos de endo y ectotermia de los organismos.
- Cómo la naturaleza del sistema circulatorio está determinada por el tamaño, complejidad y el tipo de vida del organismo.
- La estructura y el funcionamiento de los sistemas cardiovasculares, formados por una red de conductos por los cuales circula sangre o hemolinfa y una o varias bombas (corazón) que generan el trabajo necesario para la circulación.
- Los aspectos mecánicos y químicos involucrados en los procesos digestivos que se producen en distintas porciones del tubo digestivo.
- Que la división del sistema digestivo en numerosos compartimentos hace posible una división del trabajo que lleva a una mayor eficacia en cada una

de las etapas del proceso digestivo: captación y digestión del alimento, absorción del alimento digerido y eliminación de los desechos.

- Que si bien la diferencia entre autótrofos y heterótrofos radica en la forma de obtención del alimento, el alimento principal, la glucosa, se utiliza en la respiración celular del mismo modo en todos los organismos.
- La relación funcional y de desarrollo entre músculos, esqueleto y forma corporal.
- Las funciones de coordinación e integración del sistema nervioso
- Que los sistemas nervioso y endocrino coordinan e integran las funciones de los otros sistemas de un organismo.
- Las características de los métodos que se aplican en investigaciones biomédicas, utilizando diversos organismos, en particular los mamíferos, para discutir y analizar sus aspectos éticos
- La información científica sobre los aspectos morfo-fisiológicos disponibles en los materiales de divulgación, libros de texto, Internet, otros, para analizarla, sintetizarla e implementarla en contextos nuevos.
- Cómo construir y aplicar gráficos, esquemas, modelos, maquetas, analogías u otros modos de representación, para explicar y describir aspectos morfológicos y funcionales de los organismos, por ejemplo: curvas de glucemia, cambios de conductancia de sodio y potasio, producción de calor muscular, otros.
- Cómo realizar informes que den cuenta de lo aprendido en actividades extraescolares como visitas a museos, zoológicos, reservas, acuarios, otros, en relación con la anatomía y fisiología de los organismos observados.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- articipar en actividades de laboratorio que favorezcan el desarrollo de habilidades propias del trabajo científico: recolección de datos, procesamiento de los mismos, análisis de los resultados y discusión de conclu-

siones sobre aspectos funcionales y de desarrollo de procariotas y eucariotas.

- Observar y analizar videos relacionados con la anatomía y fisiología de los organismos
- Diseñar e implementar estudios experimentales que lo lleven a conocer y aplicar diferentes técnicas de coloración o tinción para el estudio de los organismos procariotas y eucariotas.
- Observar diferentes preparados biológicos para reconocer los distintos taxa y sus estructuras
- Buscar y analizar información procedente de diferentes fuentes, incluidas las tecnologías de la información y comunicación, participando en los espacios de interacción y colaborativos que den cuenta de los contenidos aprendidos.
- lantear situaciones problemáticas relacionadas con distintas cuestiones fisiológicas
- Opinar sobre trabajos de investigación de anatomía o fisiología respecto de la coherencia entre la problemática a resolver, la experiencia propuesta y el marco teórico que los sustenta.
- Aplicar técnicas microbiológicas básicas para preparar, conservar y observar medios de cultivo.
- Recolectar y observar microorganismos obtenidos de muestras de agua aire, suelo, alimentos, otros.
- Realizar análisis microbiológicos del agua, a los fines de clasificar bacterias según su morfología.
- Realizar lecturas interpretativas en libros y documentos on line sobre bioseguridad.
- Participar de actividades como visitas a jardines botánicos, reservas, huertas, viveros, zoológicos, acuarios, museos, otros.
- Ejemplificar las relaciones que se establecen entre el sistema agua-suelo-planta-atmósfera.
- Preparar colecciones de animales y plantas para reconocer organismos

- con distintos niveles de complejidad.
- Recolectar y preparar correctamente material vegetal para observaciones mediante lupa y/ o microscopio.
 - Elaborar herbarios que representen distintos grupos y aspectos anatómicos y morfológicos de los mismos
 - Observar y reconocer los cambios propios de la germinación de semillas y esporas.
 - Analizar las principales rutas metabólicas del proceso fotosintético, sus relaciones anátomo-morfológicas y mecanismos de regulación y representarlos mediante gráficos, dibujos, tablas, modelos, entre otros.
 - Elaborar maquetas y/o modelos que den cuenta de la anatomía o de la fisiología de los distintos sistemas u órganos.
 - Buscar información y preparar monografías o informes respecto de los organismos que revistan importancia sanitaria dentro de su comunidad.
 - Preparar colecciones de animales y plantas para reconocer organismos con distintos niveles de complejidad.
 - Participar en salidas de campo a ambientes de agua dulce, marina, intermareal, y/o terrestres para identificar los lugares apropiados de colección y captura de organismos, reconocer grupos taxonómicos, y características morfológicas, adaptativas y de zonación de los integrantes de las comunidades locales o regionales.
 - Realizar trabajos prácticos donde se analicen cuestiones relacionadas con la fisiología de los distintos sistemas de los invertebrados y vertebrados.
 - Plantear analogías que permitan comprender el funcionamiento de los sistemas y los órganos en los distintos grupos de organismos.
 - Investigar sobre la labor de los especialistas nacionales e internacionales de algunos grupos taxonómicos.
 - Reconocer los representantes más relevantes de la fauna y flora argentina y de la región.
 - Debatir sobre los riesgos y beneficios de la ingeniería genética y las necesidades de legislación.
 - Realizar búsquedas bibliográficas e informes que muestren el desarrollo histórico de la manipulación de los organismos que el ser humano ha realizado para su beneficio.
 - Utilizar contenidos de historia de la ciencia en la enseñanza de estos temas

Versión preliminar

Mapa de progreso

**Morfología y fisiología de los organismos
Descriptores del alcance de la comprensión**

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Distingue las características morfológicas y funcionales de los principales grupos de Procariotas y Eucariotas.</p> <p>Conoce, identifica y describe las características morfológicas y fisiológicas propias de bacterias y arqueas.</p> <p>Realiza trabajos de laboratorio y/ o diseños experimentales introductorios a los métodos de estudio, coloración y cultivo de bacterias y protistas.</p> <p>Conoce y aplica técnicas de cultivos para el crecimiento y desarrollo en condiciones controladas de Procariotas y Protistas.</p> <p>Caracteriza los procesos anabólicos y catabólicos de los organismos.</p> <p>Reconoce distintas formas de autotrofismo.</p> <p>Argumenta mediante ejemplos las razones por las cuales los hongos no se incluyen en el mismo grupo que las plantas.</p> <p>Relaciona la estructura y morfología de los hongos, con el tipo y modo de alimentación por absorción.</p> <p>Representa distintos ciclos de vida de hongos y plantas mediante diagramas.</p> <p>Reconoce las estructuras reproductoras de los hongos y las utiliza como un criterio de clasificación.</p>	<p>Establece relaciones entre la anatomía y fisiología de las Procariotas, Protistas, Hongos, Plantas y Animales.</p> <p>Explica y relaciona las características funcionales de los organismos con las características morfológicas y con el ambiente donde se desarrollan.</p> <p>Observa organismos procariotas, realiza esquemas e interpreta adecuadamente las observaciones.</p> <p>Argumenta la posición de las arqueas con relación a los organismos procariotas y eucariotas.</p> <p>Resuelve actividades que permiten la resolución de problemas, prácticas de laboratorio, interpretación de gráficos, microfotografías, esquemas o dibujos, investigación bibliográfica, utilización de medios tecnológicos para la toma y tratamiento de datos. Demuestra habilidad en el manejo de instrumental óptico y de laboratorio.</p> <p>Aplica distintas técnicas de coloración y cultivo de organismos.</p> <p>Puede explicar, eligiendo experiencias de su entorno cotidiano, las razones por las cuales el sustrato en el cual se desarrolla un hongo pasa por un proceso de transformación.</p> <p>Selecciona lugares adecuados para la recolección de distintos tipos de hongos.</p>	<p>Explica de manera comparada la anatomía y fisiología de Procariotas, Protistas, Hongos, Plantas y Animales.</p> <p>Diseña experiencias de aprendizaje relacionadas con distintas funciones para que sean comunicadas a través de esquemas, gráficos, dibujos, otros</p> <p>Elabora guías de trabajos prácticos destinadas a la adquisición de habilidades y destrezas en el manejo de instrumental óptico, material de laboratorio, técnicas de coloración y cultivo de organismos.</p> <p>Planifica y coordina trabajos que permitan efectuar consultas de artículos de divulgación científica que den lugar a debates respecto a los últimos avances en la investigación de Procariotas y Eucariotas y su aplicación en diversas áreas.</p> <p>Selecciona actividades que permitan conocer los organismos patógenos, sus ciclos de vida y modo de prevención de las enfermedades infecciosas provocadas por estos.</p> <p>Integra mediante ejemplos la conceptualización de la relación entre la estructura y fisiología de los organismos en general y su tipo de nutrición.</p> <p>Propone trabajos de investigación bibliográfica que den cuenta de los cambios de criterios en la clasificación de los hongos.</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Es capaz de ejemplificar en hongos y plantas, fenómenos de meiosis que no están asociadas directamente a formación de gametas.</p> <p>Realiza medios de cultivo simples para observar el crecimiento de hongos.</p> <p>Argumenta las razones que sustentan la hipótesis del origen de plantas a partir de las algas verdes.</p> <p>Puede predecir las exigencias ambientales para la vida de una planta, a partir de la morfología e histología de sus órganos.</p> <p>Selecciona ambientes factibles para la recolección de briofitas y pteridofitas partiendo de su conocimiento de los requerimientos ambientales.</p> <p>Realiza una colección de plantas que represente sus diferentes niveles de organización.</p> <p>Encuentra homologías y analogías entre los órganos de plantas de diferentes grupos.</p> <p>Observa a microscopio e identifica estructuras reproductoras tales como soros, esporangios, esporas.</p> <p>Señala diferencias y similitudes en cómo se reproducen las plantas con flores y sin flor.</p> <p>Infiere el modo de dispersión posible de semillas a partir de la estructura de las mismas.</p> <p>Puede relacionar la presencia de determinados tejidos con la función de los órganos de las plantas.</p> <p>Relaciona los fenómenos de transpiración, conducción y</p>	<p>Formula hipótesis y realiza investigaciones sencillas para ponerlas a prueba, controlando las variables involucradas, ante el planteo de problemáticas que refieran al modo en que puede afectar una variación ambiental, al ciclo de vida de un hongo.</p> <p>Ejemplifica con distintas etapas del ciclo de vida de un hongo la diferencia entre crecimiento y desarrollo.</p> <p>Puede intervenir y opinar sobre la dificultad de agrupar ciertos mohos dentro de Hongos.</p> <p>Explica la acción de los medicamentos antimicóticos.</p> <p>Discute y argumenta a favor y en contra de incluir o no las algas pluricelulares en plantas o en protistas.</p> <p>Reconoce en una salida de campo, o en su entorno cotidiano, al observar una planta, si se trata de una generación esporofítica o gametofítica y argumenta por qué.</p> <p>Explica las razones de los cambios corporales de las plantas, en función de las estaciones del año.</p> <p>Puede proponer criterios de agrupación de plantas, seleccionando aspectos anatómicos.</p> <p>Argumenta las razones por las cuales algunas plantas pueden ser consideradas como indicadores de contaminación ambiental.</p> <p>Explica con ejemplos concretos las ventajas adaptativas de una semilla en relación con las esporas de un hongo o helecho.</p> <p>Ejemplifica con distintas etapas del ciclo de vida de una</p>	<p>Propone trabajos prácticos para el reconocimiento macro y microscópico de distintos tipos de hongos.</p> <p>Organiza salidas de campo para recolectar hongos e identificar las características del medio.</p> <p>Utiliza modelos y para explicar los ciclos de vida de hongos y plantas.</p> <p>Organiza y sistematiza salidas de campo consecutivas para observar cambios en crecimiento y desarrollo de distintos grupos de hongos y plantas en distintos períodos del año.</p> <p>Propone debates acerca de las ventajas de la reducción gametofítica a lo largo de la evolución.</p> <p>Realiza trabajos prácticos para la observación macro y microscópica comparada de esporas y distintos tipos de gametófitos.</p> <p>Elige organismos del entorno para mostrar las distintas modificaciones de raíces, tallos, hojas y estructuras reproductoras de las plantas.</p> <p>Propone trabajos prácticos para observar el ingreso, transporte y liberación de agua en las plantas.</p> <p>Propone búsqueda bibliográfica y elaboración de informes que den cuenta de la evolución de las plantas en el contexto geológico y climático.</p> <p>Plantea problemáticas relacionadas con la influencia de variables ambientales sobre la germinación de la semilla y el crecimiento y desarrollo de las plantas.</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>absorción de agua con los fenómenos físicos que lo determinan.</p> <p>Identifica en las plantas, las características que muestran adaptaciones a los diferentes ambientes.</p> <p>Describe el sistema digestivo de los animales incluyendo conductos, cámaras, válvulas y órganos accesorios.</p> <p>Establece las diferencias entre digestión extracelular e intracelular.</p> <p>Conoce distintas estructuras y mecanismos respiratorios de los animales.</p> <p>Reconoce a la neurona como la unidad estructural y funcional del sistema nervioso e identifica la función de los cuatro tipos básicos.</p> <p>Relaciona las partes del sistema nervioso con las funciones que realiza: coordinación e integración, recepción sensorial, transmisión de la información, almacenamiento de la información (memoria), otros.</p> <p>Reconoce la diversidad de los sistemas endocrinos de los animales y de las plantas y establece las homologías entre los diversos grupos de organismos.</p> <p>Describe los sistemas cardiovasculares caracterizando los distintos tipos de vasos y líquidos que transportan: hemolinfa o sangre.</p> <p>Establece las diferencias entre los distintos tipos de reproducción, fecundación y el posterior desarrollo del embrión.</p>	<p>planta, la diferencia entre crecimiento y desarrollo.</p> <p>Clasifica a partir de material fresco, los órganos de las plantas según diferentes criterios</p> <p>Establece semejanzas y diferencias entre los órganos de diferentes grupos de organismos mediante la observación de cortes histológicos.</p> <p>Argumenta las razones por las cuáles algunos órganos de la planta están más sometidos que otros a la selección natural.</p> <p>Predice los posibles impactos de distintos tipos de intervención humana sobre la variedad de plantas en determinados ecosistemas.</p> <p>Explica la fisiología de los organismos a la luz de diferentes teorías y modelos.</p> <p>Interpreta las principales rutas metabólicas, sus relaciones anatomo-fisiológicas y los mecanismos de regulación.</p> <p>Describe los mecanismos de síntesis y degradación de sustancias en los organismos.</p> <p>Distingue desde el punto de vista de las respectivas funciones: las hormonas gastrointestinales de las enzimas gastrointestinales; el jugo gástrico de la bilis; las amilasas de las lipasas; la digestión de la absorción; otras.</p> <p>Identifica los grupos de alimentos y la función que cumplen en el organismo.</p> <p>Explica y relaciona las características funcionales de los organismos con las características morfológicas y con el</p>	<p>Genera situaciones que permitan poner a prueba modelos y/o teorías que explican funciones vitales de los organismos.</p> <p>Aplica una variedad de recursos para poner en evidencia los procesos metabólicos en plantas y animales.</p> <p>Explica y compara los mecanismos de síntesis y degradación que realizan los organismos.</p> <p>Explica la especialización anatómica y funcional del sistema digestivo de los organismos, por ejemplo, las relaciones simbiotes entre bacterias y ciliados del rumen.</p> <p>Caracteriza las estructuras anatómicas y fisiológicas especializadas para la captura de diferentes clases de alimento asociadas a las necesidades básicas de alimentación de los animales.</p> <p>Propone la lectura, análisis y discusión de los trabajos realizados por W. Beaumont en el siglo XIX relacionándolos con las actuales fístulas gástricas que se le practican a las vacas.</p> <p>Describe en forma comparada las distintas estructuras respiratorias de los animales.</p> <p>Selecciona videos y/o animaciones sobre las diferentes estructuras respiratorias y prepara un cuestionario para que los estudiantes respondan una vez finalizada la observación.</p> <p>Plantea problemáticas relacionadas con el efecto de distintas sustancias (alcohol, drogas, insecticidas, otras) sobre la función nerviosa de los individuos.</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Explica las relaciones entre los músculos y los huesos para los distintos tipos de movimientos que realizan los animales.</p>	<p>ambiente donde se desarrollan</p> <p>Reconoce las diferencias entre la clasificación estructural y la funcional del sistema nervioso. Puede diferenciar el sistema nervioso central del periférico y caracteriza las funciones de los órganos de cada uno.</p> <p>Asocia la conducción nerviosa con los fenómenos bioeléctricos.</p> <p>Describe la transmisión de la información entre las neuronas (sinapsis) destacando la importancia de los transmisores químicos.</p> <p>Caracteriza las glándulas endocrinas y da ejemplos de los mecanismos de acción de las hormonas que producen.</p> <p>Establece las diferencias anatómicas y funcionales entre el sistema circulatorio y linfático de los vertebrados.</p> <p>Describe los distintos sistemas reproductores de los animales caracterizando los órganos sexuales, conductos y glándulas.</p> <p>Comprende que la sexualidad, no implica necesariamente la existencia de gametas ni de individuos masculinos y femeninos.</p> <p>Ejemplifica los distintos sistemas locomotores que presentan los animales relacionándolos con el ambiente y la búsqueda del alimento.</p>	<p>Propone el análisis de distintas gráficas que representen, por ejemplo, la respuesta de una neurona cuando es sometida a intensidades crecientes de un estímulo.</p> <p>Plantea problemas relacionados con el comportamiento de la hemoglobina en animales que viven en diferentes ambientes, por ejemplo, los camélidos de la cordillera de los Andes.</p> <p>Propone una búsqueda bibliográfica sobre la reproducción clonal desde mediados de los años 50 hasta nuestros días para debatir sobre las principales decisiones ético-jurídicas, a nivel internacional, sobre el tema de la reproducción clonal humana.</p>

Versión preliminar

I.3: Etología

Introducción

La etología es la ciencia que estudia el comportamiento animal, incluido el comportamiento del ser humano. Sus modelos nos permiten comprender que los patrones de conducta de los animales no humanos no responden a comportamientos intencionales sino a determinadas causas fisiológicas (las “causas próximas”) y a la particular historia evolutiva de la especie analizada (las “causas últimas”). Esto permite modificar las muy difundidas visiones antropomórficas del comportamiento animal. La identificación de estas causas permite comprender que el comportamiento es un rasgo fenotípico al igual que la morfología o la fisiología y que, por lo tanto, es influido por los genes y evoluciona por selección natural. Por otro lado, los modelos de la etología constituyen un aporte fundamental, junto con la fisiología del comportamiento, para comprender la “biología del comportamiento”. Estos contenidos son necesarios para tener una comprensión profunda y crítica sobre polémicas de gran relevancia social como los debates en torno de la relación entre los factores genético-evolutivos y los factores ambientales (culturales) en la causación del comportamiento humano.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Causas próximas del comportamiento: genética, fisiología, ontogenia y mecanismos de aprendizaje.
- Causas últimas del comportamiento: Evolución. Ecología del comportamiento (el comportamiento como producto de la selección natural).
- Formas elementales de comportamiento (taxismos y otros).
- Grandes patrones de comportamientos complejos: conducta social, reproducción y apareamiento, agresión, otros.
- Aplicación de modelos etológicos al comportamiento humano.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- Que la conducta puede ser explicada en términos de sus causas próximas (aspectos fisiológicos, estímulos, otros) y/o de sus causas últimas (la historia evolutiva de dicho comportamiento, especialmente su valor adaptativo).
- Que el comportamiento es un conjunto de rasgos biológicos (al igual que los rasgos morfológicos) y que, por lo tanto, depende, además del ambiente, del genotipo de los individuos y evoluciona por selección natural.
- Que los distintos patrones de comportamiento entre individuos pueden deberse a diferencias genéticas, a diferencias ambientales o a una combinación de ambas.
- Que muchos comportamientos son estereotipados o rígidos, específicos de cada especie y poco modificables por el ambiente, mientras que otros son altamente modificables.
- Que las capacidades de aprendizaje dependen de la biología de cada especie.
- Que las pautas de comportamiento típicas de las especies suelen ser adaptativas o, lo que es lo mismo, son producto de la selección natural.
- Que las conductas han sido seleccionadas por su valor para la supervivencia del individuo y sus parientes cercanos y no de la especie.
- Cómo surgieron los principales modelos de la etología y qué fenómenos relacionados con la conducta animal buscan explicar.
- Que la etología busca comprender las conductas de los animales y tiene importantes aplicaciones prácticas tales como el adiestramiento y la producción animal.

Desarrollo de las metas

- Que el comportamiento de un individuo depende de la acción de mecanismos próximos (estímulos, hormonas, impulsos nerviosos, entre otros) y de la historia evolutiva de su especie (especialmente el proceso de selección natural).
- Que todo comportamiento es producto de la interacción entre el genotipo y el ambiente (ningún comportamiento está únicamente determinado por uno u otro factor).
- Que los genes influyen en el comportamiento del mismo modo que lo hacen en la morfología, es decir, el comportamiento es parte del fenotipo.
- En qué consisten los métodos utilizados actualmente para estudiar la influencia de los genes en el comportamiento (experimentos de selección artificial, mutagénesis dirigida, hibridación, otros).
- Comprenda que el concepto de heredabilidad (el porcentaje de la variabilidad de un rasgo, en este caso el comportamiento, debido a la variación genética.)
- Cómo el sistema nervioso y hormonal controlan la expresión del comportamiento.
- Que los comportamientos son más o menos modificables por las experiencias de aprendizaje según el caso.
- Que existen distintas formas de aprendizaje (impronta, aprendizaje asociativo, aprendizaje súbito, entre otros).
- Que existen comportamientos que no son producto del aprendizaje, por ejemplo, los “patrones de acción fija”.
- Que las capacidades de aprendizaje presentan sesgos y limitaciones asociadas a la adaptación del organismo a su ambiente y que, por lo tanto, las capacidades de aprendizaje son específicas de cada especie.
- Que las conductas son en gran medida, y al igual que el resto del fenotipo, adaptativas, estos es, son producto de la selección natural.
- Cómo aplicar el modelo de evolución por selección natural para explicar la evolución de patrones adaptativos de conducta (“ecología del comportamiento”).
- Comprenda en qué consisten los métodos para estudiar el valor adaptativo del comportamiento (experimentos de campo o de laboratorio que miden el éxito reproductivo, búsqueda de correlaciones entre pautas de conducta y factores ambientales, otros).
- Que las conductas deben entenderse principalmente como el resultado de la selección de individuos (y no de grupos).
- El debate alrededor de la explicación de las conductas “altruistas”.
- Que la evolución de conductas “altruistas” puede explicarse principalmente mediante los modelos de “selección por parentesco” y “altruismo recíproco”.
- Que el comportamiento humano es, al igual que el del resto de los animales, el resultado de la interacción entre factores genéticos y ambientales.
- Los problemas y argumentos relacionados con el debate sobre la influencia relativa de los factores genéticos y ambientales en la determinación del comportamiento humano.
- Los problema y argumentos relacionados con el debate sobre la aplicación del modelo darwiniano a la explicación de la conducta humana (“sociobiología humana” y la “psicología evolucionista”).
- Los distintos modelos que intentan dar cuenta de la interacción de los factores biológicos y la cultura en la evolución de la conducta humana.
- La naturaleza política e ideológica de los debates sobre la causación de la conducta humana.
- La aplicación de los modelos centrales de la “ecología del comportamiento” a casos concretos de comportamiento animal (conducta social, apareamiento, agresión, comunicación, otros).
- Que las conductas de las distintas especies se pueden interpretar de acuerdo con el ambiente en el cual esta especie evolucionó y al cual se adaptó.
- Que la etología busca responder tanto los “¿cómo?” del comportamiento,

es decir, las causas próximas, como los “¿por qué?”, esto es, las causas últimas.

- Las razones por las cuales los etólogos reformularon el concepto de “instinto” y abandonaron la dicotomía “innato-aprendido” centrando el análisis en la heredabilidad de las conductas en lugar de su “determinación” (sea genética o ambiental).
- El cambio de concepción que introduce el concepto de heredabilidad.
- Los cambios profundos que produjo la discusión sobre los niveles de selección y el abandono de la mirada centrada en “el bien de la especie” en favor de un análisis basado en la selección de individuos.
- Cómo la aplicación de la teoría matemática de los juegos permitió comprender mejor las causas últimas de las conductas.
- Que existen concepciones erróneas sobre el comportamiento animal (por ejemplo miradas antropomórficas sobre la conducta de animales no humanos; que suponen que toda conducta humana es aprendida; ideas que implican una dualidad cuerpo/mente, otros), que son incompatibles con las explicaciones científicas y que deben ser confrontadas y revisadas.
- Que los modelos de la etología buscan comprender las causas de la conducta animal incluyendo la conducta humana.
- Que la etología nació de los intereses de distintas tradiciones de investigación, fundamentalmente de la psicología estadounidense que buscaba comprender las conductas humanas muy modificables por el aprendizaje y de la etología europea que buscaba comprender las conductas animales altamente estereotipadas.
- Que la etología tiene aplicaciones prácticas como el adiestramiento animal y los desarrollos asociados a la producción animal.
- Que la etología permite diseñar estrategias tendientes a la conservación de especies animales en cautiverio.
- Cómo identificar las componentes político-ideológicas de los debates sobre la naturaleza del comportamiento humano.
- Los recursos mediante los cuales se comunican los resultados de las investigaciones (gráficos cartesianos y de otro tipo).

- Cómo comunicar los resultados de una investigación en distintos formatos como pósters, artículos científicos o textos divulgativos.
- La forma de identificar expresiones antropomórficas en relación con el comportamiento animal en diferentes textos (documentales, películas, libros y otros).
- Cómo construir y expresar explicaciones sobre la conducta animal con un lenguaje preciso y riguroso propio de la etología.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

- Lectura comprensiva y discusión con sus pares y formadores de la literatura específica sobre etología de diversos niveles de complejidad.
- Elaboración de hipótesis explicativas sobre las causas de las conductas a partir de la observación de documentales y/o la observación de animales en el campo o en zoológicos.
- Interacción con científicos activos en esta área de investigación, por ejemplo, visitando algún instituto de investigación o entrevistando expertos en la disciplina.
- Diseño, realización y análisis de algunos experimentos sencillos con especies de pequeño tamaño susceptibles de ser mantenidas en cautiverio.
- Análisis crítico de documentales y textos periodísticos o divulgativos sobre comportamiento para identificar y cuestionar, por ejemplo, patrones antropomórficos o deterministas (tanto biológico como ambiental) sobre la conducta.

Mapas de progreso

Etología
Descriptor de alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

Comprende el contenido de la literatura de divulgación sobre etología.

Cuando produce un texto explicativo sobre comportamiento animal considera tanto factores genéticos como ambientales y los integra de manera coherente.

Cuando analiza las causas próximas del comportamiento es capaz de identificar y comprender el rol de los sistemas nervioso y endocrino en el control del comportamiento.

Para responder preguntas sobre el “¿Por qué?” del comportamiento recurre al modelo de evolución por selección natural y lo aplica correctamente para explicar los patrones de conducta de las especies.

Cuando analiza textos propios o de otros (incluidos documentales audiovisuales, libros, otros.) identifica miradas antropomórficas o deterministas (determinismo biológico o ambiental) sobre la conducta de animales no humanos y es capaz de producir explicaciones más adecuadas a los modelos científicos.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Comprende el contenido de la literatura de nivel universitario introductorio sobre etología y propone ejemplos que muestran una aplicación de los fundamentos basados en causas próximas y últimas coherente con los modelos científicos.

Cuando analiza comportamientos particulares es capaz de elaborar hipótesis sobre las causas próximas de la conducta (sobre los procesos fisiológicos, la influencia de genes y ambiente, los estímulos desencadenantes, otros) y de diseñar modos para poner a prueba estas hipótesis.

Cuando analiza las “causas últimas” de los comportamientos es capaz de elaborar hipótesis adaptacionistas sobre las conductas y de diseñar modos para poner a prueba estas hipótesis.

Cuando analiza textos sobre comportamiento animal (incluidos documentales audiovisuales, libros, otros) identifica las componentes político-ideológicas de los debates sobre la naturaleza del comportamiento humano.

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Diseña actividades para que sus alumnos se cuestionen sus concepciones de sentido común sobre las causas del comportamiento animal (concepciones antropomórficas, otros).

Diseña actividades para que sus alumnos construyan modelos explicativos que incluyan un análisis complementario de causas últimas y próximas.

Diseña actividades para que sus alumnos desarrollen la capacidad de analizar críticamente los discursos deterministas (determinismo biológico y determinismo ambiental) sobre la conducta humana.

Actualiza sus conocimientos sobre etología a partir de literatura de divulgación o universitaria introductoria.

Selecciona literatura adecuada de distintos niveles de complejidad (divulgación, técnica, otros) para analizar con los estudiantes problemáticas relacionadas con el comportamiento animal.

I.4: Genética

Introducción

La Genética se ha convertido en una herramienta de uso fundamental para diversas áreas de la biología utilizándose para la caracterización de las especies, los estudios sobre la evolución, el mejoramiento vegetal y animal, detección de determinadas enfermedades, la evaluación biológica de sustancias bioactivas y la evaluación del potencial efecto genotóxico de diferentes agentes de origen endógeno o exógeno. Se constituye así, en uno de los pilares fundamentales para el manejo y conservación de los ecosistemas y de las especies, en el estudio de enfermedades genéticas humanas y animales, y juega un papel significativo en la consolidación de las teorías de la evolución y la especiación.

Los contenidos que conformarían la disciplina aportan al conocimiento, comprensión, explicación y aplicación de las leyes que siguen los diferentes caracteres hereditarios en su transmisión y expresión.

Para alcanzar la comprensión globalizadora sobre esta disciplina se debe analizar cómo se componen, organizan y funcionan los ácidos nucleicos, poseedores de la información genética, y a partir de allí, comprender que ellos condicionan la adaptación y diversidad de los seres vivos. Es importante comprender que los ácidos nucleicos son moléculas sumamente plásticas, y que por lo tanto se deben adquirir criterios que permitan analizar las ventajas y las desventajas de su “manipulación” por el hombre.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- La estructura química del material hereditario
- Herencia Mendeliana
- Herencia No Mendeliana
- Herencia ligada al sexo y otros tipos de herencias
- Citogenética
- Genética Molecular

- Genética de poblaciones
- Biotecnología

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- La genética como un conjunto de modelos, unificador de la biología.
- Que la información sobre los caracteres hereditarios está contenida en la molécula de ADN y que su transmisión puede ser explicada a través de leyes.
- Cuáles son los principios básicos que rigen el mecanismo de transmisión y expresión de los diferentes caracteres.
- Los genes como la base de la diversidad biológica y de la evolución.
- El papel de los cromosomas en la herencia, adaptación y evolución.
- Que el código genético es universal.
- Que existen caracteres que se heredan de acuerdo con las leyes de Mendel, y otros que siguen patrones de herencia más complejos.
- Que las interacciones entre los alelos distintas de la dominancia completa, las interacciones entre los genes y las interacciones con el medio ambiente explican los patrones de heredabilidad que no se regulan de acuerdo a lo que prescribe la herencia mendeliana.
- Cómo el material hereditario de cada especie aporta importante información a los programas de mejoramiento genético.
- Que la biotecnología es el empleo de células o procesos metabólicos celulares con el fin de producir materiales y sustancias con distintos fines.
- Que la manipulación genética puede alterar al ambiente por lo que requiere un debate en la sociedad a cerca de sus implicancias éticas, políticas y sociales

- La variedad de aplicaciones de la ingeniería genética (en medicina, agricultura, ganadería, alimentación, ambiente) y los impactos que estas aplicaciones pueden generar en el desarrollo económico de las regiones.

Desarrollo de las metas

- La transmisión de los caracteres hereditarios como una de las claves centrales de la vida sobre la tierra.
- Que todos los organismos heredan de sus progenitores la organización estructural y funcional y que sus células, con la misma información genética, son diferentes entre sí en morfología y función.
- El mecanismo de duplicación del ADN permite explicar la transmisión de la información hereditaria de una célula madre a una célula hija.
- Que el comportamiento de los cromosomas en los diversos tipos de divisiones celulares se relaciona con la constancia y la variabilidad de los caracteres.
- Que los genes son unidades de información con ubicaciones específicas en los cromosomas, capaces de ser transcritos y que influyen en la expresión de los caracteres hereditarios.
- Que los genes de la mitocondrias se heredan por vía materna (linaje materno).
- Que la herencia del cromosoma Y presenta una diferencia importante respecto al resto de cromosomas, es exclusivamente por vía paterna.
- La importancia de los factores ambientales en la expresión de los caracteres hereditarios.
- Cuáles son las distintas regiones génicas de los eucariotas y las diferencias con el genoma de los procariotas.
- Cómo Mendel a través de la experimentación encontró evidencias indirectas del comportamiento de los genes en la transmisión de los caracteres hereditarios.
- Que los mecanismos de regulación permiten que la cantidad de información genética contenida en un genoma se exprese en el momento y en el lugar adecuado.
- Que la herencia de algunos caracteres depende del sexo del progenitor que lleve el gen y del sexo de la descendencia.
- Que interprete la relación “morfología cromosómica/cariotipo/especie”.
- Las condiciones que caracterizan a las poblaciones en equilibrio y los procesos responsables de su modificación.
- Las teorías sobre la evolución de las especies desde la óptica de la genética de poblaciones.
- Que las mutaciones constituyen el origen de la variación genética en las poblaciones.
- Las tendencias de las investigaciones en genética molecular y las aplicaciones en salud, prevención y tratamiento de enfermedades, y otras aplicaciones biotecnológicas.
- Los fundamentos teóricos de las técnicas utilizadas en ingeniería genética y sus aspectos prácticos.
- Que la biotecnología puede combinar genes de especies tan distantes que en condiciones normales no se cruzarían debido a la universalidad del código genético.
- Las principales características y aplicaciones de la tecnología de DNA recombinante y de los microorganismos en los procesos de interés biotecnológico.
- La importancia del conocimiento de la legislación que regula el tratamiento de productos biotecnológicos, tanto en su patentabilidad como en materia de bioseguridad y bioderechos.
- Los principios y regulaciones éticas que marcan la Ingeniería Genética a través de la Bioética.
- Los resultados obtenidos por los diferentes procedimientos y técnicas que son claves para el estudio de la genética molecular.
- La importancia del uso de modelos para explicar la transmisión y expresión de características hereditarias.
- Que el análisis genético de árboles genealógicos permiten revelar patrones hereditarios mendelianos para ciertos caracteres y trastornos genéticos.

cos.

- Que el uso de la informática ha permitido la cuantificación y la transformación de los datos obtenidos a través de técnicas biotecnológicas en modelos computarizados.
- El valor de los avances de la genética y sus campos de aplicación.
- El código genético constituye una prueba de que todos los seres vivos tienen un tronco evolutivo común.
- Que existe una relación indirecta entre la secuencia de nucleótidos de su ADN, las proteínas que puede sintetizar y las características estructurales y funcionales que posee todo ser vivo.
- La importancia práctica de los estudios de cromosomas, de la secuenciación de los genomas y sus implicancias éticas y sociales.
- La utilización de herramientas que provienen de la Matemática para explicar los resultados de la aplicación de los cuadros de Punnett, permite solventar las concepciones de los estudiantes que perciben las proporciones genéticas como deterministas en lugar de probabilísticas.
- El uso de las probabilidades y proporciones, de cruzamientos programados como lenguaje simbólico común de la genética.
- La elaboración de informes sobre las experiencias que se realizan.
- La utilización del lenguaje técnico científico en la expresión oral y escrita.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- Plantear y resolver problemas como aplicación de los principales conceptos de genética utilizando múltiples estrategias como la confrontación, la creatividad, la adopción de decisiones.
- Diseñar experimentos sencillos, analizarlos y compararlos con experiencias de investigaciones en el campo de la genética.
- Representar a través de maquetas la estructura del ADN y del cromosoma eucariota y algunos procesos relevantes en este campo.

soma eucariota y algunos procesos relevantes en este campo.

- Utilizar técnicas de uso general en Genética (microscopía, preparaciones cromosómicas, extracciones de ADN, otros).
- Observar e interpretar preparaciones cromosómicas.
- Observar diferentes tipos de mutaciones cromosómicas numéricas y estructurales en preparados microscópicos.
- Leer, interpretar y discutir textos de divulgación científica relacionados con la genética y la molecular.
- Elaborar, observar y examinar preparados citogenéticos.
- Diseñar y utilizar modelos para explicar fenómenos genéticos.
- Explicar principios que requieren la aplicación de conceptos básicos de genética.
- Valorar la utilización de un vocabulario preciso para el aprendizaje de los conocimientos científicos.
- Realizar cultivos de tejidos vegetales, regeneración de plantas como actividades habituales en la Biotecnología y en la genética de selección de variedades.
- Realizar experiencias con organismos modelo como actividades habituales en la genética y para determinar el tipo de herencia de un carácter particular.
- Elaborar e interpretar árboles genealógicos.
- Realizar cruzamientos programados en *Drosophila melanogaster* para determinar el tipo de herencia de carácter particular.
- Analizar y discutir artículos científicos sobre temas actuales de genética molecular.
- Interpretar con el uso de programas de simulaciones el movimiento de los genes en las poblaciones.
- Participar en debates de aspectos bioéticos relacionados con la ingeniería genética.
- Indagar acerca de las legislaciones de diversos países respecto de la incor-

- poración de organismos transgénicos en el mercado.
- Debatar acerca de las tecnologías tradicionales de mejoramiento de cultivos y animales para el consumo humano.
- Analizar los aspectos filosóficos, sociales y éticos de los distintos tipos de clonaciones, y su marco regulatorio.

- Indagar acerca de la historia de las técnicas para establecer filiación: grupos sanguíneos; sistema inmunitario; ADN nuclear y mitocondrial; marcadores genéticos en la saliva y el pelo; forma dentaria y otros.

Mapas de progreso

Genética		
Descriptor de la comprensión		
Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Distingue las características de las moléculas orgánicas, en especial ácidos nucleicos y proteínas.</p> <p>Reconoce a los ácidos nucleicos como el material hereditario.</p> <p>Identifica los conceptos de duplicación, transcripción, traducción, regulación y mutaciones.</p> <p>Conoce el rol de la información genética en los sistemas vivos.</p> <p>Comprende los procesos de mitosis y meiosis y la relación de ambos con la variabilidad genética individual.</p> <p>Describe la estructura de los cromosomas.</p> <p>Identifica los conceptos básicos de la genética mendeliana.</p> <p>Resuelve e interpreta problemas de aplicación de genética mendeliana, no mendeliana y de herencia ligada al sexo.</p>	<p>Describe los principales procesos de la biología molecular: duplicación del ADN, síntesis de proteínas, mecanismos de regulación.</p> <p>Interpreta la vinculación ácidos nucleicos-proteínas.</p> <p>Comprende que la misma información genética se expresa en forma distinta en diferentes células.</p> <p>Explica la naturaleza del código genético, relacionando las mutaciones con alteraciones en la información y estudiando su repercusión en la variabilidad de los organismos</p> <p>Interpreta los mecanismos de transmisión de los caracteres hereditarios según la hipótesis mendeliana, y la posterior teoría cromosómica de la herencia, aplicándolos a la resolución de problemas relacionados con ésta.</p> <p>Interpreta los mecanismos de transmisión de la herencia no mendeliana y de la herencia ligada al sexo.</p>	<p>Explica las características de las moléculas orgánicas como los ácidos nucleicos y las proteínas, la vinculación entre éstas y su importancia en la transmisión de la información en los sistemas vivos.</p> <p>Utiliza diversos recursos y evalúa estrategias de enseñanza relacionadas con las moléculas orgánicas y los procesos básicos de la biología molecular.</p> <p>Explica los principales procesos de la biología molecular: duplicación del ADN, síntesis de proteínas, mecanismos de regulación.</p> <p>Busca y selecciona videos educativos sobre preparaciones cromosómicas y experiencias de laboratorio significativas.</p> <p>Selecciona y/o diseña problemas de aplicación de genética mendeliana y no mendeliana y de herencia ligada al sexo.</p> <p>Planifica y orienta experiencias con seres vivos sencillos</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Resuelve problemas de aplicación de la ley de Hardy-Weinberg.</p> <p>Participa en debates de aspectos bioéticos relacionados con la ingeniería genética.</p> <p>Indaga acerca de las legislaciones de diversos países respecto a la incorporación de organismos transgénicos en el mercado.</p> <p>Analiza los aspectos filosóficos, sociales y éticos de los distintos tipos de clonaciones, y su marco regulatorio.</p> <p>Analiza algunas aplicaciones y limitaciones de la manipulación genética en vegetales, y animales -incluido el hombre- y sus implicaciones éticas, valorando el interés de la investigación del genoma en la prevención de enfermedades y entendiendo que el trabajo científico debe estar al servicio de la sociedad y dar cuenta de una vigilancia ética.</p> <p>Reconoce los diversos aportes que diferentes científicos fueron realizando a través de la historia en relación a la genética identificando los problemas, hipótesis, procedimientos experimentales y conclusiones con los que trabajaron.</p> <p>Realiza manipulación de <i>Drosophila sp.</i> para interpretar las leyes de Mendel.</p> <p>Organiza la información proveniente de diferentes fuentes y selecciona datos apropiados.</p>	<p>Interpreta los principales conceptos relacionados con la genética poblacional.</p> <p>Integra ideas previas sobre los procesos bioquímicos realizados por los organismos y su aplicación biotecnológica</p> <p>Indaga acerca de la historia de las técnicas para establecer filiación: grupos sanguíneos; sistema inmunitario; ADN nuclear y mitocondrial; marcadores genéticos en la saliva y el pelo; forma dentaria y otros.</p> <p>Resuelve casos sobre temas de interés de los procesos biotecnológicos o procesos de obtención de algunos productos concretos.</p> <p>Reconoce las implicancias ecológicas de las prácticas biotecnológicas.</p> <p>Desarrolla un trabajo de investigación bibliográfica, redacta y expone con claridad en público.</p> <p>Comprende que el conocimiento científico es provisorio y que está sujeto a cambios a partir de la obtención de nueva evidencia.</p> <p>Comprende el impacto del paradigma genético en la comprensión de los fenómenos biológicos.</p> <p>Interpreta textos explicativos sobre el tema.</p> <p>Lee e interpreta textos originales de diferentes personalidades que realizaron importantes aportes en este campo.</p> <p>Interpreta de qué modo se vincula la producción científica con el desarrollo científico-tecnológico del país.</p>	<p>para comprender las leyes de la herencia.</p> <p>Planifica y coordina debates de aspectos bioéticos relacionados con la ingeniería genética.</p> <p>Selecciona casos sobre procesos biotecnológicos o procesos de obtención de algunos productos concretos.</p> <p>Interpreta artículos de investigación actuales relacionados con los contenidos del núcleo.</p> <p>Selecciona actividades para analizar de qué modo se vincula la producción científica con el desarrollo científico-tecnológico del país.</p> <p>Propone la lectura de artículos de divulgación significativos para comprender los debates actuales en torno al desarrollo de la genética.</p> <p>Reconoce las principales instituciones científicas argentinas que trabajan en la producción de conocimiento en este campo.</p> <p>Revisa y discute literatura actualizada publicada en este campo de la ciencia.</p> <p>Evalúa el desarrollo de la ciencia y su repercusión en los profundos cambios que ha experimentado la sociedad, reconociendo que el trabajo científico está ligado al contexto histórico y que supone un proceso dinámico.</p> <p>Evalúa diferentes experiencias de laboratorio relacionadas con la genética.</p> <p>Planifica actividades de diversos tipos -experimentales, problemas, lecturas- para facilitar la superación de los ob-</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
	<p>Evalúa las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales del desarrollo de la biología molecular.</p> <p>Realiza experiencias de laboratorio relacionadas con la genética molecular como la extracción de ADN.</p> <p>Representa conceptos a través de modelos, maquetas y diagramas.</p> <p>Explora material de divulgación científica referido a la temática.</p> <p>Reconoce las limitaciones y utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad.</p> <p>Redacta textos explicativos sobre el tema.</p>	<p>stáculos que presentan los estudiantes para el aprendizaje de la Herencia y la Genética.</p> <p>Selecciona textos explicativos sobre el tema, adecuados a cada grupo áulico.</p> <p>Diseña recursos variados y pertinentes.</p> <p>Formula instrumentos de evaluación integrales.</p> <p>Evalúa la potencialidad educativa de simulaciones sobre procesos genéticos como duplicación del ADN, síntesis de proteínas, regulación genética, leyes de Mendel.</p> <p>Propone actividades lúdicas relacionadas con la apropiación de contenidos sobre genética para implementar en diferentes momentos de una clase.</p> <p>Diseña actividades contextualizadas que permitan la resolución de problemas, prácticas de laboratorio, interpretación de gráficos, microfotografías, esquemas o dibujos, investigación bibliográfica, utilización de medios tecnológicos para la toma y tratamiento de datos, proyección de audiovisuales, manejo de animaciones y simulaciones por PC o visitas a instalaciones científicas o industriales.</p>

Versión preliminar

Núcleo 2: Clasificación de la diversidad biológica

Introducción

La sistemática y la taxonomía son las disciplinas que se encargan de desarrollar los métodos y sistemas que nos permiten clasificar la diversidad biológica. La clasificación nos permite ordenar la diversidad y facilita la recuperación de la información. Al definir grandes grupos de especies y caracterizarlos esta disciplina permite tener un panorama de la diversidad biológica que, de otro modo, sería inabarcable por su extensión y complejidad. Por otro lado, los actuales sistemas de clasificación basados en el parentesco evolutivo nos permiten relacionar la diversidad biológica con el proceso de evolución y “ubicar” a cada especie en su lugar en el “árbol de la vida”. Esto último es de particular importancia en el caso del ser humano. Así, podemos entender que el ser humano está ligado por una relación de parentesco al resto de los seres vivos y que no se trata de una “creación especial”.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Concepto de diversidad sistemática o taxonómica.
- Origen evolutivo de la diversidad.
- Sistemas de clasificación: criterios y escuelas taxonómicas antiguas y actuales.
- Filogenias.
- Concepto de especie.
- Fuentes de información para la taxonomía.
- Características que permiten identificar los diferentes grupos de organismos.
- Virus: ubicación taxonómica y problemas para su ubicación dentro de los seres vivos.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- Qué criterios se toman en cuenta en la construcción de los sistemas de clasificación, cómo se usan y para qué.
- Que los criterios en que se basan los expertos para establecer categorías son modificados continuamente, lo que de manifiesto el carácter provisorio de los sistemas de clasificación.
- La importancia de valorar los sistemas de clasificación como herramientas que facilitan la comunicación entre expertos.
- Por qué es importante el conocimiento de la biodiversidad y su preservación.

Desarrollo de las metas

- Que existen distintas formas de dar cuenta del concepto de diversidad (genética en una población, de especies en una comunidad, ecosistémica, de organismos) y que la información acerca de esta diversidad es agrupada por los biólogos en sistemas de clasificación
- Que los sistemas de clasificación de la diversidad biológica sirven para facilitar su organización, comprensión y comunicación y por lo tanto sirven de guía para la exploración de la diversidad biológica con fines prácticos (identificación de organismos para la obtención de productos biotecnológicos, selección de organismos, identificación de indicadores ambientales, otros).
- Que la diversidad biológica es la resultante de la evolución biológica, que condujo a que de ancestros comunes se originara una gran variedad de seres vivos, todos parientes entre sí.

Versión preliminar

- Que existen dos criterios principales (similitud y parentesco) y tres grandes escuelas de clasificación definidas por los criterios priorizados: sistema tradicional (criterios de parecido y parentesco), fenética (parecido) y cladismo (parentesco).
- Las distintas evidencias que se usan para determinar el grado de parentesco entre grupos de organismos.
- Que existen distintos puntos de vista acerca del concepto de especie.
- Que una forma de representar la diversidad es mediante cladogramas.
- En qué se basa la construcción de cladogramas.
- Cuáles son los criterios y características que se toman en cuenta para la definición de Dominios y Reinos.
- Cuáles son los datos o evidencias que aportan las distintas fuentes de información a la determinación de un grupo u organismo en un taxón.
- Qué son las relaciones monofiléticas, parafiléticas y polifiléticas.
- Los alcances y limitaciones de los distintos sistemas de clasificación.
- Las similitudes y diferencias (anatomía, fisiología, ciclos de vida) entre los distintos grupos de organismos.
- Cuáles pueden ser los criterios por los cuales los virus pueden ser considerados seres vivos o no.
- Los posibles debates acerca de que estructuras como virus o priones pueden ser incluidos o no en este sistema de clasificación.
- La diferencia entre clasificar e identificar organismos.
- Que no hay consenso respecto de las diferencias o similitudes en las formas de definir taxonomía y sistemática y en qué se basan los biólogos para asumirlas como sinónimos o no.
- Los alcances y limitaciones del concepto biológico de especie (plantas de reproducción asexual, bacterias, híbridos fértiles).
- Que los sistemas de clasificación de los seres vivos se han ido modificando a lo largo de la historia debido a los cambios en los criterios de elaboración (de allí su carácter provisorio).
- Cómo se puede poner a prueba el carácter predictivo de un sistema de clasificación.
- Cómo organizar información acerca de los distintos grupos de organismos en distintos sistemas de clasificación.
- Cuáles son los cambios que se produjeron en los sistemas de clasificación a partir del conocimiento de las relaciones filogenéticas.
- Cómo justificar cuáles son los criterios que se consideran para ubicar un taxón en una categoría taxonómica.
- Las diferencias sustanciales en las formas de pensar la clasificación de los seres vivos que introdujo el cladismo.
- El valor de los sistemas de clasificación como formas de comunicar información.
- El valor predictivo y el carácter provisorio de los sistemas de clasificación
- Las consecuencias negativas sobre el pensamiento racional que involucra asumir un sistema de clasificación de manera dogmática.
- La importancia de tomar conciencia acerca de que el debate sobre el concepto de especie muestra que la comunidad de científicos puede sostener distintos paradigmas en un mismo momento.
- Cómo reconocer y valorar los mecanismos de validación de los distintos sistemas de clasificación.
- Cómo nuevos conocimientos llevan a cambiar los criterios de clasificación de los seres vivos.
- Las diferentes formas de representación de la clasificación de los seres vivos.
- Cómo construir cladogramas para comunicar las categorías de clasificación de los grupos.
- La forma de argumentar acerca de cuáles son las evidencias de las que dan cuenta los sistemas de clasificación.

- Cómo interpretar información de gráficos que representen los distintos sistemas de clasificación
- La forma de explicar verbalmente los gráficos.
- Cómo usar apropiadamente la nomenclatura biológica.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- Hacer observaciones de ejemplares de organismos que ejemplifiquen los distintos grupos taxonómicos a través de visitas a museos, trabajos de campo, documentales, con el fin de interpretar y aplicar las claves taxonómicas.

- Lectura y análisis de información bibliográfica para conocer los sistemas de clasificación y los criterios que se toman en cuenta en su construcción
- Seleccionar grupos de organismos y analizar de acuerdo con la bibliografía cómo son clasificados por los distintos sistemas
- Evaluar las fortalezas y debilidades de los distintos sistemas de clasificación
- Reconocer las características que definen los grandes grupos de organismos mediante la observación de muestras biológicas en el laboratorio con instrumental apropiado como lupas o microscopios, en el ambiente y otras experiencias en los que se tome contacto con ejemplares biológicos
- Acceder de manera comprensiva a la bibliografía que dé cuenta de los contenidos referidos a la filogenia de los organismos y los debates que este tema suscita entre los expertos

Mapas de progreso

Clasificación de la diversidad biológica Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Cuando necesita saber a qué especie pertenece un ejemplar de una muestra recurre a las claves de identificación y las utiliza con pericia.</p> <p>Interpreta las herramientas de clasificación.</p> <p>Cuando utiliza un sistema de clasificación reconoce la escuela sistemática (tradicional, cladismo, feneticismo) a la cual pertenece dicho sistema.</p> <p>Reconoce, caracteriza e identifica ejemplares en una salida de campo, en una observación de video, en una visita a museo, zoológico, jardín botánico, en una muestra de</p>	<p>Construye distintas herramientas que permiten clasificar los seres vivos y explica cómo se construyen.</p> <p>Construye esquemas/ formas de representación gráfica que den cuenta de la clasificación (árboles filogenéticos, cladogramas).</p> <p>Compara las clasificaciones de los seres vivos en dominios y reinos. Analiza las relaciones entre Reinos y Dominios.</p> <p>Interpreta los argumentos que se esgrimen en el debate acerca del concepto de especie.</p>	<p>Planifica salidas de campo u observación de colecciones para que los estudiantes usen distintos instrumentos de clasificación.</p> <p>Diseña actividades de aula con objetos diversos (no biológicos) para que los estudiantes trabajen el concepto de clasificación y pongan a prueba distintos criterios de clasificación.</p> <p>Elige organismos que los estudiantes puedan clasificar mediante el uso de claves dicotómicas.</p> <p>Elige bibliografía para trabajar con los alumnos que mues-</p>

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

laboratorio.

Relaciona las características de distintos seres vivos con el ambiente en que se encuentran.

Analiza las características relevantes que permiten la determinación de la pertenencia de un organismo a un grupo taxonómico mediante el uso de lupas, microscopios y los instrumentos que se requieran para tal fin.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Revisa el propio concepto de especie, lo pone en duda y busca información para la toma de decisiones.

Relaciona las evidencias en que se basan los sistemas de clasificación (por ejemplo parecido, parentesco, cercanía molecular) y la clasificación resultante.

Compara (similitudes y diferencias) las categorías resultantes de los distintos sistemas de clasificación.

Diseña diferentes guía/s de observación y reconocimiento de seres vivos.

Da ejemplos de los distintos niveles de diversidad biológica y de la interacción entre ellos.

Establece criterios de clasificación en una muestra determinada de objetos / seres vivos y confecciona claves dicotómicas para identificarlos.

Interpreta la información científica acerca de por qué un grupo es cambiado de taxón (por ejemplo por qué los pandas pueden ser o no considerados osos).

Expresa opiniones fundamentadas en relación al cuidado y preservación de la diversidad biológica.

Argumenta acerca de la importancia de la diversidad biológica en relación con las acciones de conservación.

Fundamenta los impactos de la actividad humana sobre la diversidad.

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

tre diferentes formas de clasificar los seres vivos y diseña actividades para que los estudiantes puedan comparar los distintos sistemas de clasificación estableciendo relaciones entre las categorías que se formulan en cada caso.

Organiza información acerca de los distintos grupos de organismos en distintos sistemas de clasificación.

Propone actividades que permita a los estudiantes identificar los criterios que se usaron para la construcción de una dada clasificación.

Elige ejemplos para mostrar los usos prácticos de los sistemas de clasificación para la identificación de un grupo de organismos.

Da ejemplos de la clasificación de un grupo mediante el cladismo.

Propone actividades que permitan a los estudiantes comparar el sistema de clasificación jerárquico de reinos con el cladista.

Propone actividades que permitan a los estudiantes comprender los alcances y limitaciones de un sistema de clasificación en reinos.

Imagina situaciones y propone ejemplos para que los estudiantes comprendan cómo los sistemas de clasificación facilitan la comunicación científica.

Elige bibliografía apropiada para que los estudiantes puedan recrear la historia de la construcción de los sistemas de clasificación en biología.

Versión preliminar

Núcleo 3: Organización y diversidad de los sistemas ecológicos

Introducción

La comprensión integral de los principios de la ecología requiere una nueva forma de ver el mundo y de pensar en términos de relaciones, conexiones y contexto. Este enfoque “sistémico” implica una nueva mirada en las propuestas de enseñanzas de este núcleo temático, utilizando los modelos ecológicos que permiten comprender las interrelaciones de los seres vivos con el ambiente.

Desde 1970, la ecología ha emergido de sus raíces dentro de las ciencias biológicas, para convertirse en una disciplina aparte, una que integra a los organismos, el entorno físico y a los humanos. La ecología como estudio de la tierra como hogar, concepto del cual deriva su nombre *oikos*, palabra griega que significa casa- ha madurado lo suficiente como para ser considerada la ciencia fundamental e integral del entorno como un todo, contribuyendo de manera sustancial a sostener el puente tan necesario entre ciencia y sociedad. Por lo tanto es importante que los futuros profesores no solamente comprendan la ecología sino que también la experimenten en la naturaleza, “en ecosistemas cotidianos”.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Ecología como ciencia: objetos y problemas de estudio, modelos, metodologías de investigación.
- Niveles ecológicos y sus propiedades emergentes.
- Estructura, dinámica y regulación de las poblaciones y de las comunidades.
- Relaciones intra e ínter específicas.
- Flujo de energía, cadenas y redes tróficas.
- Ciclos biogeoquímicos.
- Riqueza, diversidad y conservación.

- Formas de intervención humana en los ecosistemas.
- Recursos de la naturaleza: distintas formas de clasificarlos.
- Rol social de la investigación en ecología.
- Aplicaciones de los estudios ecológicos al análisis del impacto ambiental y la prevención de alteraciones en los recursos naturales.
- Manejo y conservación de recursos.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- Los modelos centrales de la ecología.
- Las interacciones entre los componentes biológicos y el ambiente físico.
- La estructura y propiedades emergentes de cada uno de los niveles ecológicos.
- Las técnicas de muestreo que se utilizan frecuentemente en ecología y sus posibles aplicaciones en los trabajos de campo.
- El uso apropiado de técnicas de análisis de datos, presentación y transferencia de los mismos.
- El valor de los estudios ecosistémicos por su utilidad para la recuperación de ecosistemas degradados y para el manejo de ecosistemas por la actividad antrópica

Desarrollo de las metas

- Como los sistemas ecológicos pueden ser analizados desde distintas escalas.
- Las interacciones entre los componentes biológicos y el ambiente físico.
- Las interacciones inter e intraespecíficas.
- Que la conquista a los diferentes ambientes por parte de los organismos está en relación directa con los mecanismos adaptativos adquiridos evolutivamente.
- La influencia recíproca entre el ser humano y el ambiente.
- La ecología como una disciplina integradora de conocimientos.
- Las características estructurales y funcionales de los distintos niveles ecológicos.
- Que existen relaciones entre los organismos entre si y el ambiente que determinan su abundancia y distribución.
- Las adaptaciones de los seres vivos al ambiente en relación con los factores biológicos y físico-químicos.
- Que la diversidad se determina a partir de consideraciones de riqueza específica y equitatividad.
- Los criterios que se toman en cuenta para elegir áreas de conservación.
- Las estructuras y dinámica de los ecosistemas, los elementos que los conforman y los principios que los regulan.
- Los modelos centrales de la ecología: formas de interacción, ciclos y flujos, crecimiento poblacional.
- Las relaciones entre la sociedad y el ambiente. Conceptos de contaminación y recurso desde una perspectiva social.
- Los usos y categorías de las áreas protegidas y su legislación.
- Cómo se aplican los modelos ecológicos al estudio de las áreas protegidas.
- Que las poblaciones como las comunidades son estructuras dinámicas en el tiempo y en el espacio, y que sus propiedades inherentes son factibles de ser medidas y/o cuantificadas.
- Los conceptos de sucesión y clímax y los debates sobre ellos.
- Que existen respuestas multifuncionales de los organismos a los distintos factores ambientales dentro de los rangos de tolerancia.
- El carácter bidireccional de las relaciones organismos-medio.
- La relación entre la evolución de las sociedades humanas con el ambiente.
- Cómo se pueden realizar inferencias ecológicas a partir de la modelización.
- Las ventajas y desventajas de los experimentos de campo y laboratorio de acuerdo con la situación en estudio, como metodologías para el análisis de los ecosistemas.
- La forma de acceder a escalas regionales de planificación mediante la interpretación y el análisis de fotografías aéreas, imágenes satelitales y sistemas de información geográfica.
- Cómo se puede analizar una problemática regional a partir de los modelos ecológicos globales.
- Calcular la media aritmética y la varianza de la muestra para poder utilizar la relación varianza/media y así poder calcular la disposición espacial de los organismos.
- Utilizar índices para calcular la diversidad específica en una comunidad.
- El valor de los estudios ecosistémicos para la recuperación de los ecosistemas degradados y para el manejo de los mismos.
- Las consecuencias negativas del deterioro ambiental.
- La importancia de valorar los recursos naturales, su preservación y su uso sostenible.
- La aplicación de principios ecológicos a la producción.
- La aplicación de teorías ecológicas a situaciones problemas.
- Cómo construir gráficos estadísticos para demostrar las propiedades emergentes de los niveles ecológicos.

- Utilizar animaciones multimedia para la interpretación e información de los procesos ecológicos.
- La metodología para elaborar informes y gráficas sobre las diferentes temáticas planteadas en ecología.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- Realizar trabajos de campo: reconocimiento del entorno natural, aplicando principios generales de ecología, y técnicas de muestreos y análisis.
- Realizar trabajos experimentales en laboratorio para medir parámetros poblacionales, incidencia de variables ambientales sobre crecimiento y supervivencia.
- Lectura y análisis de distintas fuentes de información y de diferente nivel de complejidad Interpretación y elaboración de conclusiones, de datos estadísticos de crecimiento poblacional de distintas especies, naturales o cultivadas, en relación con el cambio climático, la presencia de contaminantes, la construcción de grandes obras.

- Elaborar e interpretar de gráficos de crecimiento poblacional de la fauna y flora regional.
- Elaborar guías para el trabajo de campo que contemple la observación, la toma y el registro de datos, la interpretación y la comunicación.
- Realizar demostraciones de procesos ecológicos a través de programas de simulación, analizarlas y discutirlos.
- Aplicar el uso de software a datos obtenidos en los trabajos prácticos realizados a campo.
- Realizar visitas a áreas protegidas.
- Elaborar e interpretar gráficos de crecimiento poblacional y tablas de vida.
- Leer y analizar noticias de divulgación general sobre manejo racional de los ecosistemas (agroecosistemas) variables que inciden, prevención de los riesgos y evaluación del impacto ambiental.
- Reconocer en ecosistemas circundantes las relaciones existentes entre sus componentes.
- Participar en salidas de campo para realizar el reconocimiento de poblaciones, la caracterización de comunidades, el ensayo de técnicas de muestreo.

Mapas de progreso

Organización y diversidad de los sistemas ecológicos Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

Caracteriza los niveles ecológicos en el ambiente natural, a través de la flora y fauna.

Relaciona los conocimientos previos de la Física, Química, Matemática y Biología para la comprensión de los procesos ecológicos.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Reconoce las interrelaciones existentes entre los niveles ecológicos de menor a mayor complejidad tendiente a mantener el equilibrio biológico.

Puede caracterizar el rol que cumplen los seres vivos en los diferentes ambientes que habitan.

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Elabora guías de observación y de TP para demostrar las interrelaciones entre los organismos y su ambiente.

Coordina diseños experimentales y/o sencillas investigaciones básicas que permitan comprobar la integración funcional de los seres vivos en el ambiente.

Nivel 1. Al promediar la formación inicial	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Caracteriza el ambiente de acuerdo a la flora y fauna presente.</p> <p>Reconoce problemas ambientales como consecuencia de la intervención humana sobre el ambiente</p> <p>Pondera la importancia creciente de la actividad antrópica, como consecuencia del aumento poblacional.</p>	<p>Relaciona las características morfológicas y funcionales de los organismos con el ambiente.</p> <p>Propone soluciones a problemas ambientales aplicando una visión global y con abordaje multidisciplinario.</p> <p>Reconocer unidades regionales (parques, humedales, reservas) reglamentación y leyes.</p> <p>Es capaz de distinguir cómo las modificaciones sobre uno de los componentes causarán necesariamente alteraciones en el otro.</p>	<p>Selecciona actividades de aprendizaje que permitan conocer los diferentes mecanismos de adaptación evolutiva de los seres vivos en relación a la colonización de los diferentes ambientes.</p> <p>Diseña actividades vinculadas a los problemas locales para generar en sus alumnos actitudes críticas frente a los mismos.</p> <p>Selecciona bibliografía específica que brinde a los alumnos información sobre legislación ambiental provincial y nacional, para la conservación de los recursos.</p> <p>Diseña actividades para que los alumnos puedan aplicar en el campo, técnicas de recolección y muestreos en ambiente natural.</p> <p>Organiza visitas guiadas a reservas locales para generar en los alumnos la necesidad de preservar organismos y ambientes.</p>

Versión preliminar

Núcleo 4: Historia de la vida en la tierra y procesos evolutivos

Introducción

La teoría sintética de la evolución constituye un núcleo de contenidos que unifica todas las disciplinas biológicas en un único marco conceptual. Esto se debe a que todo sistema biológico es el resultado de la modificación de un sistema que lo precedió o, lo que es lo mismo, todo sistema biológico es producto de la evolución. El reconocimiento de este hecho implica que la comprensión profunda

de cualquier sistema biológico requiere el estudio de ese proceso histórico que le dio origen. Se trata de comprender las llamadas “causas últimas” de los sistemas biológicos. En particular, la teoría de la evolución nos permite comprender dos fenómenos esenciales del mundo orgánico: la adaptación y el origen de la diversidad biológica. Por otro lado, se trata de una teoría con profundas impli-

cancias que trascienden el ámbito de la biología ya que permite comprender y analizar críticamente temas de gran relevancia social como el origen del hombre, el racismo y la eugenesia entre otros.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Evolución biológica.
- Evidencias de la evolución biológica.
- Deriva genética.
- Selección natural.
- Adaptación (como proceso y como producto).
- Especiación.
- Historia de la vida en la Tierra.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- El mecanismo de evolución por selección natural.
- Los principios de la Teoría Sintética de la Evolución.
- Las distintas hipótesis para explicar el origen de la vida en la Tierra.
- La teoría evolutiva como modelo unificador de la biología.
- Posturas evolucionistas y anti evolucionistas.

Desarrollo de las metas

- Que todos los seres vivos actuales son el resultado de un proceso de cambio (evolución biológica), que todos tienen un origen común y cuáles son las evidencias que apoyan estos conocimientos.
- Que la actual teoría evolutiva (Teoría Sintética de la Evolución) busca responder cómo y por qué se produce el cambio evolutivo y más espe-

cíficamente cómo se originó la biodiversidad y cómo se adaptan las poblaciones.

- Que comprender el origen de la biodiversidad implica comprender los mecanismos de producción de nuevas especies (especiación) y la historia de los grandes grupos de organismos.
- Cuáles son (y en qué consisten) los modelos más aceptados por la comunidad científica que permiten responder estas preguntas, en particular: (1) Los modelos de especiación (permiten explicar cómo surgen nuevas especies) y las causas y patrones de extinción y (2) El modelo de selección natural (permite explicar la adaptación).
- Que hay dos grandes tipos de procesos que permiten explicar cómo y por qué evoluciona un rasgo: procesos aleatorios (deriva genética) y no aleatorios (selección natural).
- Por qué el único modelo actualmente aceptado por la comunidad científica capaz de explicar el cambio adaptativo es el de selección natural.
- El carácter probabilístico (no determinista) de las ventajas (o desventajas) asociadas a las variantes de un rasgo.
- Que no todo cambio evolutivo es adaptativo.
- Los significados evolutivos del término adaptación y sus diferencias con otros conceptos de adaptación como el de adaptación fisiológica.
- Cuáles son los mecanismos de generación de diversidad genética que posibilitan el proceso evolutivo (mutación, recombinación sexual) y su naturaleza aleatoria (independiente de sus consecuencias adaptativas).
- Que la evolución es un proceso poblacional (y no individual) y que los procesos evolutivos (selección, deriva y otros) cambian las frecuencias alélicas en las poblaciones.
- Que el curso de la evolución de distintas especies que interactúan se afectan recíprocamente (concepto de “coevolución”).
- Que existen distintas hipótesis para explicar el origen de la vida en la tierra.
- Algunos aspectos básicos de la relación entre desarrollo y evolución como la implicancia para la evolución del descubrimiento de los genes

reguladores del desarrollo.

- La teoría endosimbiótica del origen de los eucariotas.
- Cómo se ponen a prueba hipótesis evolucionistas. Por ejemplo, estudios de campo sobre el valor adaptativo de los rasgos, estudios genéticos que revelan cuellos de botella y deriva, análisis de fósiles, etcétera.
- Los distintos modelos que explican el origen de la especie humana (multi-regional, fuera de África, otros), la naturaleza de las evidencias esgrimidas a favor de unos y otros y en qué se basan los estudios para seguir la línea evolutiva de la "Eva mitocondrial".
- La historia de la teoría sintética, en particular, su contraposición con las hipótesis neo-lamarckianas y sus repercusiones en las ciencias sociales (darwinismo social, eugenesia, otros) así como los grandes debates contemporáneos: equilibrios puntuados, macroevolución, adaptacionismo, sociobiología / psicología evolucionista, etcétera.
- Los supuestos que subyacen en las concepciones evolucionistas no científicas.
- Que la teoría de la evolución da cuenta de hechos y fenómenos empíricos y puede ser sometida a la experiencia para justificar su validez y que existen formas de validación de los datos que se toman en cuenta en la construcción de la teoría sintética de la evolución.
- Cómo relacionar las evidencias con las conclusiones de cada modelo evolutivo.
- Cómo aplicar razonamientos evolutivos para analizar situaciones que aparentemente contradicen la teoría y cómo contrastar las ideas finalistas del sentido común con las explicaciones científicas evolutivas.
- Cómo poner a prueba sus explicaciones evolutivas para dar cuenta de fenómenos cotidianos como el falso "acostumbramiento", la noción de mutante, la evolución pensada en términos de individuos y no de poblaciones, la herencia de los caracteres adquiridos.
- Cómo describir y valorar las teorías acerca del origen de la vida y la evolución de los seres vivos y el modo en que dichas teorías fueron construidas en la historia de la ciencia.
- Que la teoría evolutiva se propuso con el fin de dar explicación a fenómenos vinculados con el origen de la diversidad y la adaptación.
- La naturaleza (su origen histórico, sus motivaciones ideológicas, otros) de los conflictos entre los argumentos científicos y las posturas no científicas, es decir, aquellas que niegan o cuestionan la evolución (creacionismos, diseño inteligente, otros) y evalúe positivamente la teoría darwiniana y la teoría sintética de la evolución.
- Las consecuencias de asumir una explicación evolutiva no científica y la importancia de asumir posturas críticas y reflexivas en torno de las distintas explicaciones que se esgrimen en contra de la teoría de la evolución.
- Cómo se hace un uso erróneo con fines políticos, sociales e ideológicos de la teoría de la evolución.
- El impacto que ha tenido y tiene sobre el pensamiento humanista la noción de que la evolución humana también responde a los mismos procesos evolutivos a que están sometidos todos los seres vivos.
- Cómo la teoría de la evolución darwiniana contribuyó a la construcción de la biología como disciplina unificada.
- Que la evolución es un proceso que demanda miles de millones de años y por lo tanto, la extinción de una especie es un proceso que no puede repararse.
- Que la teoría de la evolución es actualmente es aceptada por toda la comunidad científica.
- Cómo argumentar a favor y en contra de las distintas teorías evolutivas.
- La forma de revisar las expresiones finalistas que utiliza habitualmente y reconocer si dan cuenta de formas de pensar anti evolutivas y transformar dichas expresiones en otras acordes al conocimiento científico.
- La importancia de hallar ejemplos cotidianos para poner a prueba las explicaciones evolutivas.
- Cómo elaborar distintas formas de representación para comunicar las relaciones filogenéticas o evolutivas en general.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- Observar organismos (en zoológicos, museos o salidas de campo) para formular preguntas sobre el origen de los rasgos de interés y para construir hipótesis, basadas en la Teoría Sintética de la Evolución, para explicar su origen.
- Conocer, a través de distintas fuentes (videos, salidas de campo, otros) ejemplos de casos de evolución por deriva génica y por selección natural, analizando sus diferencias y qué casos son explicables por uno y otro mecanismo.
- Visitar un museo de historia natural (y, de ser posible, algún yacimiento paleontológico) para observar e interpretar restos fósiles.
- Realizar actividades para comprender cómo se obtienen y reconstruyen los fósiles.

- Leer y analizar bibliografía de distintos grados de complejidad sobre evo-lución biológica.
- Leer y analizar bibliografía de distintos grados de complejidad sobre la historia de la teoría evolutiva.
- Leer y analizar bibliografía de distintos grados de complejidad sobre los debates actuales en relación con dicha teoría.
- Leer y analizar críticamente textos procedentes de los medios masivos de comunicación (TV, Internet, diarios, otros) sobre temas relacionados con la evolución biológica (racismo, creacionismo, otros).
- “Experimentar” (generar y probar hipótesis) con programas informáticos que simulan el proceso de evolución biológica y/o realizar juegos concretos de simulación.
- Observar documentales donde se entreviste a biólogos evolucionistas o realizar visitas a instituciones de investigación científica para tener un contacto directo con la actividad de investigación en biología evolutiva.

Versión preliminar

Mapas de progreso

Historia de la vida en la Tierra y procesos evolutivos Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

Reconoce las explicaciones Lamarckianas y Darwinianas cuando lee textos referidos a la evolución.

Identifica, en producciones propias y de otros, explicaciones del sentido común acerca de los cambios en los seres vivos referidas a “acostumbramiento”, necesidad, finalidad, otros, y es capaz de proponer explicaciones científicas para dichos cambios.

Recurre a distintas fuentes de información para contrastar información proveniente de explicaciones centradas

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Diseña experimentos mentales u observaciones adecuados cuando se le pregunta cómo podría poner a prueba hipótesis sobre el origen de determinado rasgo biológico.

Recurre a los modelos evolucionistas para analizar críticamente dichos discursos al leer/escuchar producciones de los medios de comunicación en relación con temas vinculados con la evolución (racismo, ultra-adaptacionismo, finalismo, creacionismo, otros.).

Toma decisiones informadas y fundamentadas (argumen-

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Propone actividades para explicar cómo cambian las poblaciones a lo largo del tiempo debido a la selección natural.

Busca lecturas apropiadas al nivel de los estudiantes de manera que puedan contrastar distintas explicaciones sobre la aparición de un rasgo en una población.

Formula actividades para que sus estudiantes comprendan cómo se explica de manera evolutiva la desaparición de un rasgo en una población.

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

en el diseño inteligente con explicaciones evolucionistas.

Produce textos basados en la actual teoría sintética de la evolución cuando explica el origen de rasgos biológicos (por ejemplo la resistencia de las bacterias a los antibióticos).

Reconoce las diferencias entre los conceptos de mutante de sentido común y científico.

Pone a prueba hipótesis evolucionistas buscando información de múltiples fuentes: libros, la web, revistas de divulgación científica, otros.

Aplica los modelos generales de la biología evolutiva para dar cuenta de la evolución de rasgos biológicos y del origen de nuevas especies.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

ta) en los modelos de la biología evolutiva sobre cuestiones tales como el racismo y el creacionismo; evalúa evidencias en relación con las distintas posturas.

Elabora hipótesis científicas (explica) sobre el origen de los rasgos (morfológicos, fisiológicos y etológicos) de los seres vivos que sean de interés (resistencia a antibióticos, rasgos de nuestra especie, razas de animales domésticos, otros.) y sobre el origen de las especies.

Recorre a los modelos de la biología evolutiva cuando analiza casos de evolución que demandan explicaciones de gran complejidad (evolución de estructuras complejas, desaparición de estructuras, del comportamiento animal, otros).

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Selecciona experiencias que permitan poner a prueba la persistencia de ideas finalistas en los estudiantes, que contradicen la evolución por selección natural.

Propone explicaciones con distinto grado de complejidad y ejemplos diversos tendientes a la comprensión del concepto de "supervivencia del más apto".

Genera propuestas en las que los estudiantes puedan analizar colecciones de museos para ver la evolución de un rasgo.

Genera explicaciones y contrastaciones de fenómenos evolutivos no comprendidos dentro del modelo de selección natural: Cuello de botella, efecto fundador, migraciones, deriva génica.

Propone la lectura de textos para desarrollar la comprensión acerca de los debates internos dentro del modelo actual de evolución.

Propone la lectura de textos sobre el origen de la vida, el debate sobre las distintas explicaciones a lo largo de la historia y la contrastación con las ideas de sentido común de los estudiantes.

Formula indagaciones para conocer las ideas previas de los estudiantes acerca de la evolución, el finalismo y la noción de progreso en evolución.

Formula actividades que progresivamente pongan en conflicto estas ideas previas, las pongan a prueba con evidencias que las contradicen y permitan la generación de nuevas hipótesis para dar cuenta de los nuevos datos.

Versión preliminar

Núcleo 5: Educación en ambiente y salud

Introducción

Vivimos en un mundo complejo en el cual los cambios se suceden con una velocidad vertiginosa. La irrupción de nuevas tecnologías industriales, que incrementan los procesos productivos; los medios de comunicación de masas, que nos permiten acercarnos en forma inmediata a las fuentes de información más diversas; los medios de transporte, que facilitan el rápido traslado de personas a zonas remotas, otros, son algunos de los factores que han contribuido a lograr mayores índices de desarrollo, comodidad y bienestar en nuestra sociedad.

Sin embargo, junto con estos aspectos positivos también han surgido algunos problemas que aún requieren solución, tales como la pobreza, el consumismo, la contaminación ambiental, el deterioro de la calidad de vida, el cambio climático, los fenómenos de agresividad colectiva, la emergencia de nuevas enfermedades o el resurgimiento de otras que se consideraban erradicadas.

El gobierno, las instituciones en general y la escuela en particular, no pueden permanecer indiferentes ante los nuevos desafíos que se les plantean. La escuela debe colaborar con la comunidad para el desarrollo de un ambiente saludable. Se hace necesario brindar conocimientos y valores que contribuyan a encontrar respuestas adecuadas a las necesidades de la salud de los sujetos y del ambiente, promoviendo estilos de vida que posibiliten un adecuado desarrollo individual y social en un ambiente sostenible.

Los siguientes modelos integran el núcleo temático.

- Ambiente, salud y enfermedad.
- Cambio de modelos: Prevención y promoción de la salud.
- Tipos de enfermedades. Epidemiología.
- Las dependencias.
- Educación sexual. Género y sexo.

- Primeros auxilios. Seguridad escolar.
- Violencia
- Discapacidad
- Educación vial.
- Nutrición
- Educación al consumidor.
- Recursos naturales.
- Formas de intervención humana en los ecosistemas
- Contaminación, Eutrofización, Degradación, Desertización
- Impacto ambiental.
- Conservación y Desarrollo sostenible.

Metas de comprensión

Síntesis de las metas

Esperamos que el futuro profesor comprenda:

- La escuela es una de las instituciones que promueven la salud, no sólo a través del currículo escolar sino por el apoyo que presta a la familia y a la comunidad en la que está inmersa.
- Los sistemas naturales condicionan a los sistemas sociales a través de los recursos que potencialmente pueden proporcionar y, a su vez, éstos intervienen sobre los naturales a través de la cultura.
- La educación ambiental es necesaria para la formación integral y democrática de todos los ciudadanos.

- La educación sexual debe partir del concepto global de sexualidad, incluyendo la identidad sexual, el cuerpo, las expresiones sexuales, los afectos, la reproducción y la promoción de la salud sexual.

Desarrollo de las metas

- Los objetivos de la educación para la salud deben estar centrados en la promoción de la salud, con enfoque en el empoderamiento comunitario para promover y valorar la gestión colectiva de las necesidades y demandas.
- Para explicar una determinada enfermedad es necesario ampliar el marco de análisis biológico-reduccionista generalmente imperante.
- Cómo las creencias culturales sobre la enfermedad dan forma a los síntomas de quien las sufre y también dan cuenta de su ubicación social formando parte la cultura, de la naturaleza misma de la enfermedad.
- De qué manera las representaciones que los sujetos y las sociedades tengan sobre el padecimiento de una enfermedad condicionan los tipos de ayuda buscada y las percepciones de las ventajas de los tratamientos.
- Por qué la perspectiva higienista se mostró ineficaz para favorecer los cambios de hábitos necesarios para atender a la salud.
- La malnutrición como resultado tanto de los problemas derivados de una ingesta excesiva de alimentos (que produce obesidad) como los derivados de una ingesta inadecuada por una dieta desbalanceada o deficitaria en cuanto a los requerimientos de nutrientes.
- Cómo el paradigma estético actual se constituye en disparador de enfermedades nutricionales.
- Los medios masivos de comunicación ejercen una fuerte influencia sobre los procesos de salud y enfermedad.
- La importancia de los estudios epidemiológicos para la comprensión de ciertas enfermedades.
- El vínculo entre los sujetos y las drogas es complejo e involucra aspectos individuales, familiares y sociales.
- La interpretación de la magnitud y las consecuencias de una discapacidad varía en función del entorno social en que se manifiesta.
- La construcción de la imagen de género es culturalmente aprendida, reconociendo la importancia de respetar al género en el uso del lenguaje.
- La valoración de la prevención de riesgos de accidentes como base de la salud individual y colectiva.
- El concepto de recurso como aquella parte del ambiente natural que el hombre considera explotable.
- Los diversos modelos de desarrollo sostenible y otros vinculados con el uso de los recursos, valorando la importancia de su preservación.
- Los cambios que sufren los ecosistemas por efecto de la intervención humana a diferentes escalas.
- Que las formas de intervención social sobre el ambiente condicionó y condiciona la salud de las poblaciones.
- Cómo se define el estado de contaminación de un sistema, cuáles pueden ser sus causas y cuáles sus consecuencias.
- Los cambios en el paisaje y sus consecuencias sobre el ambiente al producirse el establecimiento y el crecimiento de las ciudades.
- Los efectos de la explotación agrícola sobre la diversidad biológica.
- Qué es un riesgo ambiental y de qué depende.
- La importancia de reconocer que la capacidad de los ecosistemas para recibir actividades y residuos humanos no es infinita.
- El valor de desarrollar la solidaridad y la responsabilidad en el uso de los recursos del medio para un desarrollo sostenible.
- La importancia de las fuentes alternativas de energía.
- La importancia de la educación sexual para promover elecciones sexuales saludables.
- La sexualidad humana se halla influida por el contexto socio-cultural y varía según las distintas épocas históricas. Se aprende a ser sexual dentro del contexto de cada época y de cada cultura.

- Que la sexualidad está íntimamente ligada a la diversidad cultural reconociendo el derecho de las personas a vivir según sus creencias y convicciones sexuales y a disfrutar de su sexualidad con plenitud según sus preferencias como parte de los derechos humanos.
- La educación vial como medio para promover conductas viales seguras.
- Que la investigación en ambiente y salud recurre a métodos cualitativos y cuantitativos y que puede abordarse desde estudios multi e interdisciplinarios.
- Que una de las formas de recoger información sobre diversas problemáticas de salud y ambiente es mediante la aplicación de encuestas y entrevistas a profesionales especializados y a la población en general.
- La importancia del rol docente como agente sanitario.
- El valor de la salud como un derecho y como una responsabilidad social e individual.
- La importancia del diagnóstico precoz para un tratamiento oportuno de enfermedades, que en sus comienzos no presentan signos o síntomas.
- La importancia de instruir al consumidor para evitar que lo manipulen y pueda hacer una elección criteriosa.
- La importancia de un estilo de vida saludable e independiente de modas y actitudes consumistas poco adecuadas.
- La conducta violenta adopta diferentes formas a las que se la llama “abuso” porque pone a la persona que la recibe en una situación de inferioridad, dejándola vulnerable y temerosa.
- La violencia de género es todo acto de violencia que tiene o puede tener como resultado un daño o sufrimiento físico, sexual o psicológico para la mujer. Inclusive las amenazas, la coacción o privación arbitraria, tanto si se producen en la vida pública o privada, se denomina violencia de género.
- La violencia familiar es toda acción u omisión ejercida por un integrante del grupo familiar contra otro que produce un daño no accidental en el aspecto físico, psíquico, sexual o patrimonial.
- Para que la conducta violenta sea posible tiene que darse la existencia de

un cierto desequilibrio de poder, que puede estar definido culturalmente o por el contexto u obtenido mediante maniobras interpersonales de control de la relación.

- Que la violencia ejercida contra la mujer es un fenómeno universal que persiste en todos los países del mundo y es aceptada como “normal” en muchas sociedades del mundo.
- La necesidad de discutir sobre las dificultades a las que se enfrentan los individuos con capacidades diferentes para desenvolverse en una sociedad que los discrimina desde todo punto de vista con el fin de proponer modificaciones legales y de infraestructura.
- Valorar críticamente el conocimiento de las causas de los accidentes de circulación, y adquisición de hábitos de respeto de las normas de circulación vial.
- Reconocer la necesidad de trabajar para una cultura de la paz que fomente los valores de la convivencia, la resolución de problemas por vías no violentas, la comunicación alternativa basada en el respeto y la tolerancia a las diferencias.
- El uso correcto y adecuado de la terminología específica, oral y escrita, en el estudio del ambiente y la salud.
- La importancia de los afiches, folletos y otros soportes, como medios para la promoción de la salud.
- La información brindada por gráficos, tablas e índices estadísticos constituyen herramientas valiosas para interpretar datos y comunicar información relacionada con la educación ambiental.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación

Para construir comprensión sobre este núcleo el futuro profesor durante su formación deberá transitar por experiencias que le permitan:

- Recabar información sobre campañas de salud de orígenes diversos para analizarlas, y clasificarlas según distintos criterios, por ejemplo, promoción, protección, recuperación, rehabilitación de la salud, inadecuadas, adecua-

das, oportunas y extemporáneas, otras.

- Diagramar afiches, folletos, u otros formatos comunicacionales que permitan difundir información sanitaria y ambiental.
- Elaborar diseños experimentales para analizar distintos parámetros que permitan determinar la presencia de contaminantes en suelo, aire, agua que afectan la salud del hombre y del ambiente.
- Analizar problemas ambientales, sanitarios y/o temáticas relacionadas con la sexualidad a través del visionado de películas.
- Aplicar técnicas de muestreo para realizar análisis estadísticos sobre datos relacionados con salud y el ambiente confeccionando tablas y gráficos para comunicar resultados.
- Investigar sobre las enfermedades regionales argentinas, para analizar las medidas de profilaxis propuestas por las autoridades sanitarias y debatir la situación real en cada contexto.
- Diseñar y aplicar encuestas para relevar el cumplimiento del calendario de vacunación por parte de la población y debatir acerca de la pertinencia de la promoción de la salud
- Visitar un centro de salud y aplicar un cuestionario para recoger datos sobre las tareas de promoción desarrolladas, los servicios brindados, la población que atiende, los recursos con que cuenta, entre otros aspectos.
- Comparar datos de la OMS sobre esperanza de vida, mortalidad infantil, otros, de un país subdesarrollado y otro de alta renta *per cápita* para reconocer la desigualdad en la calidad de vida de los seres humanos y relacionarlo con las metas del desarrollo sostenible.
- Recuperar la información disponible en materiales de divulgación, libros de texto, Internet y otras fuentes, para analizarla críticamente, sintetizarla e implementarla en contextos nuevos.
- Proponer dietas adecuadas según las distintas etapas de la vida para reflexionar sobre la propia y del entorno familiar; analizando críticamente las dietas que se divulgan en los medios de comunicación y que construyen un paradigma estético alejado de la salud.
- Analizar los efectos que ocasiona el consumo de alcohol, drogas, bebidas

energizantes, otras, en la condición física y el desarrollo de las capacidades de los individuos.

- Analizar el significado, el uso y las connotaciones de términos como deficiencia, discapacidad y minusvalía para comprender las acciones de prevención primaria, secundaria y terciaria que se aplican para cada caso.
- Recuperar información de periódicos relacionada con el medio ambiente, los problemas que se detectan y las acciones que lo mejoran o conservan, así como las enfermedades o los problemas de salud humana.
- Organizar e implementar un debate sobre problemas globales actuales que tenga especial relevancia para la ciudad, invitando a expertos o a personas implicadas en el problema, a través del cual se refleje las distintas posturas con que se enfrenta socialmente la situación.
- Proponer acciones concretas para actuar contra la desertificación y la eutrofización.
- Discutir el modelo agropecuario dominante que, a través de sus prácticas, conduce tanto a la desertificación como a la destrucción del ambiente
- Indagar sobre la utilización de distintas estrategias para el control de la eutrofización dentro del cuerpo de agua como: dragado; recolección de malezas acuáticas, agregado de productos químicos que precipiten el fósforo, control biológico que disminuya el crecimiento de malezas acuáticas, otras.
- Analizar técnicas que permiten: controlar la degradación del suelo por las malas prácticas agrícolas, el control biológico de plagas, la rotación de cultivos, otros.
- Investigar la historia de la Educación Ambiental en nuestro país y en el mundo destacando los principales hechos o sucesos durante el siglo XX, por ejemplo: La Cumbre de Río en 1992, El Convenio de Biodiversidad en 1994 y el Protocolo de Kioto en 1997.
- Analizar la ideología publicitaria televisiva para reconocer el manejo que el mercado realiza sobre los consumidores en general y sobre cuestiones de género.
- Intervenir en juegos de roles para debatir sobre los diferentes puntos de

- vista asociados a las problemáticas ambientales y sanitarias.
- Visitar instalaciones municipales de gestión de aguas, de residuos sólidos, de control de la contaminación atmosférica analizando los procesos de que se llevan y evaluando la eficacia de los servicios brindados a la población.
- Investigar sobre los distintos métodos de anticoncepción para reconocer las alternativas de elección.
- Analizar las principales causas de los accidentes para detectar los problemas y deficiencias del entorno escolar, en la localidad y en el hogar.

- Proponer pautas de actuación en caso de accidentes y practicar los primeros auxilios.
- Elaborar un mapa de riesgo de la institución educativa y proponer mejoras ante las debilidades detectadas.
- Organizar un plan de evacuación frente a un incendio u otro tipo de riesgo e implementar un simulacro con la intervención de todos los actores escolares.
- Diseñar un manual de normas de seguridad en el laboratorio de ciencias.
- Armar un botiquín escolar.

Mapas de progreso

Educación en ambiente y salud Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

Reconoce enfermedades clasificándolas de acuerdo con diferentes criterios, por ejemplo: funcionales, nutricionales, parasitarias, infectocontagiosas, congénitas, hereditarias y de transmisión sexual.

Recopila información de diversas fuentes en relación con las campañas de promoción de la salud para analizarlas clasificarlas según distintos criterios.

Comprende el valor del diagnóstico precoz y reconoce el peligro de la automedicación.

Diagrama afiches, folletos, u otros soportes para difundir información sanitaria y ambiental.

Observa y analiza películas que abordan diferentes problemas ambientales, sanitarios y/o relacionados con la sexualidad.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Analiza críticamente las campañas de promoción y prevención de la salud en los medios de comunicación.

Explica por qué la actividad deportiva, se constituye en una medida de prevención primaria.

Evalúa los recursos sanitarios de la comunidad de la cual forma parte.

Aplica técnicas de muestro para realizar análisis estadísticos.

Propone dietas adecuadas según las distintas etapas de la vida para reflexionar sobre la propia y del entorno familiar.

Elabora contrapublicidad para informar sobre las características y efectos de los productos nocivos para la salud y el ambiente.

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Selecciona los contenidos de salud a desarrollar en función de las problemáticas de la comunidad de sus estudiantes

Evalúa críticamente las posibilidades reales y concretas de la comunidad de los estudiantes, para proponer determinados cambios de actitudes promovedoras de salud.

Promueve a nivel escolar, familiar y barrial, la difusión de los hábitos preventivos de las enfermedades funcionales, parasitarias, nutricionales e infecciones de transmisión sexual.

Diseña y realiza campañas de promoción de la salud dirigidas a la escuela y al barrio.

Planifica diseños experimentales para analizar distintos parámetros que permiten determinar la presencia de contaminantes en suelo, aire y agua.

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

Compara datos de las OMS sobre esperanza de vida, mortalidad infantil, etcétera, de un país subdesarrollado y otro de alta renta per cápita para intervenir en debates sobre la desigualdad en la calidad de vida.

Registra en un mapa de la localidad las zonas en función de los problemas que afectan al ambiente detectando riesgos diferenciales para la salud humana.

Identifica información pertinente en materiales de divulgación, libros de texto, Internet y otras fuentes. La analiza y sintetiza pudiéndola aplicar en contextos nuevos.

Analiza críticamente e interpreta la influencia de los medios de comunicación en el aumento de las patologías de origen alimentario y en las relaciones de género.

Comprende los efectos que ocasiona el consumo de alcohol, drogas, bebidas energizantes, etc., en la condición física y el desarrollo de las capacidades de los individuos.

Se informa acerca de las enfermedades regionales argentinas para discutir la adecuación de las medidas de profilaxis propuestas por las autoridades sanitarias y proponer otras alternativas.

Comprende que las principales consecuencias de las intervenciones humanas en los ecosistemas son la extinción de especies, el agravamiento de los desastres naturales y la contaminación de los mismos.

Reconoce que las alteraciones de los ecosistemas, que generan efectos a largo plazo sobre las sociedades humanas, no suelen ser objeto de acciones paliativas o correctivas.

Comprende que las consecuencias de la eutrofización

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Aplica los conocimientos adquiridos sobre biología molecular, celular, de los organismos y ecología para comprender aspectos relacionados con el ambiente.

Realiza diseños experimentales para recoger datos que permiten determinar la presencia de contaminantes en suelo, aire y agua que afectan la salud humana y ambiental.

Interpreta que la acumulación de contaminantes en los seres vivos y los efectos sinérgicos entre sustancias que se combinan libremente en el ambiente generan compuestos desconocidos y por lo tanto, incontrolables.

Comprende que la presión de las poblaciones afectadas por procesos de contaminación ha impulsado a los gobiernos a desarrollar tecnologías alternativas y a tomar medidas preventivas, de control, paliativas y correctivas.

Organiza e implementa debates sobre problemas globales actuales que tienen especial relevancia para la ciudad, invitando a expertos o a personas implicadas en el problema, a través de los cuales se reflejan las distintas posturas.

Propone acciones concretas para actuar contra la desertificación y la eutrofización; el excesivo consumo energético, la acumulación de basura, el uso inadecuado del agua.

Interpreta y discute el modelo agropecuario dominante que a través de sus prácticas conduce tanto a la desertificación como a la destrucción del ambiente.

Indaga sobre la utilización de distintas estrategias para el control de la eutrofización dentro del cuerpo de agua.

Evalúa a través de gráficos, la sobreexplotación de la fau-

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Busca y planifica actividades sobre películas que abordan diferentes problemas ambientales, sanitarios y relacionados con la educación sexual.

Reconoce la existencia de actitudes de marginación o discriminación social hacia algunos discapacitados y propone actitudes cooperativas en sus estudiantes que faciliten la integración.

Propone menús adecuados a comedores escolares bajo distintas realidades económicas y sociales para poder desempeñar roles decisivos en su desempeño docente.

Coordina discusiones grupales sobre las ventajas y los inconvenientes de los diferentes métodos de anticoncepción.

Utiliza la televisión, radio y revistas como recursos didácticos para analizar críticamente los mensajes subliminales de las publicidades.

Orienta a sus alumnos para la diagramación de entrevistas a profesionales de la salud de distintas especialidades.

Planifica y ejercita un plan de evacuación, distribuyendo diferentes roles en la comunidad educativa para afrontar una catástrofe.

Selecciona y coordina juegos de roles en el que cada estudiante asume diferentes roles para debatir entre ellos sobre la importancia de crear jurisprudencia en torno a diferentes debates nacionales e internacionales.

Organiza actividades que permita a sus estudiantes analizar un determinado aspecto sanitario de interés, interno o externo a la escuela, y los asesora en la elección de las técnicas de muestreo adecuadas, procesamiento de datos

Nivel 1. Al promediar la formación inicial

para el hombre se relacionan tanto con el impacto visual y estético como con cuestiones que tienen que ver con la disminución de la calidad del agua y la extinción de organismos oxígeno-dependientes.

Investiga sobre los distintos métodos de anticoncepción para reconocer las alternativas de elección.

Arma un botiquín escolar.

Analiza el significado, el uso y las connotaciones de los términos como *deficiencia*, *discapacidad* y *minusvalidez* para comprender las acciones de prevención primaria, secundaria y terciaria.

Analiza la ideología publicitaria para reconocer el manejo que el mercado realiza sobre los consumidores.

Analiza las principales causas de los accidentes detectando los problemas y deficiencias del entorno escolar, de la localidad y del hogar.

Aplica e interpreta distintos tipos de fórmulas y diagramas estadísticos en distintas experiencias e interpreta algunos indicadores demográficos.

Interviene en un juego de roles para debatir sobre los diferentes puntos de vista asociados a las problemáticas ambientales.

Visita instalaciones municipales de gestión de aguas, de residuos sólidos y de control de la contaminación atmosférica para analizar y evaluar la eficacia de los servicios brindados a la población.

Realiza entrevistas con profesionales que puedan brindar información sobre aspectos relacionados con la salud y las problemáticas ambientales.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

na regional.

Elabora un mapa de riesgo de la institución educativa y propone mejoras ante las debilidades detectadas.

Organiza un plan de evacuación frente a un incendio u otro tipo de riesgo con la intervención de la comunidad educativa.

Diseña un manual de normas de seguridad en el laboratorio de ciencias.

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

y posterior interpretación.

Promueve en los estudiantes la capacidad de comunicación en distintos ámbitos, de actitudes que optimicen la calidad de vida.

Versión preliminar

Física

- Irene Arriasecq (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires)
- Silvia Calderón (Instituto Superior del Profesorado “Joaquín V. González”, CABA)
- Zulma Gangoso (Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba)
- María Cecilia Gramajo (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta)
- Marta Massa (Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario)
- Diego Mazzitelli (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Buenos Aires)
- Félix Ortiz (Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto)
- Beatriz Pérez (Instituto Superior de Formación Docente N° 809, Esquel, Chubut)
- Teresa Perrotta (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa)

- Coordinación: Julio Benegas (Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis)

Agradecimientos

A todos los colegas que leyeron críticamente versiones preliminares de este documento, y especialmente a los Profesores Hugo Hamity y Alberto Gattoni, de la Universidad Nacional de Córdoba, por su contribución en temas de Termodinámica.

Sumario

Introducción	57	Calor	92
Mapa de progreso	59	Leyes de la Termodinámica	92
Núcleo 1: Mecánica	64	Introducción a la Mecánica Estadística	93
Fundamentación	64	Mapas de progreso	94
Relación fuerza-movimiento	65	Núcleo 5: Física del siglo XX	99
Principios de conservación en la física clásica	65	Fundamentación	99
Mapas de progreso	66	Teoría Especial de la Relatividad	100
Tema 2: Electricidad y magnetismo	73	Mecánica cuántica	101
Fundamentación	73	Astrofísica	103
La interacción eléctrica	73	Mapas de progreso	104
La interacción magnética	74		
Campos estáticos	74		
Campos Dinámicos	75		
Mapas de progreso	75		
Núcleo 3: Fenómenos ondulatorios	84		
Fundamentación	84		
Descripción del movimiento ondulatorio	84		
Superposición de ondas	84		
Óptica geométrica	84		
Mapas de progreso	85		
Núcleo 4: Termodinámica	91		
Fundamentación	91		
Temperatura	92		

Versión preliminar

Introducción

En este documento se aborda el problema de la formación disciplinar que debería obtener el alumno del profesorado en física en su formación inicial. Más que en un índice exhaustivo de temas, el trabajo de la Comisión se ha focalizado en los conceptos centrales que debería comprender el futuro profesor en física. Por ello la propuesta establece, de manera no exhaustiva, metas de aprendizaje, y sus correspondientes desempeños y experiencias de aprendizaje, que corresponden a la formación disciplinar del futuro profesor en física.

Entendemos que el aprendizaje funcional de estos núcleos centrales de física, y el desarrollo de habilidades para aplicarlos y enseñarlos, es fundamental, no sólo para que el futuro profesor logre una comprensión real de la disciplina, sino también para que luego, en su actividad profesional, pueda contribuir a formar ciudadanos científicamente alfabetizados, críticos del uso que se realiza de la ciencia. El objetivo es la formación de un docente comprometido con la disciplina y su enseñanza, que a la vez de promover buenos aprendizajes en sus estudiantes, también logre en ellos la comprensión de la disciplina. Que esté preparado para participar activamente en la difusión de la física y para despertar tempranas vocaciones por las ciencias y la tecnología, contribuyendo así a la valoración social de la física, tanto dentro como fuera del sistema educativo.

Se propone entonces una formación disciplinar, estrechamente acompañada por la adquisición del conocimiento pedagógico específico, que tenga especialmente en cuenta los problemas de aprendizaje inherentes a cada uno de los núcleos de física. Por ello las metas y desempeños de aprendizaje propuestos para los diversos núcleos centrales de la física están pensados desde la integración de estos dos saberes y de los mismos con los de otras disciplinas, campos del conocimiento y actividades del hombre donde se apliquen las leyes y principios de la física.

El Profesorado en Física debe asumir entonces la responsabilidad de una formación disciplinar y pedagógica fundamentada e integrada, que favorezca el desarrollo de estos desempeños, buscando garantizar el rol transformador pensado para el futuro profesor.

En este marco de integración entre el saber disciplinar, el pedagógico y la interdisciplina, la elección de los temas disciplinares que se consideran centrales para la formación del Profesor en Física se ha basado en los siguientes criterios.

- Cuál es el conocimiento físico que un profesor en física debe comprender para poder guiar a sus alumnos en la descripción de los fenómenos físicos que ocurren en nuestro alrededor, y como se construye y valida este conocimiento.
- Cuál es el conocimiento físico que un profesor en física debe comprender para interpretar criteriosamente la información brindada por los medios de comunicación, que le permita informarse y tomar decisiones con base científica en una sociedad moderna.
- Cuál es el conocimiento didáctico específico que necesita para poder enseñar eficientemente este conocimiento disciplinar a sus alumnos, cómo se complementan ambos y cómo se relacionan con la evolución histórica de la física y con la epistemología.

Los dos primeros puntos reflejan la necesidad de ofrecer a los estudiantes una visión sobre la pertinencia de los temas que propone el estudio de la física, además de la oportunidad de aprender sobre los desarrollos científicos más recientes y cómo influyen en el mundo en que vivimos. Además de favorecer una cultura general más amplia, el incorporar estos aspectos contextualiza el conocimiento científico, mostrando que no es una actividad aislada y que puede modificar aspectos insospechados de la realidad.

Es notorio que ciertos avances en la ciencia han tenido importantes consecuencias fuera de la misma a punto tal de generar grandes cambios en la cultura de determinada época. Así ocurrió con lo que se considera el primer esfuerzo para organizar sistemáticamente el conocimiento científico, la filosofía natural de Aristóteles, que dominó el pensamiento por alrededor de 2000 años, desde la antigua Grecia hasta el advenimiento de la Edad Moderna. En ese período las explicaciones de los fenómenos físicos se deducían de suposiciones acerca del mundo, en lugar de ser el resultado de experimentos. En física esto fue funda-

mental, ya que Aristóteles suponía que cada sustancia tenía un lugar “natural” en el universo. Debido al éxito de esta filosofía para describir los movimientos de los objetos que nos rodean, y a que, en esa concepción, la ciencia no estaba basada en la experimentación, se requirieron veinte siglos y la aparición de un científico absolutamente descolante como Galileo para desafiar esa visión y dar las bases a lo que un siglo después Newton formalizaría brillantemente con las tres leyes que describen la relación fuerza-movimiento de los fenómenos de la vida cotidiana. El nacimiento de esta Mecánica Newtoniana, con su enorme influencia en la matemática, astronomía y las otras ciencias, produjo una revolución en todo el pensamiento occidental. En similar sentido se incluyen los cambios de paradigmas de comienzos del siglo pasado, y su impacto en la cultura y en el desarrollo socio-económico del mundo contemporáneo.

Estos cambios, y la correspondiente visión de la ciencia como una actividad en constante evolución se han tratado de plasmar en las diversas metas y desempeños de aprendizaje.

En este documento el conocimiento disciplinar se agrupó en los siguientes grandes temas: mecánica clásica, electricidad y magnetismo, ondas, termodinámica y física del siglo XX. Para cada uno de estos temas se ha considerado un listado no exhaustivo de metas de comprensión o aprendizaje y de desempeños estudiantiles que significan o proveen una medida de dicha comprensión. Por ellos entendemos lo siguiente:

- Metas de comprensión o aprendizaje: establecen alcance y profundidad en el abordaje de los esquemas conceptuales, determinando explícitamente que se espera que los alumnos (futuros profesores) logren comprender. Se asume como comprensión a la capacidad de usar lo que uno sabe cuando actúa en el mundo, extendiendo, sintetizando y aplicando ese conocimiento de formas creativas y novedosas.
- Desempeños y experiencias de aprendizaje: proponen actividades o acciones que los estudiantes de profesorado en física deberían ser capaces de realizar para construir, demostrar y asegurar, el logro de las metas de aprendizaje. Demandan un aprendizaje activo y un pensamiento creativo para expandir y desarrollar la mente de los alumnos. Para ello es necesario que la enseñanza se base, por ejemplo, en metodologías que cons-

truyan la comprensión mediante tareas que demanden la activa participación estudiantil, en secuencias que partan de una etapa de exploración, que exponga los conocimientos previos y los contraste, siempre que sea posible, con la evidencia experimental, para arribar a una integración final.

Metas y Desempeños se han explicitado en cada uno de los grandes núcleos o bloques estructurantes en un cuadro de cuatro columnas, de manera de agrupar los desempeños de comprensión según tres niveles:

Nivel 1: se consideran los desempeños que el alumno de profesorado debería ser capaz de realizar al finalizar (aprobar) la materia correspondiente al núcleo en cuestión.

Nivel 2: incluye los desempeños logrados hasta el final de su carrera, cuando ya ha realizado, y que se suponen necesarios para, la práctica docente guiada.

Nivel 3: al cabo de los primeros años de desempeño profesional. Tentativamente hemos situado el fin de este nivel a los cinco años de graduado.

Los desempeños propuestos implican que en las asignaturas de grado que conforman la formación inicial se han practicado estrategias de enseñanza de la física que favorecen y reclaman la activa participación del estudiante, futuro profesor, en su propio proceso de aprendizaje. De esta manera no sólo se pueden lograr mejores aprendizajes, como ha comprobado sistemáticamente la investigación educativa en física (Redish y Steinberg, 1999) y otras ciencias experimentales, sino que se favorece que el estudiante de profesorado asimile y utilice este modelo de enseñanza en su futura labor profesional.

Un aspecto fundamental de las actividades del Nivel 2 es la integración de conocimientos, no sólo entre los distintos temas de Física, sino con aquellos de las otras disciplinas que conforman la formación inicial, tanto en lo que hace a la Matemática, Química, Biología, Geología y Astronomía, como a la formación profesional, incluyendo la Epistemología e Historia de la Física. Un aprendizaje profundo de esta última es de vital importancia para el conocimiento y la comprensión de las dificultades características de aprendizaje de la mayoría de los temas de física, inclusive de los orígenes epistemológicos de algunos modelos al-

ternativos o ingenuos que resultan en enormes obstáculos para la incorporación del conocimiento científico.

Es conveniente resaltar que en este documento el énfasis ha sido sobre los bloques estructurantes de la formación disciplinar y algo de la interdisciplina más cercana. Al respecto creemos conveniente resaltar que la interrelación de la física con otras áreas del conocimiento, incluyendo las artes y las diversas ingenierías, no ha sido totalmente explotada y demanda un trabajo adicional.

El Nivel 3 presenta una descripción de lo que se espera del futuro docente en sus primeros desempeños profesionales. Propone la formación en servicio de un profesional flexible, que sea capaz de interactuar con los colegas de las otras disciplinas, abierto a nuevos desarrollos disciplinares y profesionales. Esto implica el acompañamiento del profesor recién egresado, tanto por parte de su institución de origen, como por los programas de formación continua propuestos por el sistema educativo, con actividades que refuercen y complementen la formación inicial. Se prevé entonces que tal formación en servicio sea coherente con los saberes adquiridos durante la etapa de formación inicial. Implican también el acceso a la información científica relacionada con la física y la enseñanza de la física, ya sea a través de libros y revistas especializadas, como a través de Internet. La actualización profesional requiere, por ejemplo, que las instituciones formadoras tengan acceso a la Biblioteca Digital de la SECYT.

Es conveniente enfatizar que la posición en este documento es que la apropiación de las metas de comprensión por parte del futuro profesor se realiza desde la primera materia de física universitaria/superior, consolidándose a lo largo de toda la formación inicial, en un proceso cíclico de integración disciplinar e interdisciplinar. Esta integración debe comenzar dentro de cada materia, incluyendo tanto los temas como las diversas actividades de la misma, en un proceso cooperativo que conduce a mejores aprendizajes.

Para comenzar, y a modo de ilustración, el siguiente cuadro identifica metas de aprendizaje y desempeños de comprensión de carácter general, transversales a los diferentes grandes temas de la física. Aún cuando se ha tratado de seguir una correlación por columnas y filas, al leerlos se debe tener en cuenta que el cuadro no es estrictamente una matriz, es decir diferentes metas pueden

corresponder a un dado desempeño y viceversa, o algunas metas aparecer sin un desempeño específico alineado horizontalmente. Esto es más notorio en los niveles 2 y 3, donde la integración de desempeños y metas se supone cada vez más extendido.

En general las distintas metas y desempeños en este documento suponen procesos de enseñanza y de aprendizaje que:

- proporcionen una visión de la física como ciencia experimental en constante evolución;
- enfaticen continuamente la relación entre los distintos conceptos y los fenómenos de la vida cotidiana que pueden modelarse con ellos;
- busquen una comprensión de la física clásica, de sus aplicaciones a otras disciplinas y su contribución al desarrollo tecnológico;
- brinden una visión conceptual de la física más relevante del siglo XX, y de sus consecuencias socioeconómicas;
- estén centrados en el proceso de aprendizaje del estudiante, quien se supone permanente y activamente involucrado en dicho aprendizaje;
- promuevan la utilización de herramientas informáticas, tanto en la realización de trabajos experimentales como en simulación y otras técnicas computacionales;
- enfaticen la práctica en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos;
- cuestionen sistemáticamente el rango de validez de las leyes físicas enunciadas;
- propicien la práctica en el diseño y análisis de experimentos y demostraciones didácticas sencillas que ayuden a la comprensión de los fenómenos;
- analicen los aspectos históricos y epistemológicos de los descubrimientos científicos y de la formulación de principios y leyes.

Mapa de progreso

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>El significado de las variables físicas, sus diferencias y similitudes.</p> <p>La naturaleza vectorial de algunas variables físicas.</p> <p>El significado de los distintos tipos de representación de un fenómeno físico y sus características.</p> <p>Cualitativamente la relación entre magnitudes que representa la expresión algebraica ("fórmula") de una ley física.</p> <p>Las limitaciones y alcances de la descripción clásica o newtoniana.</p> <p>El concepto de campo, y sus aplicaciones a distintas interacciones.</p> <p>La importancia de los principios de conservación en física.</p> <p>La importancia de la actividad experimental para la descripción de fenómenos físicos</p> <p>Los distintos objetivos didácticos del trabajo de laboratorio.</p> <p>Como formular hipótesis y su puesta a prueba experimental</p>	<p>Observa y analiza fenómenos físicos en forma cualitativa y los describe con términos simples, pero precisos.</p> <p>Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de diversas situaciones problemáticas, con énfasis en la identificación de la situación planteada, el sistema bajo análisis y el de referencia, relación entre las interacciones e infiere la evolución del sistema, verificando en lo posible experimentalmente sus respuestas.</p> <p>Representa fenómenos físicos en forma pictórica, gráfica, algebraica y textual.</p> <p>Cambia de representación de manera fluida.</p> <p>Trabaja en pequeños grupos colaborativos para realizar y analizar experiencias guiadas, adquiriendo práctica en la elección de instrumentos de medición apropiados para la determinación de las magnitudes físicas de interés.</p> <p>Realiza prácticas destinadas a la adquisición de habilidades experimentales con</p>	<p>Predice y explica (cuali y cuantitativamente) cómo afectan los distintos tipos de interacciones (mecánicas, eléctricas, magnéticas y nucleares) la evolución del sistema bajo estudio.</p> <p>Resuelve situaciones problemáticas que permitan identificar las características de las situaciones resolubles mediante una dada teoría física y reconoce los límites de la misma.</p> <p>Reconoce e interpreta información periódica que incluye principios o aplicaciones de la física.</p> <p>Analiza metodologías de trabajo experimental, identificando sus objetivos y características de aplicación.</p> <p>Practica experiencias didácticas diseñadas para el aprendizaje conceptual de diversos temas de física mediante elementos de alta tecnología pero de costo muy bajo como simulación, Fislets, análisis de videos,</p>	<p>Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje, las definiciones de las magnitudes físicas y las leyes y modelos que describen las interacciones físicas.</p> <p>Justifica la elección de propuestas de enseñanza destinadas a comprender los conceptos físicos de interés.</p> <p>Relaciona la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de interacciones físicas hasta la actualidad con la elección de su propuesta didáctica (evolución de los modelos conceptuales a enseñar).</p> <p>Selecciona y utiliza experiencias para el aprendizaje conceptual de diversos temas de física con elementos de baja y alta tecnología.</p> <p>Interpreta información sobre nuevos diseños tecnológicos para el uso y aplicación de los fenómenos físicos en aparatos de uso cotidiano o en la industria.</p>

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Como reconocer la potencialidad de la toma de datos en tiempo real para realizar ciertos experimentos con adecuada precisión y eficiencia.</p> <p>Cómo realizar el trabajo experimental con una dada incerteza o error de medición de las variables físicas de interés.</p> <p>La evolución histórica de la descripción de los fenómenos físicos.</p> <p>El carácter históricosocial cambiante y transformador de los procesos de producción del conocimiento en la Física.</p> <p>La naturaleza epistemológica de algunas dificultades características de aprendizaje y modelos alternativos en física</p>	<p>equipos de toma de datos en tiempo real.</p> <p>Observa, analiza y mide con instrumentos de fácil acceso fenómenos físicos de la vida cotidiana.</p> <p>Registra datos de mediciones y representa los mismos en protocolos apropiados, comunicando en forma científica los resultados, su análisis y conclusiones a las que se arriba.</p>	<p>etcétera.</p> <p>Selecciona experiencias para el aprendizaje conceptual de diversos temas de física con elementos de bajo costo y fácil acceso, que desarrollen habilidades experimentales en los estudiantes.</p> <p>Reconoce la contribución al proceso de aprendizaje de metodologías de enseñanza que utilizan equipamiento para la toma y análisis de datos en tiempo real.</p> <p>Propone experimentos didácticos simples de aplicación de principios físicos, en lo posible aplicados a situaciones de la vida cotidiana</p> <p>Reconoce la naturaleza epistemológica de algunos problemas de aprendizaje de diversos temas de la física.</p> <p>Reconoce los problemas característicos de aprendizaje de los distintos temas de la física.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica sobre distintos conceptos de física, y como afectaron el desarrollo de la física y de otras ciencias.</p> <p>Identifica y practica metodologías de ense-</p>	<p>Reconoce e interpreta información sobre nuevas posibilidades tecnológicas para el trabajo experimental.</p> <p>Selecciona y diseña formatos de comunicación de los resultados obtenidos en protocolos que permitan evaluar las actividades y competencias desarrolladas por los estudiantes, como así la redacción de comentarios y conclusiones</p> <p>Selecciona y practica metodologías de enseñanza específicamente diseñadas para afrontar las dificultades características y modelos alternativos más comunes y que mejor se adapten a las circunstancias de su docencia.</p> <p>Reflexiona sobre su propia práctica y la utiliza como objeto de investigación, para su actualización continua en contenidos temáticos, metodologías, en bibliografía y en recursos didácticos innovadores.</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La relación entre el desarrollo de los conceptos físicos y los de otras ciencias asociadas, como la matemática, química, biología y geología.</p> <p>La relación entre el desarrollo de los conceptos físicos y de sus aplicaciones tecnológicas y como afectan la vida cotidiana.</p> <p>La aplicación de los principios físicos en sistemas biológicos, químicos y geológicos.</p> <p>La interrelación entre el desarrollo histórico de la física y de otras ciencias, particularmente de la matemática.</p> <p>El impacto que las actividades humanas tienen en el entorno natural y desarrollar actitudes favorables a la preservación del medio ambiente.</p>	<p>Utiliza conceptos físicos en la descripción de fenómenos biológicos, químicos y geológicos</p> <p>Resuelve situaciones de aplicación de principios físicos a sistemas de interés biológico, tecnológico y de la vida cotidiana.</p>	<p>ñanza que tengan en cuenta las dificultades características y modelos alternativos más comunes de los distintos temas de física, identificando sus objetivos, características y condiciones de aplicación.</p> <p>Realiza prácticas e informes sobre temas que involucren la realización de tareas interdisciplinarias, en especial con la química, biología, geología y matemáticas.</p> <p>Busca y analiza sistemas biológicos, químicos, geológicos y astronómicos de aplicación de los principios de la física, seleccionando ejemplos didácticos.</p>	<p>Propone y acompaña proyectos institucionales interdisciplinarios donde se apliquen conceptos de física.</p> <p>Despierta el interés de los estudiantes por las ferias de ciencias, promoviendo en ellos la aplicación de los principios de la física.</p> <p>Interpreta necesidades sociales y nuevos diseños tecnológicos con sus riesgos e impactos ambientales, en cuanto a la producción, manejo y almacenamiento de la energía.</p>

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La importancia de las habilidades de comunicación oral y escrita y de razonamiento y como contribuir a su desarrollo.</p> <p>La importancia de utilizar distintos materiales bibliográficos disciplinares y profesionales.</p> <p>La importancia de la formación continúa para su desarrollo profesional.</p>	<p>Describe en forma oral y escrita en términos simples pero rigurosos, situaciones problemáticas de interés físico en distintos contextos.</p> <p>Utiliza libros de texto.</p> <p>Conoce la oferta de capacitación continua de su propia institución y de aquellas de su Jurisdicción.</p>	<p>Busca información en distintos medios (libros, revistas, medios de difusión pública, Internet, etc.) que le permitan comprender mejor las disciplinas y la enseñanza de física, incluyendo problemas, laboratorios y otras actividades de aprendizaje.</p> <p>Participa de reuniones científicas y/o consulta actas de congresos profesionales.</p>	<p>Integra con profesores de química, biología y otras disciplinas proyectos institucionales interdisciplinarios.</p> <p>Complementa su formación integrando nuevas perspectivas interdisciplinarias que rescaten la importancia de la física y sus aplicaciones.</p> <p>Lee y evalúa críticamente la bibliografía escolar para los cursos de su responsabilidad evaluando los mismos en cuanto a los contenidos disciplinares, los objetivos de aprendizaje y las actividades estudiantiles que se proponen para conseguirlos.</p> <p>Evalúa la comunicación de los resultados obtenidos por los alumnos, así como la redacción de comentarios y conclusiones.</p> <p>Consulta bibliografía profesional especializada (revistas, Internet, etcétera)</p> <p>Selecciona criteriosamente ofertas de capacitación profesional.</p>

Versión preliminar

Núcleo 1: Mecánica

Fundamentación

Uno de los más importantes fenómenos físicos del universo es el movimiento; las galaxias se mueven con respecto a otras galaxias, los planetas se mueven con relación a las estrellas lejanas, los sucesos que captan nuestra atención en la vida cotidiana son los relacionados con el movimiento. No hay duda de que el movimiento es un fenómeno que se debe conocer y comprender; en todos sus niveles si queremos entender el mundo que nos rodea. En la antigua Grecia Aristóteles propuso que cada sustancia tenía su lugar natural en el universo. El movimiento de un cuerpo era entonces el resultado de la búsqueda de ese lugar "natural". La filosofía natural de Aristóteles explicaba el movimiento de los objetos de la vida cotidiana de esos tiempos, con lo cual esta visión del mundo perduró por cerca de 20 siglos hasta que Galileo cambió la manera de hacer ciencia, poniendo la labor experimental y sus resultados como el eje del saber. Su maravillosa serie de experimentos dio por tierra con los principios aristoteliaños, mostrando por ejemplo que si se pudiera abstraer de la fricción, un cuerpo mantendría su movimiento de manera indefinida, a no ser que alguna interacción lo modificara.

En los siguientes 100 años Isaac Newton generalizó estos resultados, desarrollando una poderosa teoría que establece que los cambios en el estado de movimiento de un objeto son el resultado de las fuerzas que actúan sobre él. Surgió así la Mecánica Clásica o Newtoniana, que tuvo un éxito sin precedentes para explicar el movimiento de cuerpos de tamaño finito que se mueven a velocidades pequeñas comparadas con la velocidad de la luz, es decir el mundo macroscópico que nos rodea y que podemos percibir con nuestros sentidos.

El marco newtoniano fue un hito en la historia de las ciencias, que reemplazó un estado meramente descriptivo de los fenómenos por un esquema racional entre causa y efecto. Tuvo una enorme influencia, no solo en el desarrollo de la física, sino también de la matemática y todo el pensamiento occidental y la civilización en general, provocando cuestiones fundamentales acerca de las interpelaciones de la ciencia, la filosofía y la religión con repercusiones en las ideas sociales y en

otras áreas del esfuerzo humano.

Desde la enseñanza de la Física, el hecho que la Mecánica Newtoniana trate con la interpretación física de los fenómenos que observamos en nuestra vida cotidiana, es decir la física más cercana a la realidad del alumno, tiene la ventaja que la comprensión puede ser ayudada por la intuición. Pero esta cercanía genera también grandes dificultades para el aprendizaje de los conceptos básicos, ya que es en esta rama de la física donde son más fuertes y comunes los modelos alternativos, o ingenuos o de sentido común (notablemente ciertas concepciones aristotélicas), que imponen enormes obstáculos, inclusive de tipo epistemológico, para la comprensión de las ideas científicas.

En este sentido es importante destacar que ha sido sobre temas de mecánica clásica donde se ha registrado la mayor parte de la investigación educativa en física, lo cual ha llevado a que sea este campo el de mayor desarrollo en cuanto a estrategias de enseñanza basadas en la investigación educativa (Arons, 1997). Parte de las metas y desempeños propuestos suponen que estos hechos sean reconocidos y utilizados por el profesor en física, para beneficio de la enseñanza de la mecánica y demás temas de la disciplina.

En cuanto a los contenidos disciplinares, en este trabajo la Mecánica Clásica se ha desglosado en dos grandes bloques o núcleos temáticos..

- Relación fuerza-movimiento: Leyes de Newton. Fundamentos de la mecánica newtoniana para cuerpos puntuales y extensos.
- Principios de conservación en la física clásica: Conservación del momento y conservación de la energía para cuerpos puntuales y extensos.

Relación fuerza-movimiento

Este bloque presenta la primera estructura clásica del conocimiento físico, centrado en la idea de fuerza y movimiento. Es importante para establecer los primeros modelos físicos de los conceptos centrales de la Mecánica Newtoniana: espacio, tiempo, materia e interacciones, necesarios para interpretar el mundo físico que nos rodea.

Incluye la comprensión del movimiento y de las causas que lo producen en una, dos y tres dimensiones, con una práctica sostenida de múltiples representaciones en distintos contextos, actividad de gran importancia para futuros aprendizajes y práctica profesional.

Este bloque incluye la comprensión de los siguientes núcleos temáticos.

- Movimiento, descripciones cotidianas y científicas. Sistema de referencia inerciales y no inerciales. Trayectorias, vectores posición, velocidad y aceleración. Transformaciones de Galileo. Tipos de movimientos.
- Interacciones fundamentales de la naturaleza. Modelos mecánicos de fuerzas: gravitatorias, elásticas, vínculos y rozamiento. Leyes de Newton como primera síntesis de la Mecánica Clásica. Fuerzas inerciales: centrífuga, Coriolis y de arrastre. Fuerzas y movimientos.
- Sistemas Mecánicos: centro de masa, fuerzas internas y externas. Condiciones de equilibrio mecánico. Movimiento de un sistema de partículas. Cinemática y dinámica del cuerpo rígido. Gravitación: fuerzas centrales.

Principios de conservación en la física clásica

El segundo bloque brinda una visión de la Física fundada en los Principios de Conservación. En principio se busca una sólida interpretación de la acción de fuerzas conservativas y no conservativas, y sus consecuencias sobre la energía mecánica y las condiciones para su conservación. Pero también se persigue una mirada más amplia del sistema bajo estudio y de su interacción con el mundo exterior; de manera de afirmar la idea central que la energía no se crea ni se destruye, que hay un balance de las distintas formas de energía, de manera que

cuando la contribución de una forma disminuye, la misma cantidad de energía debe aparecer en algún otro lugar en alguna forma que puede ser diferente a la original. Los desempeños sugeridos conforman un primer paso en la afirmación de principio de conservación de la energía, principio de fundamental importancia para el funcionamiento y la descripción del mundo natural y que será luego consolidado en Termodinámica y otras ramas de la Física.

En síntesis este Bloque busca la comprensión cualitativa y operacional de los efectos de fuerzas aplicadas durante un dado desplazamiento o durante un intervalo de tiempo, que dan lugar a la representación de fenómenos físicos mediante la relación trabajo-energía e impulso-cantidad de movimiento, y sus respectivos principios de conservación.

Incluye la comprensión de los siguientes núcleos temáticos.

- Momento lineal. Impulso y momento. Conservación del momento lineal o cantidad de movimiento y conservación del momento angular.
- Trabajo mecánico: realizado por una fuerza constante y variable. Relación entre el trabajo y la variación de la energía (traslacional y rotacional).
- Energía potencial. Fuerzas conservativas. Conservación de la energía mecánica. Sistemas conservativos.
- Trabajo realizado sobre un sistema por fuerzas externas. Energía interna en un sistema de partículas. Trabajo de la fuerza de fricción.
- Conservación de la energía mecánica en un sistema de partículas. Transferencia de la energía por calor. Primera ley de la Termodinámica.
- Mecánica de fluidos.

Las Metas de Comprensión o de Aprendizaje de la Mecánica, y el correspondiente repertorio de Desempeños y de Experiencias de Aprendizaje, son explicitadas en el siguiente cuadro, desagregados en tres etapas o niveles, según lo descrito en la Introducción.

Mapas de progreso

Metas		Fuerza y Movimiento Descriptor del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>El significado de las variables cinemáticas, sus diferencias y similitudes.</p> <p>El significado de los distintos tipos de representación de un movimiento y sus características.</p>	<p>Observa, analiza y describe movimientos en forma cualitativa, con términos simples, pero precisos.</p> <p>Interpreta gráficas de posición, velocidad y aceleración vs tiempo, y las reproduce con su cuerpo cuando sea posible.</p> <p>Describe cualitativa y cuantitativamente las trayectorias de diversos objetos de su entorno que se mueven en un plano.</p> <p>Representa movimientos en forma diagramática, gráfica, algebraica y textual en situaciones problemáticas que resalten su importancia para el análisis cualitativo del sistema, cambiando de tipo de representación.</p> <p>Resuelve problemas cualitativos y cuantitativos del movimiento de uno y dos móviles, en diversos contextos y sistemas de referencia. Predice la evolución de movimientos verificando, de ser posible, experimentalmente la respuesta.</p> <p>Trabaja en pequeños grupos colaborativos para realizar y analizar experiencias guiadas, adquiriendo práctica en la elección de instrumentos de medición apropiados</p>	<p>Resuelve situaciones problemáticas complejas que necesiten del cálculo vectorial en una, dos y tres dimensiones.</p> <p>Reconoce la evolución histórica de los conceptos e ideas de interacciones mecánicas, eléctricas y magnéticas hasta principios del siglo XX y los relaciona con las distintas propuestas didácticas.</p> <p>Reconoce y adquiere experiencia en el uso de metodologías de enseñanza específicamente diseñadas para trabajar las dificultades características y modelos alternativos más comunes de la relación fuerzamovimiento.</p>	<p>Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre las interacciones mecánicas, las definiciones de las magnitudes físicas y las leyes y modelos que describen la relación fuerzamovimiento.</p> <p>Analiza la bibliografía escolar para los cursos de mecánica, evaluando la misma respecto a contenidos disciplinares, objetivos de aprendizaje y las actividades estudiantiles que se proponen para conseguirlos.</p> <p>Selecciona y utiliza metodologías de enseñanza específicamente diseñadas para trabajar sobre las dificultades características y modelos alternativos más comunes de la relación fuerzamovimiento y que mejor se adapten a las circunstancias de su docencia, proponiendo ejemplos en distintos contextos.</p> <p>Selecciona y utiliza experiencias para el aprendizaje conceptual de diversos temas de mecánica con elementos de bajo costo y fácil acceso, que desarrollen habilidades experimentales en los estudiantes.</p>

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Que la descripción del movimiento depende del observador:</p>	<p>para la determinación de las magnitudes cinemáticas.</p> <p>Reconoce la necesidad de utilizar las ecuaciones de transformación cuando se debe resolver un problema que requiere información de diferentes sistemas de referencia.</p> <p>Establece relaciones significativas entre los conceptos de observador, sistema de referencia, proceso de medición e instrumentos.</p> <p>Calcula variables relacionadas con los movimientos en distintos sistemas de referencia inerciales, comprendiendo los valores obtenidos en función del sistema de referencia utilizado.</p>	<p>Resuelve situaciones problemáticas que permitan analizar y reflexionar sobre el rol del observador en la medición del tiempo y del espacio.</p> <p>Reconoce dificultades de aprendizaje características del movimiento relativo.</p> <p>Reconoce propuestas didácticas para el aprendizaje conceptual de la relatividad especial.</p>	<p>Selecciona y utiliza experiencias para el aprendizaje conceptual de diversos temas de mecánica con elementos de alta tecnología pero de costo muy bajo como simulación, Fislets, análisis de videos, etcétera.</p> <p>Interpreta información sobre nuevos diseños tecnológicos para el uso y aplicación de los fenómenos mecánicos en aparatos de uso cotidiano o en la industria.</p> <p>Propone experiencias didácticas que muestran aplicaciones tecnológicas de los Principios de Pascal y Arquímedes.</p>
<p>El origen y la acción de las fuerzas más comunes.</p>	<p>Describe y analiza en situaciones simples los efectos de algunas interacciones mecánicas, resolviendo situaciones problemáticas aplicando las Leyes de Newton.</p>	<p>Diseña, construye y utiliza experimentos simples que permiten indagar sobre la relación fuerzavivimiento en sistemas simples o de la vida cotidiana.</p>	<p>Relaciona la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de interacciones mecánicas, eléctricas y magnéticas hasta principios del siglo XX con la elección de su propuesta didáctica (modelos conceptuales a enseñar).</p>
<p>La relación entre fuerza y movimiento.</p>	<p>Formula preguntas y realiza conjeturas sobre consecuencias de las fuerzas que actúan sobre objetos en contextos cotidianos.</p> <p>Analiza y resuelve situaciones problemáticas donde intervienen fuerzas y aceleraciones variables.</p>	<p>Adquiere experiencia con metodologías de enseñanza diseñadas para abordar las dificultades características y modelos alternativos más comunes de la relación fuerzavivimiento, marcando sus objetivos, características y condiciones de aplicación.</p>	

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Las características de la interacción gravitatoria.</p> <p>Las características de los sistemas no inerciales.</p> <p>El concepto de Centro de masa de un sistema de partículas y su relación con el movimiento de un cuerpo extendido.</p> <p>El concepto de momento de una fuerza y las condiciones de equilibrio de un cuerpo rígido extendido.</p> <p>Las características del movimiento oscilatorio</p> <p>Los principios de la mecánica clásica en fluidos simples estáticos.</p> <p>La importancia de la actividad experimental para la descripción y explicación de fuerza y movimiento.</p>	<p>Describe cualitativa y cuantitativamente el movimiento de planetas, influencia de la Luna en el movimiento de la Tierra, y movimientos de otros cuerpos celestes, reconociendo la naturaleza e importancia de la idea de campo de fuerzas.</p> <p>Analiza y resuelve problemas relativos a movimientos rototraslatorios de la vida cotidiana.</p> <p>Analiza y describe los efectos de una fuerza aplicada sobre un cuerpo rígido extendido.</p> <p>Resuelve problemas de dinámica de rotación, que involucren el cálculo vectorial de las diversas magnitudes físicas involucradas.</p> <p>Resuelve cualitativa y cuantitativamente situaciones problemáticas o de laboratorio donde se utilicen las condiciones de equilibrio de traslación y de rotación.</p> <p>Analiza y describe el movimiento oscilatorio del sistema resorte–masa.</p> <p>Aplica en diversos fenómenos cotidianos los principios de fluidos en reposo.</p> <p>Observa, analiza y mide con instrumentos de fácil acceso para describir físicamente el movimiento de objetos de la vida co-</p>	<p>Reconoce e interpreta información periódica sobre nuevas tecnologías que incluyan principios o aplicaciones de la mecánica clásica.</p> <p>Busca información en distintos medios (libros, revistas, medios de difusión pública, Internet, etcétera) que le permitan diseñar la enseñanza de la mecánica, incluyendo problemas y laboratorios en distintos contextos.</p> <p>Analiza, describe y explica el movimiento en sistemas no inerciales, resolviendo cualitativa y cuantitativamente situaciones problemáticas donde aparecen fuerzas “ficticias”.</p> <p>Explica, transfiere y aplica los conceptos de la mecánica clásica a nuevas situaciones y a nuevos aprendizajes.</p> <p>Resuelve cualitativa y cuantitativamente situaciones problemáticas que impliquen relacionar las variables físicas que intervienen en un movimiento oscilatorio.</p> <p>Diseña experiencias diseñadas para el aprendizaje conceptual de diversos temas de mecánica, utilizando elementos de</p>	

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La evolución histórica de la relación fuerza-movimiento.</p> <p>Las raíces epistemológicas de dificultades de aprendizaje características de cada tema de la física clásica y su universalidad.</p> <p>Las limitaciones y alcances de la descripción clásica o newtoniana</p>	<p>Realiza prácticas destinadas a favorecer la comprensión conceptual de las leyes de Newton, utilizando diferentes elementos de alta y baja tecnología (cronómetros, interfase, sensores, software, simulaciones, fislets, análisis de videos, etcétera)</p> <p>Reconoce las características de los instrumentos de medición para los distintos sistemas.</p> <p>Reconoce el rango de validez de las distintas descripciones de fuerza y movimiento y su evolución histórica</p> <p>Resuelve situaciones problemáticas que permiten identificar las características de las situaciones resolubles mediante la mecánica clásica y reconoce los límites de la misma.</p> <p>Realiza tareas que permitan reconocer la importancia de la Física en el origen del cálculo infinitesimal y de su necesidad para el desarrollo de la Física.</p>	<p>alta tecnología pero de costo muy bajo como simulación, fislets, análisis de videos, etcétera.</p> <p>Selecciona experiencias para el aprendizaje conceptual de diversos temas de mecánica con elementos de bajo costo y fácil acceso, que desarrollen habilidades experimentales en los estudiantes.</p> <p>Reconoce y practica metodologías de enseñanza que hacen un uso efectivo de equipamiento para la toma y análisis de datos en tiempo real.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica sobre los conceptos de fuerza y movimiento, y cómo afectaron el desarrollo de la física y de otras ciencias.</p> <p>Reconoce los problemas de aprendizaje característicos de las variables cinemáticas y del concepto fuerza.</p> <p>Reconoce la naturaleza epistemológica de algunos problemas de aprendizaje que involucran la relación fuerza-movimiento.</p>	

Principios de Conservación

Descriptores del alcance de la comprensión

Metas

El alumno de profesorado debe comprender

Las consecuencias de una fuerza que actúa durante un desplazamiento y los efectos de la misma fuerza actuando durante un intervalo de tiempo y sus diferencias.

La relación del trabajo con las energías puestas en juego y las estrategias para su aplicación en diversos sistemas simples.

El concepto de campo gravitatorio y de energía potencial gravitatoria.

La importancia de la actividad experimental para la descripción y explicación de fenómenos físicos mediante principios de conservación.

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Resuelve situaciones problemáticas que permitan identificar la relación entre el impulso y la variación del momento lineal, así como la relación entre el trabajo y la variación de la energía.

Realiza análisis cualitativos y cuantitativos de diversas situaciones problemáticas, con énfasis en la identificación de la situación planteada, el sistema de análisis, relación entre fuerzas, trabajos y variaciones de energía, para inferir el movimiento posterior del sistema.

Reconoce y resuelve en diversas aplicaciones problemáticas, las relaciones entre fuerza, trabajo, energía y potencia.

Resuelve situaciones problemáticas que permitan reconocer distintos tipos de energía (cinética, potencial gravitatoria y elástica), y como son afectadas por el trabajo realizado por fuerzas conservativas y no conservativas.

Manipula, observa y analiza, experiencias de sistemas donde sea posible que se conserve y donde no se conserve la energía mecánica.

Describe, analiza y evalúa críticamente,

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Reconoce y practica experiencias didácticas que favorezcan la comprensión de fenómenos mecánicos en términos de energía y su conservación.

Describe, predice y explica en forma oral y escrita, la conservación de la energía en fenómenos mecánicos del mundo que nos rodea, utilizando distintas representaciones y analogías, con precisión, sencillez y capacidad de síntesis.

Selecciona formatos de informes de laboratorio que favorezcan el aprendizaje conceptual y la formación de habilidades de expresión.

Selecciona experiencias que permitan fa-

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre la descripción de fenómenos físicos en términos de principios de conservación.

Selecciona e interpreta diseños tecnológicos cotidianos y/o novedosos que involucren fenómenos mecánicos descritos en términos de energía, impulso o cantidad de movimiento.

Selecciona y utiliza experiencias de clase que permitan describir, predecir y explicar (cualitativa y cuantitativamente) mediante principios de conservación sistemas simples o de la vida cotidiana que faciliten el aprendizaje conceptual de sus estudiantes.

Realiza una síntesis histórica sobre los usos de la energía hasta la actualidad, explicando ventajas y desventajas, tanto desde el punto de vista técnico como sociocultural.

Relaciona la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de energía mecánica y principios de conservación hasta principios del siglo XX con el diseño de su propuesta didáctica (modelos conceptuales a

Versión preliminar

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>El concepto de energía, las condiciones para su conservación y el significado de la Primera ley de la Termodinámica.</p> <p>El impacto que el consumo de energía de las actividades humanas tienen en el entorno natural.</p> <p>El carácter históricossocial cambiante y transformador de los procesos de producción del conocimiento respecto de la energía.</p>	<p>actividades experimentales relacionadas con los principios de conservación, las relaciones entre los conceptos, las hipótesis, predicciones, procedimientos experimentales, datos, resultados y conclusiones de las experiencias.</p> <p>Explica y expresa con diversas representaciones (diagramática, gráfica, textual y algebraica) situaciones problemáticas sobre energía y su conservación.</p> <p>Reconoce la relación entre el trabajo de las fuerzas conservativas y no conservativas y las energías potencial gravitatoria y elástica, la energía cinética y la energía interna, en el marco de la Primera Ley de la Termodinámica.</p> <p>Interpreta el Principio de Conservación de la Energía en sistemas donde se manifieste el balance de distintos tipos de energía.</p> <p>Explicita la Primera Ley de la Termodinámica y la presenta como la expresión matemática del Principio general de conservación de la energía.</p> <p>Aplica la conservación de la energía a sistemas biológicos simples y entiende sus consecuencias.</p>	<p>favorecer la comprensión de fenómenos que conserven y que no conserven la energía mecánica, entendiendo diferencias y similitudes.</p> <p>Desarrolla capacidades para explicar en forma oral y escrita fenómenos físicos de la vida cotidiana donde sean relevantes la energía y su conservación, en lenguaje coloquial y términos simples, accesible a no especialistas.</p> <p>Reconoce estrategias didácticas que destacan el poder y alcance de la aplicación de principios de conservación en situaciones relevantes tanto de laboratorio como de la vida cotidiana.</p> <p>Evalúa las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que generan el uso de distintas fuentes de energía (primarias y secundarias) y las posibilidades y conveniencias desde el punto de vista de la sociedad argentina.</p> <p>Debate, sobre la base de lecturas de documentos de divulgación científica, sobre la utilización y conservación de la energía.</p> <p>Fundamenta las bases del uso de la ener-</p>	<p>enseñar)</p> <p>Selecciona o diseña y utiliza experiencias de laboratorio que favorezcan la comprensión conceptual de las energías potencial gravitatoria y elástica y la cinética, su interrelación y balance, utilizando instrumentos económicos y de fácil obtención.</p> <p>Interpreta necesidades sociales y nuevos diseños tecnológicos con sus riesgos e impactos ambientales, en cuanto a la producción, manejo y almacenamiento de la energía y de la energía mecánica</p> <p>Propone y acompaña proyectos institucionales interdisciplinarios donde se apliquen conceptos de mecánica clásica.</p> <p>Despierta el interés de los estudiantes por las ferias de ciencias, promoviendo en ellos la aplicación de los principios de la mecánica.</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
Los principios de la mecánica clásica en fluidos simples en movimiento.	<p>Desarrolla actitudes favorables a la conservación y utilización de la energía</p> <p>Relaciona los principios de conservación con las consecuencias de sus aplicaciones y usos en la vida cotidiana a lo largo de la historia.</p>	<p>gía nuclear y sus beneficios y riesgos en la generación de energía, medicina y otras aplicaciones.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de los principios de conservación hasta principios del siglo XX.</p>		
Los principios de conservación del momento lineal y angular.	<p>Resuelve problemas de dinámica de rotación que involucren la conservación del momento lineal y del momento en sistemas simples de interés práctico.</p>	<p>Busca e interpreta diseños tecnológicos cotidianos y/o novedosos que involucren en lo posible la conservación de la energía o de la cantidad de movimiento.</p>		
Los principios de la mecánica clásica en fluidos simples en movimiento.	<p>Analiza, debate y explica los principios de conservación en fluidos.</p> <p>Resuelve situaciones que involucran aplicación de la mecánica a fluidos y sus aplicaciones en sistemas de interés biológico, tecnológico y de la vida cotidiana.</p>	<p>Propone experimentos didácticos simples de aplicación de los Principios de Pascal y Arquímedes, en lo posible en situaciones de la vida cotidiana.</p>		
La existencia de formulaciones de la mecánica alternativas a la Newtoniana.	<p>Reconoce la estructura de las formulaciones lagrangiana y hamiltoniana, sus similitudes y diferencias.</p>	<p>Establece vínculos entre los conceptos de simetría, leyes de conservación y estructura de la mecánica</p>	<p>Reconoce el vínculo entre las diferentes descripciones de la mecánica con otros núcleos conceptuales como la mecánica estadística y la mecánica cuántica.</p>	
El esquema de la formulación lagrangiana y hamiltoniana.	<p>Establece los mecanismos de representación de las diferentes formulaciones de la mecánica.</p>	<p>Reconoce las equivalencias y diferencias entre los distintos niveles de interrelación de la mecánica de acuerdo a la descripción usada.</p>		
El concepto de Hamiltoniano y su vinculación con la energía	<p>Vincula los esquemas de formulación de la mecánica con la simetría del problema.</p> <p>Establece la vinculación de simetrías y cantidades que se conservan.</p>			

Version preliminar

Núcleo 2: Electricidad y magnetismo

Fundamentación

La electromagnética es otra interacción fundamental, mucho más intensa que la gravitatoria en ciertos sistemas y, en particular, en el dominio que nos es familiar. En efecto, las fuerzas que actúan en la escala macroscópica, responsables de la estructura de la materia y de casi la totalidad de los fenómenos físicos y químicos que intervienen en nuestra vida diaria son de naturaleza electromagnética. Es así que muchas propiedades de los materiales sólidos y líquidos son de índole electromagnética, entre ellas la elasticidad de los sólidos y la tensión superficial de los líquidos, por ejemplo. Éstas, a su vez, se proyectan en fuerzas de resorte, fricción entre cuerpos que deslizan unos respecto de otros, la fuerza normal que aparece al poner cuerpos en contacto, etc., ya que en todos estos casos provienen de la interacción electromagnética entre los átomos. Esto no quiere decir que sus efectos puedan ser analizados siempre por la Física Clásica. En todo aquello que depende de la escala atómica —que tiene también reflejos macroscópicos— es preciso emplear la Física Cuántica. Sin embargo, la interacción relevante, también en el tratamiento cuántico es electromagnética.

Siguiendo de alguna manera las construcciones de los científicos, que con sus trabajos experimentales y teóricos fueron dando las leyes básicas que describen estos fenómenos, se comprende estudiar primero las nociones eléctricas y magnéticas separadamente a fin de dar cuenta de lo ocurrido históricamente (Electricidad y Magnetismo). La primera unificación de estas nociones aparece al introducir el concepto de campo y mencionarlos como campos eléctricos y campos magnéticos. Pero posterior a Maxwell y luego con lo aportado por la relatividad de Einstein, aparece en la actualidad una interpretación que lleva a denominarlos campos electromagnéticos, mostrando su interrelación cuando se producen variaciones temporales de los mismos. Es por eso que de un análisis de interacciones electro y magnetostáticas se culmina con situaciones llamadas electrodinámicas o de campos variables (Electromagnetismo).

Los contenidos disciplinares se han desglosados en cuatro grandes bloques o núcleos temáticos.

- La interacción eléctrica
- La interacción magnética
- Campos estáticos
- Campos Dinámicos

La interacción eléctrica

En este bloque se definen las magnitudes físicas que responden a las primeras observaciones y formulaciones experimentales sobre la electricidad (la noción de carga, polaridad y las leyes que describen las interacciones entre cargas).. Comprender estas definiciones permite a la vez aceptar los planteos posteriores que surgen de reflexionar sobre la denominada “acción a distancia”. Estos razonamientos posibilitan avanzar en la descripción de lo que genera una carga en su espacio circundante (noción de “fuente” de campo eléctrico”) y definir a la vez funciones matemáticas vectoriales y escalares que son aceptadas por la comunidad científica, como muy útiles para describir las propiedades eléctricas en dicho espacio.

Estos modelos y teorías, son precisos y coherentes con observaciones y mediciones, tienen formulaciones con validez limitadas y se tratan (como en los dos bloques siguientes), de situaciones denominadas “estáticas”. Un estudio detallado de estas nociones y limitaciones, es importante para explicar y predecir fenómenos eléctricos cotidianos como así ingeniosas aplicaciones y desarrollos tecnológicos. En particular, fenómenos eléctricos que se deben al control de las cargas y de su movimiento estacionario (corrientes continuas). La noción de campo eléctrico aparece asociada a que los campos portan energía (es decir que almacenan energía o que se puede extraer energía de ellos para realizar

un trabajo o que transfieren energía a cargas). Esta realidad, permite a la vez comprender como se entiende la energía eléctrica en un sistema atómico, cómo aparece su transferencia en circuitos eléctricos o cómo se mide su disipación en otras formas de energía.

Se destacan los aportes y construcciones experimentales y teóricas, de científicos como Coulomb, Faraday, Volta, Ohm, Kirchhoff. Es importante conocer y comprender sus históricas contribuciones, que fundamentan epistemológicamente la construcción teórica del área.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Fundamentos de Campo Eléctrico
 - ◆ Cargas eléctricas
 - ◆ Campos Eléctricos
 - ◆ Energía y trabajo eléctricos
 - ◆ Potencial Eléctrico
- Corrientes eléctricas continuas
 - ◆ Control de corrientes
 - ◆ Análisis de circuitos eléctricos
 - ◆ Energía eléctrica y potencia eléctrica

La interacción magnética

El comprender el bloque 1) permite construir modelos teóricos y experimentales similares para el tema del bloque 2). En este caso también se considera la noción de “fuente” de campo (magnético); se genera la idea de polaridad y de polo magnético y se expresa la influencia en el espacio de los dipolos magnéticos, poniendo de nuevo en cuestión las “interacciones a distancia”, aunque esta vez las interacciones son, dipolo-dipolo; dipolo-campo- y corriente-campo.

Aquí también se considera la posibilidad de analizar sistemas que almacenan energía en los campos magnéticos y como se transfiere a otras formas de energía. De esta manera también un estudio detallado de estas nociones, es importante para explicar y predecir fenómenos magnéticos cotidianos como así ingeniosas aplicaciones y desarrollos tecnológicos. Se destacan los aportes y construcciones experimentales y teóricas, de científicos como Oersted, Faraday, Ampere.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Fundamentos de Campo Magnético
- Campos Magnéticos
- Corrientes e imanes
- Energía en sistemas magnéticos

Campos estáticos

Con el objeto de explicar y predecir las interacciones eléctricas y magnéticas y de múltiples efectos sobre cargas eléctricas, es necesario recurrir al cálculo del Análisis Matemático, para cuantificar dichos efectos y predicciones. La formulación de Leyes con estructura matemática, logra la coherencia suficiente para este objetivo. Se destacan los aportes y construcciones experimentales y teóricas, de científicos como Faraday, Ampere, Gauss. Finalmente comprender el análisis de simetrías, como método matemático y de observación, permite entender nuevos razonamientos que simplifican y dan visiones más avanzadas para la descripción cualitativa y cuantitativa de los fenómenos eléctricos y magnéticos.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Campos estáticos
- Ley de Gauss
- Ley de Ampere
- Propiedades eléctricas de la materia
- Propiedades magnéticas de la materia

Campos Dinámicos

En este bloque se consideran las situaciones denominadas “no estáticas” incorporando la dimensión temporal, eje alrededor del cual se estructura la teoría electromagnética y que permite avanzar con un posterior análisis de estos fenómenos desde la Teoría de la Relatividad. Comprender que la variación de los campos eléctricos y magnéticos con el tiempo constituyen las “fuentes” de producción de campos constituye en el eje central de este bloque.

El análisis de los trabajos experimentales de Faraday y sus interpretaciones, y los posteriores trabajos teóricos de Maxwell y sus interpretaciones, serán fundamentos para la construcción de un electromagnetismo dinámico, capaz de describir los campos electromagnéticos variables en el tiempo y sus consecuen-

cias, como así dos interpretaciones que significaron un gran salto en el entendimiento de la naturaleza: las ondas electromagnéticas y su generación y la interpretación ondulatoria de la luz.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- El campo electromagnético
- Ecuaciones de Maxwell
- Inducción
- Ondas electromagnéticas

Mapas de progreso

Metas		La interacción eléctrica Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Cuál es la naturaleza de la carga eléctrica.</p> <p>Cómo se describen (Leyes) las interacciones eléctricas</p> <p>Que una configuración de cargas almacena energía y donde se almacena</p> <p>El Campo Eléctrico y el Potencial que generan distintas distribuciones de carga</p> <p>Que se entiende por “circuito eléctrico” y cómo se representan simbólicamente los componentes que se conectan en un circuito.</p>	<p>Manipula, observa y analiza experiencias de carga y de interacciones electrostáticas.</p> <p>Predice y calcula efectos de distribuciones de cargas eléctricas sobre otras cargas o sobre el espacio que las rodea.</p> <p>Describe y calcula energías eléctricas y potenciales eléctricos debidos a diversas distribuciones de cargas. Utiliza distintas unidades.</p> <p>Manipula, observa y analiza, experiencias de medida y cálculos de las magnitudes físicas en circuitos eléctricos</p>	<p>Predice y explica (cuali y cuantitativamente) efectos de las interacciones eléctricas electrostáticas en situaciones de clase de laboratorio.</p> <p>Diseña experiencias que permitan favorecer la comprensión de fenómenos electrostáticos.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de interacciones eléctricas y de Campo Eléctrico hasta principios del siglo XX.</p> <p>Integra los conceptos energéticos eléctricos</p>	<p>Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre las interacciones electrostáticas, las definiciones de las magnitudes físicas y las Leyes y modelos que describen tales interacciones.</p> <p>Relaciona la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de interacciones eléctricas y de Campo Eléctrico hasta principios del siglo XX con el diseño de su propuesta didáctica (modelos conceptuales a enseñar).</p> <p>Selecciona y diseña modelos conceptuales</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>El Funcionamiento de diferentes baterías de uso cotidiano.</p> <p>Cuál es la noción de fuerza electromotriz.</p> <p>El comportamiento de la materia como conductor, aislante y el concepto de resistencia eléctrica</p> <p>Que efectos se logran al considerarse conductores cargados</p> <p>Como se relacionan los conceptos anteriores con las aplicaciones y usos en la vida cotidiana (como se transfieren conceptos científicos a desarrollos tecnológicos)</p>	<p>Interpreta como afecta la noción de fuerza electromotriz (f.e.m.) en el cálculo y la medición de corrientes y diferencia de potencial (d.d.p.) de un circuito.</p> <p>Registra datos de mediciones y representa los mismos en protocolos gráficos apropiados y comunica los resultados de mediciones, criticando los mismos, utilizando recursos tecnológicos tradicionales y nuevas tecnologías.</p> <p>Identifica componentes eléctricos reales (resistencias, baterías, instrumentos de medición) e interpreta sus posiciones y funciones en circuitos eléctricos simbólicos.</p> <p>Describe las magnitudes físicas y leyes experimentales relacionadas con los efectos de conductores cargados.</p> <p>Identifica componentes eléctricos con aparatos o equipos alimentados por pilas o baterías Interpreta sus posiciones y funciones en circuitos eléctricos simbólicos.</p> <p>Manipula, mide e interpreta en distintos diseños de capacitores, potenciales almacenados y valores característicos de capacitancias.</p>	<p>cos en la idea de energía y sus distintas formas de manifestación.</p> <p>Describe, predice y explica (cuali-cuantitativamente) la conexión de componentes eléctricos, aparatos o equipos electrodomésticos en circuitos eléctricos simbólicos y reales. Interpreta sus posiciones, funciones y efectos en cuanto a perturbaciones en el circuito y a consumos de energía.</p> <p>Describe, predice y explica (cuali-cuantitativamente) la conexión de componentes eléctricos de seguridad en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Comunica y explicita estudios y procedimientos realizados en el laboratorio, expresando resultados de mediciones y su correspondiente análisis</p> <p>Reconoce e interpreta información sobre nuevos diseños tecnológicos de los instrumentos de medición eléctricos.</p> <p>Diseña experiencias de laboratorio utilizando recursos tecnológicos tradicionales y nuevas tecnologías.</p>	<p>y experiencias (didácticas y problematizadoras) que permitan favorecer la comprensión de fenómenos electrostáticos en el contexto de su clase.</p> <p>Diseña experiencias de clase (con circuitos eléctricos análogos) que permitan describir, predecir y explicar (cualitativa y cuantitativamente) la conexión de componentes eléctricos, aparatos de seguridad o equipos electro domésticos en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Propone y diseña la comunicación de los resultados obtenidos en protocolos que permitan evaluar las actividades y competencias desarrolladas, como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p> <p>Justifica diseños propios de enseñanza para los fenómenos electrostáticos.</p> <p>Interpreta información sobre nuevos diseños tecnológicos para el uso y aplicación de los fenómenos electrostáticos en aparatos de uso cotidiano o en la industria.</p> <p>Justifica diseños propios de enseñanza para comprender circuitos y conexiones electromagnéticas simples.</p> <p>Reconoce e interpreta información sobre</p>	

Metas	Descriptores del alcance de la comprensión		
	El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial
			<p>nuevos diseños tecnológicos para la medición, seguridad o manipulación de componentes en circuitos eléctricos domésticos o en la industria.</p> <p>Interpreta necesidades sociales y nuevos diseños tecnológicos con sus riesgos e impactos ambientales, en cuanto a la producción, manejo y almacenamiento de la energía eléctrica.</p> <p>Evalúa la comunicación de los resultados obtenidos por los alumnos como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p>

Versión preliminar

Metas	La interacción magnética Descriptores del alcance de la comprensión		
	El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial
<p>La naturaleza de los dipolos magnético.</p> <p>Qué generan los imanes y las corrientes eléctricas a su alrededor.</p> <p>Cómo se describen las interacciones magnéticas (Leyes).</p> <p>Cuáles son las fuentes de Campo Magnético.</p>	<p>Manipula, observa y analiza, experiencias de magnetización y de interacciones magnéticas.</p> <p>Predice y calcula efectos de dipolos magnéticos y de distribuciones de corrientes eléctricas sobre el espacio que las rodea, sobre cargas eléctricas o sobre otras cor-</p>	<p>Predice y explica (cuali y cuantitativamente) efectos de las interacciones magnéticas (magnetostáticas) en situaciones de clase de laboratorio</p> <p>Diseña experiencias que permitan favorecer la comprensión de fenómenos magnéticos usando recursos tecnológicos</p>	<p>Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre las interacciones magnéticas, las definiciones de las magnitudes físicas y las Leyes y modelos que describen tales interacciones.</p> <p>Diseña experiencias (didácticas y prob-</p>

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>co. La experiencia de Oersted.</p> <p>Cómo determinar el Campo Magnético que generan distintas distribuciones de corriente.</p> <p>El Principio de superposición.</p> <p>Las características de las fuerzas magnéticas y sus efectos sobre cargas o corrientes.</p> <p>Cómo se relacionan los conceptos anteriores con las aplicaciones y usos en la vida cotidiana (como se transfieren conceptos científicos a desarrollos tecnológicos)</p>	<p>rientes eléctricas colocadas en este espacio.</p> <p>Identifica componentes eléctricos reales que utilizan campos magnéticos (electroimanes, imanes permanentes, resistencias, baterías, instrumentos de medición, etc) e interpreta sus conexiones y funciones en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Registra datos de mediciones y representa los mismos en protocolos gráficos apropiados y comunica los resultados de mediciones, criticando los mismos utilizando recursos tecnológicos tradicionales y nuevas tecnologías.</p>	<p>tradicionales y nuevas tecnologías.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica sobre los conceptos e ideas de interacciones magnéticas y de Campo Magnético hasta principios del siglo XX.</p> <p>Describe, explica y predice en forma oral y escrita, la física de fenómenos eléctricos y magnéticos cotidianos del mundo que nos rodea, utilizando distintas representaciones y analogías, con precisión, sencillez y capacidad de síntesis.</p> <p>Busca e interpreta diseños tecnológicos cotidianos y/o novedosos que involucren fenómenos magnetostáticos.</p> <p>Comunica y explicita estudios y procedimientos realizados en el laboratorio, expresando resultados de mediciones y su correspondiente análisis.</p>	<p>lematizadoras) que permitan favorecer la comprensión de fenómenos magnéticos en el contexto de su clase.</p> <p>Selecciona e interpreta diseños tecnológicos cotidianos y/o novedosos que involucren fenómenos magnetostáticos o electromagnéticos y que se entiendan con los modelos científicos estudiados.</p> <p>Diseña experiencias de clase (con circuitos eléctricos análogos) que permitan describir, predecir y explicar (cuali-cuantitativamente) la conexión de componentes electromagnéticos, aparatos de seguridad o equipos electrodomésticos en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Selecciona y adecua los materiales necesarios para sus clases utilizando recursos tecnológicos tradicionales así como las nuevas tecnologías disponibles en el mercado.</p> <p>Propone y diseña la comunicación de los resultados obtenidos en protocolos que permitan evaluar las actividades y competencias desarrolladas, como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p>

Metas

La interacción magnética Descriptores del alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Que construcciones matemáticas permiten describir operaciones integrales y diferenciales de campos vectoriales.

La Ley de Gauss y la Ley de Ampere, definiciones, usos y limitaciones.

Como determinar Campos Eléctricos y Magnéticos que generan distintas distribuciones de cargas y corrientes.

El comportamiento de la materia cuando se la sumerge en un campo eléctrico o en uno magnético. Qué magnitudes físicas describen estos comportamientos y cómo se denomina a los materiales según sus propiedades eléctricas o magnéticas.

Las modificaciones de La Ley de Gauss y la Ley de Ampere, en presencia de medios materiales.

Cómo influyen las propiedades eléctricas o magnéticas en dispositivos que utilizan campos eléctricos o magnéticos (capacitores, electroimanes, etcétera).

Como se relacionan los conceptos anteriores con las aplicaciones y usos en la vida cotidiana (como se transfieren conceptos científicos a desarrollos tecnológicos).

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Aplica las leyes experimentales y teóricas, para calcular campos e interacciones (eléctricas y magnéticas).

Utiliza descripciones integrales y diferenciales del cálculo vectorial, para los campos vectoriales Eléctrico y Magnético. Relaciona tales descripciones.

Describe simetrías que cumplen las fuentes de campos (eléctricos y magnéticos) y sus efectos (los propios campos). Relaciona estas simetrías con las leyes y los cálculos analíticos, a fin de confirmar la simplificación de los mismos. Trabaja con diversos ejemplos típicos (tales como distribuciones de carga o corrientes, con simetría cilíndrica, axial, etcétera).

Utiliza representaciones gráficas para describir propiedades de los campos.

Calcula y predice efectos de las interacciones electromagnéticas, sobre cargas y corrientes y sobre distintos materiales inmersos en tales campos

Utiliza recursos informáticos (interfaces) para facilitar las representaciones de los efectos e interacciones antes mencionadas.

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Predice y explica (cuali y cuantitativamente) utilizando análisis de simetrías, los efectos de las interacciones eléctricas y magnéticas en situaciones de clase de laboratorio.

Diseña experiencias que permitan favorecer la comprensión y la predicción mediante el cálculo, de fenómenos electromagnéticos estáticos.

Describe, explica y predice en forma oral y escrita, la física de fenómenos eléctricos y magnéticos cotidianos utilizando distintas representaciones y analogías, con precisión, sencillez y capacidad de síntesis.

Relaciona el comportamiento de los materiales inmersos en campos electromagnéticos con sus propiedades atómicas y moleculares.

Busca e interpreta diseños tecnológicos cotidianos y/o novedosos que involucren fenómenos electro y magnetostáticos, relacionados a los fenómenos trabajados en clase y al comportamiento de los materiales inmersos en tales campos.

Comunica y explicita estudios y procedimientos realizados en el laboratorio,

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre las interacciones eléctricas y magnéticas, las definiciones de las magnitudes físicas y las Leyes y modelos que describen tales interacciones, en sus formulaciones matemáticas integro diferenciales.

Relaciona la evolución histórica y epistemológica sobre los conceptos e ideas de interacciones eléctricas y magnéticas, (Leyes) hasta principios del siglo XX con el diseño de su propuesta didáctica (modelos conceptuales a enseñar).

Selecciona y diseña modelos conceptuales y experiencias (didácticas y problematizadoras) que permitan favorecer la comprensión mediante el cálculo y el análisis de simetrías, de la conexión de componentes eléctricos, que utilizan campos eléctricos y magnéticos, aparatos de seguridad o equipos electrodomésticos en circuitos electromagnéticos simbólicos y en reales.

Diseña experiencias (didácticas problematizadoras) que permitan favorecer la comprensión de fenómenos eléctricos y magnéticos en el contexto de su clase y en sus formulaciones matemáticas.

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
		<p>expresando resultados de mediciones y su correspondientes análisis.</p>	<p>Diseña experiencias de clase (con circuitos eléctricos y magnéticos análogos) que permitan describir, predecir y explicar (cuali-cuantitativamente.) la conexión de componentes electromagnéticos, aparatos de seguridad o equipos electro domésticos en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Propone y diseña la comunicación de los resultados obtenidos en protocolos que permitan evaluar las actividades y competencias desarrolladas, como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p> <p>Selecciona e interpreta diseños científicos involucrados en la observación y medición de fenómenos eléctricos y magnéticos para conocer más profundamente la naturaleza y que se puedan entender con los modelos y formulaciones científicas estudiadas.</p> <p>Justifica diseños propios de enseñanza para comprender y enseñar los fenómenos eléctricos y magnéticos, los modelos conceptuales y las leyes que permiten calcular campos e interacciones eléctricas y magnéticas.</p> <p>Evalúa la comunicación de los resultados obtenidos por los alumnos como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p>

Versión preliminar

Metas

Campos dinámicos

Descriptor del alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Que significan y como se producen las variaciones de campos electromagnéticos.

La noción de campos no conservativos.

Los trabajos experimentales de Faraday, que lo llevaron a formalizar Leyes y al desarrollo de variados componentes inductivos de uso cotidiano.

La Ley de Lenz y sus interpretaciones energéticas.

Como se define y donde se almacena la energía magnética en un sistema.

Las formulaciones integrales y diferenciales de las llamadas "Ecuaciones de Maxwell".

El trabajo formal y fenomenológico de Maxwell, que lo llevó a la predicción de la existencia de ondas electromagnéticas (y a la interpretación de la Luz como tal). Sobre todo entender su creatividad conceptual en ese proceso y la formalización deductiva de sus conclusiones que lo llevó a completar la Ley de Ampere mediante un análisis de simetría.

Los primeros desarrollos experimentales que corroboran las predicciones de Maxwell.

La expresión que afirma que las "Ec. de

Manipula, observa y analiza experiencias electromagnéticas con corrientes y campos variables en el tiempo.

Describe y calcula energías magnéticas en distintos sistemas.

Deduca la ecuación de ondas a partir de la inclusión en la Ley de Ampere de la corriente de desplazamiento.

Conoce y comprende como Maxwell dedujo la ecuación de onda a partir de la inclusión en la Ley de Ampere de la corriente de desplazamiento.

Conoce y entiende los trabajos experimentales de Oersted y Hertz que verificaron predicciones de Maxwell sobre las ondas electromagnéticas.

Conoce y practica la generación, medición y observación de corrientes variables en el tiempo.

Calcula y mide corrientes y cargas en circuitos con corriente alterna.

-Calcula y arma circuitos capacitivos e inductivos, con corriente alterna

Está familiarizado con experiencias de circuitos simples emisores y receptores de ondas electromagnéticas.

Expresa las ecuaciones de Maxwell en forma integral y puntual.

Analiza soluciones de la ec. de ondas (ondas electromagnéticas) y las verifica para distintas funciones de onda

Comprende y diseña los trabajos experimentales de Oersted y Hertz que verificaron predicciones de Maxwell sobre las ondas electromagnéticas.

Diseña y arma circuitos eléctricos que permitan visualizar en oscilógrafos las oscilaciones eléctricas inducidas por ondas electromagnéticas.

Describe, explica y predice en forma oral y escrita, la física de fenómenos electromagnéticos asociados a campos variables en experiencias cotidianas del mundo que nos rodea, utilizando distintas representaciones y analogías, con precisión, sencillez y capacidad de síntesis.

Diseña y arma circuitos capacitivos e inductivos, con corrientes variables e interpreta mediciones y representaciones gráficas de respuestas de estos sistemas.

Aplica transformaciones relativistas de magnitudes físicas que lleven a la noción

Reflexiona, reconoce e interpreta la secuencia conceptual seguida en su propio aprendizaje sobre las interacciones eléctricas y magnéticas, las definiciones de las magnitudes físicas y las Leyes y modelos que llevan a entender la autogeneración de campos electromagnéticos y de cómo se describen tales autogeneraciones, en sus formulaciones matemáticas integro diferenciales.

Relaciona la evolución histórica y epistemológica sobre los conceptos e ideas de los campos electromagnéticos variables y de la síntesis de las leyes que los describen, en las llamadas Ecuaciones de Maxwell con el diseño de su propuesta didáctica (modelos conceptuales a enseñar).

-Relaciona la evolución histórica y epistemológica sobre los conceptos e ideas de las ondas electromagnéticas y en general de la teoría electromagnética, que permita:
a) unificar interpretaciones con la óptica;
b) inferir la influencia en la génesis de la teoría especial de la relatividad; c) entender su relevancia en la formulación de la Mecánica cuántica.

Reconoce los trabajos de Oersted, Faraday y Maxwell como unificadores de las

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Maxwell sintetizan el electromagnetismo clásico". Como se explicitan deducciones y aplicaciones experimentales de esta afirmación.</p> <p>Cómo planteando observadores en movimiento relativos, se logra arribar a un concepto unificador de los campos, para mostrarlos como uno consecuente del otro y presentarlos como un mismo fenómeno físico.</p> <p>Cómo se relacionan los conceptos anteriores con las aplicaciones y usos en la vida cotidiana (como se transfieren conceptos científicos a desarrollos tecnológicos)</p> <p>La generación de ondas electromagnéticas y su descripción matemática sobre su propagación. La influencia del medio donde se propagan las ondas electromagnéticas. La noción de velocidad de fase de una onda. Como es que las ondas electromagnéticas transportan y transfieren energía.</p> <p>Que las cargas aceleradas irradian energía y esta se propaga como onda.</p>	<p>Manipula generadores de señales alternas y sistemas emisores y receptores (antenas-osciloscopios) simples.</p>	<p>de campo electromagnético.</p> <p>Reconoce e interpreta sistemas emisores y receptores de ondas e.m. (por ejemplo, dispositivos en la banda de r.f.) y propone estudios de propagación de ondas en diferentes medios (por ejemplo, cables coaxiales).</p>	<p>interacciones eléctricas y magnéticas, y relaciona esto con material de divulgación referido a la unificación del resto de las interacciones fundamentales de la naturaleza.</p> <p>Selecciona y diseña modelos conceptuales y experiencias (didácticas y problematizadoras) que permitan favorecer la comprensión mediante el cálculo y el análisis de simetrías, de la conexión de componentes eléctricos, que utilizan campos eléctricos y magnéticos variables, equipos o aparatos emisores de ondas electromagnéticas, aparatos de seguridad o equipos electrodomésticos en circuitos electromagnéticos simbólicos y en reales.</p> <p>Selecciona e interpreta diseños científicos involucrados en la observación y medición de fenómenos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo para conocer más profundamente la naturaleza y que se puedan entender con los modelos y formulaciones científicas estudiadas.</p> <p>Justifica diseños propios de enseñanza para comprender y enseñar los fenómenos eléctricos y magnéticos, que involucran campos variables y los modelos conceptuales y las leyes que permiten calcular campos e interacciones eléctricas y</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión	
El alumno de Profesorado en Física debe comprender:	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
			<p>magnéticas.</p> <p>Evalúa la comunicación de los resultados obtenidos por los alumnos como así la redacción de comentarios y conclusiones.</p> <p>Diseña experiencias (didácticas y problematizadoras) que permitan favorecer la comprensión de fenómenos eléctricos y magnéticos variables en el tiempo, en el contexto de su clase y en sus formulaciones matemáticas.</p> <p>Diseña experiencias de clase (con circuitos eléctricos y magnéticos análogos) que permitan describir, predecir y explicar (cuantitativa) la emisión de radiación electromagnética, la construcción de aparatos de seguridad o equipos electrodomésticos en circuitos eléctricos simbólicos y reales.</p> <p>Propone y diseña la comunicación de los resultados obtenidos en protocolos que permitan evaluar las actividades y competencias desarrolladas, como así la redacción de comentarios y conclusiones</p> <p>Selecciona criteriosamente ofertas de mejoramiento necesario a su desarrollo profesional.</p> <p>Compara y selecciona bibliografía acorde al diseño didáctico de su clase.</p>

Versión preliminar

Núcleo 3: Fenómenos ondulatorios

Fundamentación

El concepto de onda es transversal en la física y relevante en diversas áreas como la mecánica, el electromagnetismo, la óptica, la física de fluidos y la mecánica cuántica.

Diversos aspectos convierten al tema en uno de los pilares fundamentales en la formación de los futuros profesores de física. Por una parte, una gran cantidad de fenómenos naturales se describen utilizando el concepto de ondas, como la propagación del sonido, de la luz y de perturbaciones en medios materiales. Por otra, las discusiones que se desarrollaron a lo largo de la historia acerca del carácter corpuscular/ondulatorio de la luz y la materia han jugado un rol fundamental en la formulación de la mecánica cuántica, y en consecuencia en la comprensión de la estructura de la materia.

Los contenidos disciplinares se han desglosados en tres grandes bloques o núcleos temáticos.

- Descripción del movimiento ondulatorio.
- Superposición de ondas.
- Óptica geométrica.

Descripción del movimiento ondulatorio

En este primer bloque, hemos considerado el concepto de ondas, su propagación y el carácter transversal o longitudinal de las mismas, incluyendo aspectos relacionados con la polarización de las ondas electromagnéticas. Se incluyen además conceptos relacionados con las ondas periódicas, y su relevancia en el espectro electromagnético y en la acústica. Finalmente, se incluye el efecto Doppler que, además de su interés intrínseco, constituye un excelente punto de partida para afianzar nociones relacionadas con la descripción de los fenómenos físicos desde distintos sistemas inerciales.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Concepto de onda. Propagación.
- Ondas transversales y longitudinales. Polarización
- Ondas periódicas. Parámetros relevantes. Espectro electromagnético.
- Efecto Doppler.

Superposición de ondas

El segundo bloque incluye los fenómenos relacionados con la superposición de ondas, comenzando con el principio de superposición. Se incluyen posteriormente las ondas estacionarias y su relevancia en distintas ramas de la física. Se continúa con el principio de Huygens, como punto de partida para el análisis de los fenómenos de interferencia y difracción. Se enfatiza el rol de estos fenómenos en el posterior desarrollo de la mecánica cuántica.

Este bloque incluye la comprensión de los siguientes núcleos temáticos.

- Ondas: reflexión, refracción y superposición. Interferencia. Ondas estacionarias.
- Principio de Huygens. Interferencia de 2 fuentes. Interferencia en películas delgadas. Difracción. Redes de difracción.

Óptica geométrica

El tercer bloque abarca la óptica geométrica. Si bien en esta rama de la física los aspectos ondulatorios de la luz no son tenidos en cuenta, hemos incluido este bloque aquí dado que la óptica geométrica puede considerarse una descripción aproximada del comportamiento de las ondas electromagnéticas cuando las longitudes de onda involucradas son mucho menores que los tamaños de los obstáculos.

Este bloque incluye: a comprensión de los siguientes núcleos temáticos.

- Concepto de rayo. Sombras.
- Reflexión y refracción de la luz. Reflexión en espejos planos y esféricos. Fórmula de Descartes

- Refracción en superficies planas y esféricas. Fórmula de focos conjugados.
- Prisma. Descomposición de la luz. Color.
- Instrumentos ópticos: lupa, microscopio y telescopio.

Mapas de progreso

Metas	Descripción del movimiento ondulatorio Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de Profesorado en Física debe comprender:	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Que existen diversos tipos de ondas (mecánicas, electromagnéticas) y que no siempre es necesaria la existencia de un medio que las soporte.</p> <p>Las similitudes y diferencias entre los fenómenos corpusculares y ondulatorios.</p> <p>Que la propagación de las ondas involucra transmisión de información y de energía, y no desplazamiento global de materia.</p> <p>Que la velocidad de propagación de las ondas está determinada por las propiedades del medio en que se propagan.</p> <p>Que la velocidad de propagación de las ondas esta determinada por las propiedades del medio en que se propagan.</p>	<p>Describe matemáticamente la propagación y las principales características de las ondas, utilizando la ecuación de ondas en sistemas mecánicos.</p> <p>Utiliza los conceptos de amplitud, período, frecuencia y longitud de onda para describir ondas sonoras y luminosas.</p> <p>Define y aplica en situaciones problemáticas el concepto de intensidad de una onda.</p> <p>Diferencia conceptualmente la velocidad de fase de la velocidad de grupo.</p> <p>Calcula la velocidad de propagación de las ondas mecánicas en función de las propiedades del medio.</p> <p>Describe las ondas sonoras utilizando los conceptos de ondas longitudinales y variaciones de presión y de densidad</p> <p>Calcula la velocidad de propagación de las ondas mecánicas en función de las propiedades del medio.</p>	<p>Deduca la ecuación de ondas electromagnéticas a partir de las ecuaciones de Maxwell.</p> <p>Contextualiza la experiencia de Michelson-Morley.</p> <p>Identifica las maneras de transmitir información y energía.</p> <p>Relaciona la velocidad de propagación de la luz en un medio con las propiedades eléctricas y magnéticas del mismo.</p> <p>Relaciona la velocidad de propagación de la luz en un medio con las propiedades eléctricas y magnéticas del mismo</p>	<p>Utiliza los conceptos de ondas para explicar fenómenos no abordados durante la formación básica del profesorado</p> <p>Analiza críticamente comentarios periodísticos y científicos referidos a los peligros relacionados con las ondas electromagnéticas (radiografías, microondas, teléfonos celulares, etc)</p> <p>Reelabora propuestas didácticas adecuándolas a diferentes niveles educativos y contextos escolares</p> <p>Analiza preconceptos relacionados con los fenómenos ondulatorios y de óptica geométrica, y diseña propuestas de enseñanza superadoras de los mismos.</p> <p>Genera preguntas y situaciones problemáticas que permiten un aprendizaje constructivista en sus alumnos</p> <p>Es capaz de organizar la enseñanza del tema, a partir de diferentes secuenciacines curriculares</p>

Metas	Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender:	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Que las ondas pueden clasificarse de acuerdo con la relación entre la dirección de propagación y la dirección de las perturbaciones que se propagan</p> <p>Que una gran cantidad de fenómenos naturales pueden describirse utilizando perturbaciones que varían periódicamente en forma espacial y/o temporal, y que los parámetros relevantes para describir dichas perturbaciones son la amplitud, el período, la frecuencia y la longitud de onda.</p>	<p>Describe las ondas sonoras utilizando los conceptos de ondas longitudinales y variaciones de presión y de densidad</p> <p>Realiza e interpreta demostraciones y experimentos cualitativos que muestren la polarización de la luz.</p> <p>Caracteriza el sonido y el espectro electromagnético utilizando parámetros asociados a las ondas.</p> <p>Realiza e interpreta demostraciones y experimentos cualitativos que muestren diferentes características ondulatorias tales como la propagación de ondas mecánicas en cubas de ondas y en resortes y cuerdas los distintos timbres de los instrumentos musicales y el efecto Doppler.</p>	<p>Describe matemáticamente el estado de polarización de las ondas electromagnéticas a partir de distintas soluciones de las ecuaciones de Maxwell</p> <p>Resuelve situaciones problemáticas que involucren el pasaje de ondas electromagnéticas a través de diversos dispositivos que modifican su estado de polarización.</p> <p>Analiza la dualidad onda-partícula</p> <p>Busca y realiza experiencias cualitativas y cuantitativas que ayuden a la comprensión de los conceptos de velocidad de propagación, tipos de ondas, amplitud, período, frecuencia y longitud de onda. Las selecciona adecuándolas a cierto contexto escolar.</p> <p>Busca y selecciona ejemplos de aplicaciones relacionadas con la propagación de ondas, tales como ondas sísmicas, determinación de velocidades mediante efecto Doppler, etcétera.</p> <p>Lee críticamente la descripción de movimientos ondulatorios en textos de nivel secundario</p>	<p>Busca y selecciona aplicaciones concretas diferentes a las aprendidas</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico para estudiantes de nivel secundario</p> <p>Utiliza y evalúa diversas fuentes bibliográficas tales como revistas, videos, actas de congresos, libros para conocer diferentes propuestas de enseñanza</p> <p>Integra equipos de trabajo con ayudantes de laboratorio, profesores de física y de otras asignaturas</p> <p>Facilita el aprendizaje de sus alumnos, estimulando el interés en conocer los fenómenos ondulatorios y estableciendo relaciones con aplicaciones de los mismos en la vida cotidiana</p> <p>Coordina el desarrollo de trabajos de investigación escolar de jóvenes de nivel secundario y fomenta la participación de los estudiantes en proyectos diversos como feria de ciencias.</p>

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>Que cuando el emisor o el observador de ondas periódicas se encuentran en movimiento relativo la frecuencia observada es diferente de la frecuencia emitida, y que el análisis de este fenómeno depende de la existencia (o no) de un medio que soporte las ondas (y por lo tanto de la existencia, o no, de un sistema de referencia privilegiado).</p>	<p>Resuelve situaciones problemáticas asociadas al efecto Doppler de ondas sonoras.</p> <p>Realiza experimentos cuantitativos, según un protocolo, que permitan determinar, por ejemplo, la velocidad del sonido y el efecto Doppler.</p>	<p>Propone y replica actividades escolares sobre descripción de movimientos ondulatorios en aulas de nivel secundario</p> <p>Analiza el efecto Doppler asociado a las ondas electromagnéticas y lo compara con el efecto Doppler en ondas sonoras.</p>		

Versión preliminar

Metas		Superposición de ondas Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>Los fenómenos que ocurren cuando las ondas encuentran obstáculos en su propagación y cuando pasan de un medio a otro: reflexión, refracción y difracción.</p> <p>Que las ondas pueden superponerse dando lugar a diferentes fenómenos como batidos, ondas estacionarias, paquetes de ondas e interferencia.</p>	<p>Reconoce, explica y describe matemáticamente los fenómenos de reflexión, transmisión y superposición de ondas mecánicas unidimensionales y bidimensionales.</p> <p>Realiza e interpreta demostraciones y experiencias cuantitativas, según un protocolo, en las cuales se analicen fenómenos tales como: reflexión de ondas en cuerdas, ondas estacionarias, batidos, interferencia</p>	<p>Generaliza los fenómenos de reflexión, transmisión y superposición de ondas aplicándolos a cualquier tipo de ondas.</p> <p>Aplica los conceptos de onda, interferencia y difracción en el marco de la mecánica cuántica.</p>	<p>Utiliza los conceptos de ondas para explicar fenómenos no abordados durante la formación básica del profesorado.</p> <p>Analiza críticamente comentarios periodísticos y científicos referidos a los peligros relacionados con las ondas electromagnéticas (radiografías, microondas, teléfonos celulares, etcétera).</p>	

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>de ondas en el agua.</p> <p>Resuelve situaciones problemáticas aplicando las condiciones de frontera y de interferencia constructiva y destructiva a la superposición de ondas en cuerdas, tubos y ondas luminosas.</p> <p>Resuelve situaciones problemáticas aplicando el concepto de difracción en ranuras, obstáculos y redes.</p> <p>El fenómeno de resonancia.</p> <p>Que el Principio de Huygens explica la propagación ondulatoria y los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción de la luz.</p>	<p>Reconoce el rango de validez del principio de superposición.</p> <p>SE debe a oscilaciones forzadas y lo aplica a sistemas mecánicos.</p> <p>Realiza e interpreta demostraciones y experiencias cuantitativas, según un protocolo, en las cuales se analicen fenómenos de resonancia.</p> <p>Utiliza el Principio de Huygens para explicar la propagación ondulatoria y los fenómenos de reflexión, refracción, interferencia y difracción de la luz.</p> <p>Analiza la experiencia de Young y otros dispositivos en los cuales puede observarse la interferencia luminosa.</p> <p>Comprende cualitativamente el fenómeno de interferencia y entiende que es equivalente al de difracción, aunque por razones históricas se suele denominar interferencia</p>	<p>Aplica el concepto de resonancia a circuitos eléctricos.</p> <p>Describe las características y aplicaciones de la resonancia magnética nuclear.</p> <p>Busca y realiza experiencias cualitativas y cuantitativas que ayuden a la comprensión de los conceptos de reflexión, transmisión, resonancia, superposición de ondas, interferencia y difracción, y las selecciona adecuándolas a cierto contexto escolar .</p> <p>Aplica los conceptos descriptos en aplicaciones concretas tales como instrumentos musicales, espectrometría, etcétera.</p> <p>Comprende que el concepto de onda es transversal en la física y relevante en di-</p>	<p>Reelabora propuestas didácticas adecuándolas a diferentes niveles educativos y contextos escolares.</p> <p>Analiza preconceptos relacionados con los fenómenos ondulatorios y de óptica geométrica, y diseña propuestas de enseñanza superadoras de los mismos.</p> <p>Genera preguntas y situaciones problemáticas que permiten un aprendizaje constructivista en sus alumnos.</p> <p>Es capaz de organizar la enseñanza del tema, a partir de diferentes secuenciacines curriculares.</p> <p>Busca y selecciona aplicaciones concretas diferentes a las aprendidas .</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico para estudiantes de nivel secundario.</p> <p>Utiliza y evalúa diversas fuentes bibliográficas tales como revistas, videos, actas de congresos, libros para conocer diferentes propuestas de enseñanza.</p> <p>Integra equipos de trabajo con ayudantes de laboratorio, profesores de física y de otras asignaturas.</p> <p>Facilita el aprendizaje de sus alumnos, estimulando el interés en conocer los fenó-</p>

Metas	Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
	<p>a la superposición de fuentes puntuales, y difracción, al patrón producido por un obstáculo o abertura.</p> <p>Realiza e interpreta demostraciones y experiencias cuantitativas, según un protocolo, en las cuales se analicen fenómenos de interferencia y difracción de la luz.</p>	<p>versas áreas como la mecánica, el electromagnetismo, la óptica, la física de fluidos y la mecánica cuántica.</p> <p>Compara el tema óptica física y superposición de ondas mecánicas en textos de nivel secundario en diferentes propuestas editoriales.</p> <p>Propone y replica actividades escolares de el tema óptica física y superposición de ondas mecánicas en aulas de nivel secundario.</p> <p>Analiza preconceptos estudiantiles relacionados con ondas y reflexiona sobre su propia formación.</p> <p>Utiliza propiedades ondulatorias para explicar fenómenos como el efecto invernadero.</p>	<p>menos ondulatorios y estableciendo relaciones con aplicaciones de los mismos en la vida cotidiana.</p> <p>Coordina el desarrollo de trabajos de investigación escolar de jóvenes de nivel secundario y fomenta la participación de los estudiantes en proyectos diversos como feria de ciencias.</p>

Versión preliminar

Metas

Óptica geométrica
Descriptor del alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Que la propagación, reflexión y refracción de la luz pueden describirse en ciertas circunstancias con el concepto de rayo.

Explica cualitativa y matemáticamente los fenómenos de formación de sombras, dispersión, reflexión, refracción y descomposición de la luz.

Relaciona el rayo luminoso con la propagación del frente de ondas y analiza el límite de validez de la óptica geométrica.

Utiliza los conceptos de óptica geométrica para explicar fenómenos no abordados durante la formación básica del profesorado.

Realiza y analiza demostraciones cualitativas y cuantitativas que ayuden a la comprensión de los conceptos de reflexión, refracción y reflexión total.

Deduces las leyes de reflexión y refracción a partir del Principio de Fermat.

Analiza críticamente comentarios periodísticos y científicos referidos a instrumentos ópticos.

Versión preliminar

Relaciona las leyes de reflexión y refracción con las condiciones de frontera que satisfacen los campos eléctrico y magnético en la interfase entre dos medios.

Reelabora propuestas didácticas adecuándolas a diferentes niveles educativos y contextos escolares.

Cómo diferentes configuraciones de lentes y espejos permiten modificar la visión.

Realiza experiencias de laboratorio para analizar cuantitativamente la formación de imágenes por lentes delgadas.

Busca y realiza experiencias cualitativas y cuantitativas que ayuden a la comprensión de los conceptos de óptica geométrica, y las selecciona adecuándolas a cierto contexto escolar.

Analiza preconceptos relacionados con la óptica geométrica, y diseña propuestas de enseñanza superadoras de los mismos.

Utiliza los conceptos de formación de imágenes en lentes y espejos para construir y explicar el funcionamiento de instrumentos ópticos sencillos.

Discute y reconoce las limitaciones en el poder resolvente de los instrumentos ópticos impuestas por el carácter ondulatorio de la luz

Genera preguntas y situaciones problemáticas que permiten un aprendizaje constructivista en sus alumnos.

Conoce cómo funciona ópticamente el ojo humano.

Lee críticamente el tema óptica geométrica en textos de nivel secundario

Es capaz de organizar la enseñanza del tema, a partir de diferentes secuenciacines curriculares.

La descomposición de la luz a través de un prisma.

Explica cómo se pueden obtener colores por superposición y por transmisión.

Propone y replica actividades escolares de óptica geométrica en aulas de nivel secundario

Busca y selecciona aplicaciones concretas diferentes a las aprendidas

Selecciona críticamente material bibliográfico sobre temas de óptica y ondas para estudiantes de nivel secundario

Utiliza y evalúa diversas fuentes bibliográficas

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de Profesorado en Física debe comprender:	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
Conocer aspectos históricos referidos a los estudios sobre la naturaleza y propagación de la luz.		<p>Utiliza diferentes modelos para explicar fenómenos luminosos analizando qué problemas resuelve y cuáles no y en qué pruebas experimentales se apoya.</p> <p>Realiza una síntesis de la evolución histórica acerca de la naturaleza de la luz.</p>	<p>ficas tales como revistas, videos, actas de congresos, libros para conocer diferentes propuestas de enseñanza en los temas de la materia.</p> <p>Facilita el aprendizaje de sus alumnos, estimulando el interés en conocer el funcionamiento de instrumentos ópticos.</p>

Núcleo 4: Termodinámica

Version preliminar

Fundamentación

El objetivo general es plantear las leyes de la Termodinámica, conociendo su génesis, y utilidad en aplicaciones y problemas concretos de la vida cotidiana, la tecnología y las disciplinas concurrentes que las requiere (campo de aplicación)..

El enfoque seguido en esta sección pone énfasis en el planteo de modelos empíricos, matemáticos y de síntesis de un gran conjunto de hechos observados en la naturaleza. También nos apoyamos en experimentos reales realizados para sustentar algunas de las hipótesis que son fundamentales en esta área de la Física. Como ocurre en otros campos de esta Ciencia, las cantidades termodinámicas no pueden ser precisadas a priori, sino hasta que el cuerpo de la teoría sea expuesto como una unidad.

Para atacar esta situación presentada en el párrafo anterior –y otras a plantearse– se construyen diversos modelos para definir nuevas variables o ciertas cantidades que no se encuentran en la Mecánica, explícitamente temperatura y cantidad de calor.

La línea de razonamiento que sugerimos seguir se inicia con la construcción del concepto de energía en la Mecánica Clásica de pocas partículas y que se desarrolla a partir de la ecuación de movimiento. Así, se introduce el concepto de trabajo realizado por las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, a lo largo de un cierto camino, como una expresión de balance que da cuenta de la variación de la energía cinética.

Proponemos así engarzar estos conceptos como paso previo a enunciar las dos leyes de la Termodinámica que les dan precisión.

Es posible plantear este desarrollo en cuatro bloques conceptuales, básicamente siguiendo una secuencia histórica y socialmente referida a los problemas que les dieron origen.

- Temperatura

- Calor
- Leyes de la Termodinámica
- Introducción a la Mecánica Estadística

Estos bloques están pensados para desarrollarse en paralelo y simultáneo desde el fenómeno (Mundo Natural) a su expresión científica (Mundo Físico) hasta su formulación o expresión precisa (Mundo Matemático), en un tránsito fluido y continuo entre las diferentes representaciones.

Temperatura

Históricamente aparece como primer objetivo la necesidad de hacer útil el concepto de temperatura corporal (médico) como indicador (un índice) de un estado febril. Para esto fue necesario construir ad-hoc instrumentos de medición, reproducibles y de uso universal (objetivos), que den cuenta de ese índice de manera confiable. Apareció entonces la idea de termómetro, que explotando el concepto básico de equilibrio térmico, induce la generación de modelos matemáticos de fenómenos físicos que correlacionan con la “temperatura” que se define. Por ejemplo, la dilatación de las sustancias.

Al respecto es preciso reconocer que este procedimiento no da un resultado único sino que se pueden tener diferentes escalas para un mismo fenómeno (raíces culturales) o por tratarse de diferentes fenómenos. Usualmente el fenómeno elegido junto con la construcción del termómetro da lugar a una escala lineal que lo caracteriza. Si cambiamos de fenómeno, o de instrumento, esto no es así en general. Esta construcción requiere del uso y conocimiento de puntos fijos, asociados comúnmente con las transformaciones de fase de las sustancias.

Calor

Este bloque afronta el problema de medir la cantidad de calor que se desarrolla cuando frotamos dos cuerpos entre sí.

Para dar una respuesta a esta pregunta se debe “cuantificar” el calor, es decir

hablar de una cantidad de calor, que a su vez podemos medir. Esto lleva nuevamente a plantear un modelo ad-hoc de la “cantidad de calor” y su medición. Para lo primero, por razones humanas y terráqueas (la “presencia” de agua en la Tierra) la respuesta a esta pregunta y otras equivalentes introduce dos cantidades relacionadas entre sí por una única expresión, $Q = m c \Delta t$, que introduce el concepto de calor específico de una sustancia.

Habiendo introducido la unidad de Q y el coeficiente c (calor específico) para el agua igual a la unidad, los calores específicos para otras sustancias se pueden medir mediante el uso de “calorímetros”, en los que se emplea que el calor intercambiado entre las partes de un sistema térmicamente aislado del entorno cumple una ley de conservación. Esta ley es aproximada, aunque para la mayoría de las mediciones que se realizan de los calores específicos, las incertezas de origen experimental enmascaran hasta cierto grado la aproximación de la ley.

Leyes de la Termodinámica

Primer Principio de la Termodinámica

En 1843 Joule planteó un experimento crucial en el que mostró que existe una relación constante entre una cierta cantidad de energía mecánica y la cantidad de calor en la que se transforma.

Por otro lado, es posible calentar directamente el agua y su recipiente hasta alcanzar el mismo salto térmico final. Este estado final del agua y demás elementos es indistinguible del anterior logrado dejando caer el cuerpo.

A partir de esto, es posible conjeturar que existe una función característica del agua y demás elementos, que depende de los parámetros (termodinámicos) del sistema (volúmenes, masa, presión, temperatura, etcétera), denominada energía interna, U , tal que su variación ΔU entre el estado final y el estado inicial se puede lograr tanto realizando trabajo sobre el sistema, como entregándole calor, es decir $\Delta U = Q + W$, donde Q es el calor, medido calorimétricamente, entregado al sistema y W el trabajo realizado desde el exterior sobre el sistema. Esta es la expresión matemática del primer principio.

Otro experimento, también preparado por Joule, de expansión libre de un gas desde un recipiente a otro (en el que se practicó el vacío) permite inferir que en el límite que se considere un gas ideal la función energía interna sólo depende de la temperatura del gas. Diversos experimentos llevaron a que la ecuación de estado de un gas ideal es $PV = nRT$ y que el trabajo elemental es $\tilde{d}W = -p dV$.

Segundo Principio de la Termodinámica

El segundo Principio pone un límite a la libre transformación de calor en trabajo, aunque no a la transformación de trabajo en calor. El desarrollo, que está basado en una serie de observaciones sobre procesos posibles e imposibles (debidos a Kelvin y Clausius), que permite construir una función de estado llamada entropía cuya variación permite identificar procesos posibles e imposibles, y ponerle un límite al rendimiento de una máquina térmica. Como un subproducto importante también nos permite construir una escala de temperatura termodinámica que concuerda con la temperatura de los gases ideales.

Los dos principios contienen todo el conocimiento termodinámico de un sistema a través de las funciones U y S .

Introducción a la Mecánica Estadística

La aplicación de conceptos mecánicos a un sistema de muchas partículas, tratado estadísticamente, permite deducir la ecuación de estado y la función energía interna en el caso de un gas ideal. Para construir una función con las propiedades de la entropía se debe apelar a otros recursos, ya que por su naturaleza la Mecánica no es suficiente. La idea conductora es asociar un estado termodinámico (variables macroscópicas) con un conjunto de estados dinámicos (variables microscópicas) compatibles con el sistema.

Gases ideales: A partir de la función energía interna y la ecuación de estado de los gases ideales se puede obtener la función entropía (a menos de una constante aditiva) para estos sistemas. La expansión libre de un gas ideal arroja $\Delta S > 0$ de acuerdo con la experiencia.

Teoría cinética de los gases ideales: Mediante el empleo de métodos estadísti-

cos es posible construir, para determinados sistemas funciones, U y S que cumplan los roles de energía interna y entropía respectivamente. El modelo estadístico más simple es la teoría cinética de los gases ideales con la que se obtiene la función U y la ecuación de estado. Luego, como ya se dijo, con estos elementos se encuentra S .

Mecánica estadística: Para encontrar U y S para ciertos rangos de los parámetros termodinámicos de un sistema general se puede recurrir a la experimentación. Otra forma es el empleo de métodos estadísticos (que son muy diversos) para los cuales, por su naturaleza, la Mecánica no es suficiente. Como ejemplo puede citarse la mecánica estadística clásica de Gibbs-Boltzmann (siglo XIX).

Versión preliminar

Mapas de progreso

Metas	Temperatura		
	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La noción macroscópica de sistema termodinámico, temperatura y equilibrio térmico.</p> <p>El concepto de termómetro y escalas de temperaturas.</p> <p>El significado de los modelos matemáticos en la representación de fenómenos termométricos.</p>	<p>Reconoce y define sistemas termodinámicos y su entorno.</p> <p>Diseña y calibra un termómetro, explicando su funcionamiento.</p> <p>Relaciona diferentes escalas de temperatura.</p> <p>Vincula dilatación de sólidos o fluidos con variaciones de temperatura y usa distintas representaciones.</p> <p>Reconoce y caracteriza agua en ebullición.</p> <p>Reconoce ebullición de otros líquidos.</p> <p>Reconoce otros puntos fijos.</p> <p>Reconoce y caracteriza el punto triple del agua.</p> <p>Ubica histórica y socialmente los problemas que dieron origen a estudios de termometría.</p>	<p>Explica el significado del concepto de temperatura y lo relaciona con otras variables de sistemas.</p> <p>Diseña experiencias sencillas para favorecer el uso flexible y fluido del concepto de temperatura.</p> <p>Elabora enunciados de situaciones problemáticas sencillas utilizando temperatura.</p> <p>Selecciona núcleos generativos en termodinámica.</p> <p>Interpreta respuesta de estudiantes teniendo en cuenta concepciones previas o alternativas de temperatura.</p> <p>Utiliza Tecnologías de la Información y Comunicación para enseñar fenómenos térmicos.</p> <p>Elabora mapas conceptuales para situaciones físicas sencillas en que intervienen fenómenos térmicos.</p> <p>Explica el funcionamiento de diferentes dispositivos para medir temperaturas.</p>	<p>Identifica efecto de temperatura en situaciones de Química y Biología</p> <p>Vincula la formalización de fenómenos de dilatación con funciones lineales.</p> <p>Propone ejemplo de puntos fijos en distintas sustancias.</p> <p>Interpreta la homeotermia humana.</p> <p>Integra fenómenos térmicos al currículo de la institución.</p> <p>Reconoce y utiliza la argumentación en clase para dialogar sobre fenómenos térmicos.</p>

Metas

Calorimetría

Descriptor del alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

El concepto de cantidad de calor y su medición

El concepto de "salto térmico" Δt .

La noción más amplia de "transformaciones de fase".

La relación entre cantidad de calor y variaciones de temperatura y/o transformaciones de fase.

La formalización de la relación entre cantidad de calor y salto térmico y/o cambios de fase.

La noción de proceso adiabático.

El concepto de calorímetro de mezclas.

El concepto de gas ideal.

Consolida la idea de sistema termodinámico.

El significado de diferentes parámetros para sólidos y fluidos.

La valorización histórica y científica del experimento de Joule.

Las diferentes formas de transmisión de

Realiza experiencias sencillas con mezclas de sustancias a distintas temperaturas.

Predice, observa y mide temperatura de mezclas.

Mide saltos térmicos Δt .

Cuantifica la relación $Q = m.c.\Delta t$, y calcula cantidades de calor cedidas y recibidas.

Identifica y explica "calores latentes" en las transformaciones de fase.

Establece relaciones entre cantidad de calor, salto térmico y cantidad y tipo de sustancia con o sin transformaciones de fase.

Explica y usa el concepto de "equivalente en agua.

Reconoce dispositivos adiabáticos.

Reconoce y explica la conducción, convección y radiación como formas de transmisión de calor.

Construye un calorímetro con elementos de la vida cotidiana.

Reconoce las diferencias y usa diferentes calorímetros.

Diseña experiencias demostrativas para calcular cantidades de calor.

Diseña instrumentos para evaluar competencias de alumnos en distintos niveles, cuando intervienen fenómenos que vinculan cantidad de calor y transformaciones de fase.

Conoce concepciones ingenuas sobre calor.

Conoce distintas estrategias para enseñar calor.

Explica el funcionamiento de una pava eléctrica.

Explica el funcionamiento de distintos calefactores.

Lee e interpreta la factura de la empresa que provee energía eléctrica y gas natural o envasado.

Utiliza Tecnologías de la Información y Comunicación para enseñar calor.

Amplia la comprensión y caracteriza el "funcionamiento" del sol como fuente natural de calor y vida en el planeta.

Lee e interpreta resultados de innovación e investigación en educación en física en temas de calor y temperatura.

Reconoce la medición de temperaturas en procesos de investigación en física. (reconoce cuándo y cómo un investigador en física mide temperaturas o utiliza sistemas adiabáticos).

Identifica el concepto de calor en fenómenos eléctricos.

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión			
	El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
calor:	<p>Ubica históricamente los problemas que dieron origen a estudios de calorimetría.</p> <p>Explica el funcionamiento de termos “comerciales”.</p> <p>Explica el funcionamiento del radiador de un auto.</p>	<p>Identifica la energía solar como fuente alternativa.</p> <p>Calcula velocidades de transferencia de calor.</p>		

Metas	Principios de la termodinámica		
	El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial
<p>El concepto de energía interna.</p> <p>El concepto de balance de energía.</p> <p>El concepto de máquina térmica.</p> <p>El concepto de rendimiento.</p> <p>El concepto de entropía.</p> <p>Los conceptos de reversibilidad e irreversibilidad.</p> <p>El concepto de parámetro termodinámico (Volumen, Presión y Temperatura absoluta) y reorganiza la idea de Sistema termodinámico.</p>	<p>Identifica las variaciones de energía en distintas situaciones.</p> <p>Interpreta, cuantifica y analiza resultados en ecuaciones de balance de energía.</p> <p>Observa y reconoce transformaciones de trabajo mecánico en calor.</p> <p>Compara diferentes máquinas térmicas.</p> <p>Explica el efecto invernadero</p> <p>Reinterpreta el significado de fuerzas de rozamiento.</p> <p>Explica fenómenos de dilatación en en-</p>	<p>Explica los principios en forma oral.</p> <p>Diseña secuencias para enseñar principios termodinámicos.</p> <p>Provee ejemplos de los principios en diferentes contextos.</p> <p>Vincula la producción mecánica de calor y las transformaciones de la Revolución industrial.</p> <p>Diseña máquinas térmicas.</p> <p>Utiliza Tecnologías de la Información y Comunicación para enseñar principios termodinámicos.</p>	<p>Integra conceptos termodinámicos al currículo de la institución</p> <p>Articula vertical y horizontalmente conceptos termodinámicos.</p> <p>Vincula conceptos termodinámicos al paisaje</p> <p>Explica el rol de la energía solar en la fotosíntesis.</p> <p>Describe y explica la captación, transformación y acumulación de energía solar.</p> <p>Compara y explica distintos fenómenos biológicos irreversibles.</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>La idea de Función de Estado. la noción de Ciclo termodinámico.</p>	<p>samblaje de piezas (Por ejemplo, la moneda de un peso).</p> <p>Reconoce y explica el fenómeno de cambio climático.</p> <p>Propone acciones de prevención de cambio climático.</p> <p>Explica el funcionamiento de una heladera.</p> <p>Formaliza matemáticamente fenómenos térmicos y ampliar la comprensión de esta formalización como proceso de modelado</p> <p>Reorganiza la noción de gas ideal.</p> <p>Explica transformaciones termodinámicas en distintos sistemas de representación.</p>	<p>Diseña experiencias para observar efecto invernadero.</p> <p>Compara y selecciona acciones para prevenir el cambio climático.</p> <p>Explica y usa el rendimiento de máquinas térmicas.</p> <p>Explica fenómenos físicos de regulación de temperatura en animales</p>	<p>Explica el fenómeno de combustión.</p> <p>Trabaja en equipos interdisciplinarios para integrar conocimientos de Física al currículum de la institución.</p>	

versión preliminar

Metas

Introducción a la mecánica estadística Descriptor de alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Ampliar el concepto de gas ideal.
El concepto de expansión libre
Usar la noción de modelo estadístico
Los fundamentos de la teoría cinética de los gases ideales.
Ampliar el concepto de molécula
La fundamentación de la Teoría Mecánica del calor.
La relación entre un estado termodinámico (variables macroscópicas) con un conjunto de estados dinámicos (variables microscópicas) compatibles con las condiciones del sistema.
El modelo estadístico de la función entropía.

Vincula, amplía la comprensión y compara conceptos de mecánica con los de termometría y calorimetría.
Contrasta y distingue temperatura de energía.
Describe sistemas de gran número de partículas.
Reconfigura el concepto de sistema mecánico.
Vincula concepto de "estado dinámico" con "estado termodinámico".
Predice comportamiento de sistemas termodinámicos.
Construye funciones termodinámicas para un determinado sistema.
Utiliza de forma flexible y fluida funciones matemáticas en el contexto de los fenómenos térmicos.
Comprende un modelo simple de atmósfera y predice movimientos de aire en la misma.
Reconoce ejemplos en termoestadística que vinculan experimentación con modelado conceptual y el modelado físico con la formalización matemática.

Selecciona simulaciones para enseñar mecánica estadística
Compara y contrasta eventos determinísticos con eventos estadísticos.
Selecciona criterios para evaluar competencias de alumnos en termodinámica estadística.
Reconoce rango de validez y aplicación de modelos mecano-estadísticos.
Relaciona la mecánica estadística con la estructura de la materia y explica su estructura.
Reconoce dificultades de los alumnos para abordar fenómenos estadísticos.
Reconoce eventos aleatorios.
Explica galvanoplastia.

Compara y contrasta fenómenos descriptos por la mecánica estadística con otros fenómenos también estadísticos.
Utiliza distintos modelos matemáticos en termoestadística, reconociendo sus grados de ajuste
Compara y explica vuelos de aviones a diferentes alturas.
Explica la cocción en hornos a microondas.
Compara el rendimiento de distintos combustibles.
Interpreta respuestas de los estudiantes a la luz de las dificultades de aprendizaje características de los conceptos mecano-estadísticos.

Núcleo 5: Física del siglo XX

Fundamentación

Las reformas introducidas por varios países en los currículos de ciencias para el nivel medio en la última década han impuesto, al menos en el ámbito de los ministerios, una actualización de los mismos, introduciendo, en el caso de la Física, temas que se encuadran en las denominadas Física Moderna y Física Contemporánea. Esto refleja la necesidad de ofrecer a los estudiantes la oportunidad de aprender sobre los desarrollos científicos recientes que influyen en el mundo en que viven y ha sido enfatizado, desde diversas perspectivas, por numerosos investigadores en el área de la enseñanza de las ciencias.

En primer lugar, una aclaración respecto de la denominación: consideramos que “Física del siglo XX” es una expresión más adecuada que “Física Contemporánea” (que no se corresponde estrictamente con los tópicos que se abordarán) y que “Física Moderna” (históricamente denominada de esa forma y que ha dado lugar a que algunos historiadores de la Física se manifiesten en contra de dicha denominación dado que, desde un punto de vista histórico, se debería llamar así a la Física que se desarrolló en la Edad Moderna).

El tópico generativo seleccionado es: Ruptura de Paradigmas en la Física del SIGLO XX: La Teoría Especial de la Relatividad (TER) y la Mecánica Cuántica. El tópico generativo es entendido como aquel que es central para el dominio de determinada disciplina, accesible e interesante para los alumnos, que motivan intelectualmente a los docentes y se pueden relacionar con otros tópicos dentro y fuera de la propia disciplina.

Aunque es todavía debatible qué temas incorporar, en este trabajo se propone la inclusión de la TER, la Mecánica Cuántica y la Astrofísica. A pesar de que en el ámbito de aplicaciones tecnológicas no pueden aún compararse, las dos primeras teorías marcaron una nueva era dentro de la Física, una nueva forma de mirar hacia los extremos del mundo natural (lo extremadamente pequeño, lo extremadamente rápido), que rompe y profundiza la imagen “clásica” del mundo que las personas construyen.

Por otra parte, la influencia de la Mecánica Cuántica y de la TER ha excedido el ámbito de la Física y su conocimiento es necesario para comprender diferentes aspectos de las producciones culturales y tecnológicas del siglo XX. Ciertos avances en la ciencia han tenido importantes consecuencias fuera de la misma a punto tal de generar grandes cambios en la cultura de determinada época. De la misma manera que la Mecánica y la Óptica newtoniana influyeron en artistas, pensadores, filósofos y hasta políticos, algunos trabajos científicos de Einstein, Bohr, Heisenberg y otros influyeron fuertemente en diversos aspectos de la cultura en áreas como filosofía, artes visuales o literatura. Además de favorecer una cultura general más amplia, el incorporar estos aspectos contextualiza el conocimiento científico, mostrando que no es una actividad aislada y que puede modificar aspectos insospechados de la realidad. Al mismo tiempo, en un año tan especial para la Física como lo fue el 2005, hubo una gran cantidad de información en los diversos medios de comunicación masiva que favoreció, en algunos casos, el despertar interés por el tema en la población en general y en los adolescentes en particular, y en otros casos a reafirmarlo.

En particular, la incorporación de la TER se justifica por diversas razones, además de las estrictamente científicas. Desde el punto de vista de la enseñanza de las ciencias, la TER es un tema particularmente rico dado que los primeros contactos de los alumnos con el mismo deberían implicar un verdadero punto de inflexión en el conocimiento de la Física, pues lo que puede haber de continuidad entre la Física clásica y la relativista es menos relevante que aquello que las diferencia. Esto plantea un interesante desafío para los docentes que intenten abordar la TER en la escuela media, dado que ya no es posible recurrir a la intuición, que suele desarrollarse a partir de las experiencias que los individuos tienen con sistemas físicos clásicos, para comprender conceptos relativistas. El Profesorado en Física debe asumir la responsabilidad de una formación disciplinar y didáctica fundamentada, que favorezca el desarrollo de desempeños para que un futuro profesor afronte tal desafío.

La enseñanza de la TER abordada desde una perspectiva que asume como muy beneficiosa la introducción de la física escolar contextualizada desde el punto de vista histórico y epistemológico ya que, de esta forma, podría incluirse a los y las jóvenes en la ciencia y facilitar la conexión de las diversas disciplinas científicas con cuestiones de relevancia social. Dentro de esta propuesta genérica, la unidad didáctica aquí relatada usa la potencia del acercamiento a la biografía del científico para incidir directamente sobre mitos, estereotipos, prejuicios, concepciones alternativas y obstáculos epistemológicos bien conocidos en el campo de la naturaleza de la ciencia.

El análisis de aspectos poco difundidos –al menos en los materiales que utilizan habitualmente profesorado y estudiantes de escuela media– sobre la vida de Albert Einstein es una posible contribución a una enseñanza de la física que no solo se ocupe de los contenidos “duros” sino que también intente propiciar una imagen de ciencia más actual y dinámica. La propuesta es analizar que los científicos y científicas no son “superhombres”, sino personas con virtudes y defectos, grandezas y limitaciones, que los hacen “ceranos” a las vivencias de los estudiantes. Parecería que los estudiantes extrapolan las supuestas “virtudes intelectuales” de ciertos personajes estereotípicos de la ciencia a su vida fuera de la ciencia; por tanto, les cuesta aceptar que muchos aspectos de las vidas personales de estas personas no son tan “brillantes”, “triumfales” o “admirables” como sus teorías.

Se considera que la humanización de las grandes figuras míticas de la historia de la ciencia (Einstein, Newton, Pasteur, Darwin, Madame Curie, etcétera) podría generar en los estudiantes una percepción diferente de las ciencias naturales, favoreciendo en algunos casos el “acercamiento” de niños y niñas, adolescentes y jóvenes que, aun disfrutando de los aprendizajes científicos, creen no ser “aptos” para esta clase de saberes, que quedarían así reservados a unos pocos “selectos”.

La selección de los conceptos más relevantes se fundamentó en:

- el análisis epistemológico de cuestiones relevantes dentro de la TER;
- la indagación de las dificultades de los docentes para afrontar la tarea de abordar la TER en el nivel de enseñanza medio/polimodal, en situación concreta de aula;

- el análisis de los libros de texto que tanto los docentes como los alumnos adoptan como recurso didáctico;
- en el análisis de las dificultades de los estudiantes para conceptualizar los aspectos más relevantes de la TER.

Teoría Especial de la Relatividad

Revisión de los Principales conceptos de la mecánica newtoniana y de electromagnetismo necesarios para interpretar la TER

El primer bloque está orientado a realizar una profunda revisión de los conceptos de mecánica clásica que son necesarios para interpretar la TER, así como aquellos que se modifican sustancialmente a partir de la misma. Estos conceptos son los de espacio, tiempo y las nociones asociadas de sistema de referencia, observador, simultaneidad y medición, indispensables para la comprensión relativista del espacio-tiempo y los conceptos de masa y energía relativista.

Al mismo tiempo es necesario analizar aquellos conceptos de Electromagnetismo que entran en conflicto con la mecánica clásica y que son resueltos en el marco de la TER.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Movimiento relativo.
- Ecuaciones de transformación de Galileo.
- El éter electromagnético.

Tópicos de Teoría de la Relatividad Especial

El segundo bloque está orientado al conocimiento de los aspectos principales de la TER, analizando los postulados de la misma y cómo se modifican los conceptos de espacio y tiempo de la mecánica clásica a partir de asumir los nuevos postulados.

Es necesario analizar los diversos aportes a la elaboración de la teoría más allá

del realizado por Einstein.

También es relevante que el alumno conozca comprobaciones experimentales de la teoría y aplicaciones tecnológicas de la misma (fundamentalmente de aquellas que pueden ejemplificarse con elementos de la vida cotidiana).

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- Los postulados de la TER.
- La dilatación temporal.
- La contracción espacial.
- Las transformaciones de Lorentz.
- El espacio-tiempo y los diagramas de Minkowski.
- La equivalencia masa-energía.
- El rol de la experimentación en la TER.
- Aplicaciones tecnológicas de la TER.
- Influencias de la TER y de Einstein en diversos ámbitos del conocimiento.

Mecánica cuántica

Las investigaciones internacionales acerca de la enseñanza de la Física y los programas curriculares de muchos países, como lo reportan diversos trabajos de investigación, proponen el tratamiento escolar de los conceptos fundamentales de la teoría cuántica. En nuestro país, la propuesta curricular para la asignatura Física tiene, entre sus expectativas, la comprensión y descripción de los conceptos fundamentales de las teorías cuánticas. Sin embargo, es muy reducido el desarrollo escolar de su estudio en Física, quedando limitado a un ámbito informativo, si bien cabe reconocer que algunos contenidos suelen ser abordados tangencialmente en la disciplina Química.

Desde el punto de vista de la formación del profesor en Física, es importante plantear y discutir el objetivo y alcance que debe asignarse a los contenidos de

Mecánica Cuántica y, colateralmente, a su didáctica intentando orientar respuestas a dos cuestiones puestas de manifiesto en las investigaciones: ¿es necesario estudiar la Mecánica Cuántica en la escuela media?, ¿cómo abordarla sin caer en posiciones reduccionistas?, ¿qué contenidos pueden ser abordados para introducir las bases de un pensamiento cuántico en sus aspectos conceptuales y formales? En general, se fundamenta las respuestas a la primera cuestión en los avances tecnológicos actuales, tanto en el área de la electrónica basada en semiconductores, del láser y los derivados de la Física nuclear como en las más recientes como la computación cuántica, la nanotecnología y la biotecnología. Pero avanzando sobre las otras cuestiones, se debe reconocer que, además de su importancia para comprender aspectos básicos de dichas tecnologías, su importancia formativa debe valorarse con un mayor alcance si se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- los debates epistemológicos derivados de las diferentes interpretaciones de la Mecánica Cuántica que han modificado el lugar de la observación en el experimento, la concepción del proceso de medición y de predicción en Física;
- los aportes emergentes de las diferentes interpretaciones en relación con los conceptos base adoptados y los formalismos utilizados para la estructuración teórica;
- la Mecánica Cuántica ha dado un marco teórico para una interpretación de la estructura y comportamiento de la materia expresada básicamente en la permanente interacción de unos pocos componentes, respetando principios de conservación. Con ello ha producido una valiosa síntesis conceptual aportando elementos básicos para el estudio de las manifestaciones de la estructura atómico-molecular de la materia y la comprensión de fenómenos microscópicos. Así, se ha producido el solapamiento de las fronteras entre la Física y la Química, vinculadas con áreas de conocimiento tales como la Ciencia de los Materiales, la Biología, las Neurociencias, entre otras, dando sentido a la emergencia de un pensamiento complejo;
- la Mecánica Cuántica, vinculada con la teoría de la relatividad, provee el marco adecuado para describir las interacciones fundamentales a nivel sub-nuclear y en el rango de altas energías;
- actuales investigaciones en la línea especulativa de la teoría de campo

orientada a la unificación de todas las interacciones (incluida la gravedad) toma en cuenta la Mecánica Cuántica, sin entrar en contradicción con sus principios.

La Historia y la Epistemología de la Física muestran que el desarrollo de la Mecánica Cuántica ha sido revolucionaria en la evolución del pensamiento humano prácticamente en simultáneo con la Relatividad, como antes lo fuera la mecánica newtoniana o la noción de campo en la teoría electromagnética, por ejemplo. En este sentido, la importancia de su presencia en la escuela no reside sólo en el conocimiento de sus aspectos conceptuales como bagaje cultural y para la comprensión de tecnologías actuales, sino para contribuir al progresivo avance en el desarrollo del pensamiento de un sujeto que, con una lógica polivalente, provee nuevas formas de interpretación y establece límites de validez a explicaciones y conceptos muy arraigados en el dominio espacio-temporal de las experiencias cotidianas. En este sentido, debe entenderse que la exclusión de contenidos de la Mecánica Cuántica en el proyecto educativo de la escuela media, inhibe o posterga una actividad cognitiva deseable de desarrollar en los jóvenes del Siglo XXI que demanda razonar en términos probabilísticos superando el sentido determinista de las concepciones clásicas, la renuncia a una idea de realidad externa, objetiva e independiente del observador, para saberse involucrado y perturbando lo que observa.

“La conceptualización de un sistema cuántico requiere ingresar en un nuevo dominio explicativo y aceptar categorías que desafían a las originadas en la experiencia macroscópica, acerca del comportamiento ondulatorio y corpuscular como mutuamente excluyentes [...] En física clásica naturalizamos la idea de que los sistemas físicos tienen ciertas propiedades, y que así, diseñamos y llevamos a cabo experimentos como si nos brindaran información de ese sistema físico pre-existente. En física cuántica, es la conjunción de un sistema cuántico y un mecanismo de medición lo que nos brinda un resultado definitivo. Ya que diferentes mediciones proporcionan resultados incompatibles con características del sistema que son preexistentes, no podemos entonces definir ninguna clase de realidad física a menos que describamos el sistema físico que estamos investigando y el tipo de medición que estamos llevando a cabo sobre ese sistema. Esta conclusión resulta asombrosa ya que nuestra educación se ha basado en la premisa de la existencia de una realidad externa, objetiva y definitiva, sin

importar cuánto o cuán poco conociéramos de ella. Es muy anti-intuitivo aceptar que la realidad de algo se materializa en el acto de medir-observar, hasta tanto eso no ocurre, no existe realidad” (Fanaro y Otero, 2007, p.237-238).

La cuantización de la materia, la carga eléctrica y la energía

Este bloque está orientado a una revisión de conceptos e ideas de la física clásica que fueron dando sentido al concepto de cuanto como unidad elemental, rompiendo la idea de continuidad sobre la que reposa numerosos conceptos clásicos. El pensamiento cuántico difiere significativamente del que caracteriza a la física clásica. Dado que la formación del profesor en Física en las instituciones formadoras contempla, básicamente durante los tres primeros años, diversas asignaturas centradas en la física clásica, el futuro profesor ha incorporado conceptos y formas de razonamiento propias de ellas que pueden constituirse en posibles obstáculos, y generadora de tensiones para el desarrollo de la Mecánica Cuántica, si no se enfocan estrategias adecuadas para revisar los conceptos introducidos, producir contradicciones, reconocer los límites de validez de las teorías que se estudian, la permanencia de algunos conceptos y relaciones y la pérdida de sentido de ciertas nociones clásicas.

La presentación de los denominados experimentos cruciales, introdujeron una serie de hechos y comportamientos no explicables en el contexto teórico de la Física de fines del siglo XIX. Su análisis ha de ser un elemento formativo para la consideración de una estructura conceptual en crisis y los esfuerzos del pensamiento físico para modelar e interpretar mediante argumentos lógicos válidos. Progresivamente se irán incorporando en la presentación y desarrollando en sus alcances aquellos conceptos y principios que constituyen los fundamentos de la Mecánica Cuántica. Se pondrá especial énfasis en discutir las bases del pensamiento cuántico, los formalismos asociados y los significados atribuidos.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- La cuantización de la materia. La naturaleza de los gases: leyes empíricas y modelos estáticos y dinámicos (Dalton, Bernoulli y Avogadro). Teoría cinética de los gases. La interpretación de Einstein del movimiento

browniano.

- La cuantización de la carga. Leyes de Faraday de la electrólisis Descargas en gases. Determinación de la carga específica q/m . Determinación de Millikan de la carga del electrón.
- La cuantización de la radiación. Radiación del cuerpo negro. Fracaso de la interpretación de Rayleigh y Jeans. La hipótesis de Planck. El fotón. El efecto fotoeléctrico.

Fundamentos de la mecánica cuántica y la interpretación de la estructura de la materia

Este bloque está orientado al conocimiento de los modelos que se propusieron a lo largo de la historia permite distinguir ciertos experimentos y analizar en las explicaciones asociadas la emergencia de algunas ideas que fueron estableciendo una progresiva modulación de líneas de pensamiento para permitir el tránsito desde las formas clásicas hacia la cuántica. Esto supone una revisión cronológica de hechos, sino situarse sobre el proceso de construcción del conocimiento para detectar gérmenes de las nuevas concepciones cuánticas. Esto es particularmente importante para revisar y reflexionar sobre los conocimientos construidos y las formas explicativas del denominado enfoque clásico, en los cursos previos de Física durante la formación del futuro profesor que permitirán el anclaje de las nuevas concepciones, tales como la noción de estado cuántico, los observables físicos, el rol de la observación y la medida, los comportamientos probabilísticos y los conceptos derivados de la Teoría de Ondas explicando los patrones de interferencia y de difracción de partículas subatómicas.

Este bloque incluye los siguientes núcleos temáticos.

- La modelización de la estructura de la materia. El átomo nuclear: experimento de Rutherford. Los espectros atómicos. El modelo de Bohr. Principio de correspondencia. Interpretación de las líneas espectrales.
- Introducción a la mecánica cuántica. Las nociones básicas: estado cuántico, variables de estado. Ecuación de Schrödinger. La función de onda y su interpretación probabilística. El principio de incerteza de Heisenberg.

Complementariedad de la naturaleza ondulatoria y corpuscular. Estados estacionarios y niveles de energía. El experimento de Franck y Hertz. Los números cuánticos. Modelo cuántico del átomo. El concepto de orbital. Interacción espín-órbita. Experimento de Stern y Gerlach. Momento angular orbital y de spin. La naturaleza dual de los sistemas cuánticos. Difracción e interferencia de electrones.

- Átomos polieletrónicos. Principio de exclusión de Pauli. Configuración electrónica y término fundamental Interpretación de la Tabla Periódica de los elementos.
- Sistemas moleculares. Molécula de H_2^+ . Orbitales moleculares. Enlaces iónico y covalente. Moléculas poliatómicas.
- Sistemas materiales. Sólidos. Teoría de Bandas. Conductores, aislantes, semiconductores, superconductores. Diamagnetismo, ferromagnetismo y paramagnetismo. Aplicaciones.
- El núcleo atómico: propiedades. Isótopos, isótonos e isóbaros. Energía de ligadura. Fuerzas nucleares. Desintegración nuclear. Reacciones nucleares. Aplicaciones.
- Partículas fundamentales. Interacciones fundamentales. Tipos.

Astrofísica

Por muchísimo tiempo, esta rama de la ciencia se restringió al análisis del movimiento de los astros, y en particular a la descripción del movimiento de los planetas del sistema solar a partir de la interacción gravitacional. Desde principios del siglo XX, la situación cambió considerablemente. Por un lado se perfeccionaron notablemente los telescopios ópticos. Por otra parte, la Tierra no sólo es irradiada por luz visible. Los astros emiten en todo el espectro electromagnético, desde ondas de radio hasta rayos X. Las imágenes del cielo en estas frecuencias extremas del espectro electromagnético dieron lugar a importantísimos avances tanto en aspectos astrofísicos (estructura estelar y galáctica) como cosmológicos (origen y evolución del universo).

Hasta fines de la década del sesenta, la Cosmología no era considerada seriamente por una gran cantidad de científicos. Sin embargo, esta situación cam-

bió completamente, debido principalmente al descubrimiento de la radiación cósmica de fondo. Este descubrimiento, combinado con la ley de Hubble, dio ímpetu al modelo cosmológico de la gran explosión. Dicho modelo resulta de aplicar la Teoría General de la Relatividad de Einstein al Universo como un todo, y es actualmente aceptado por la gran mayoría de astrónomos y físicos. Más aún, las detalladas observaciones de la radiación cósmica de fondo que comenzaron con el satélite COBE en 1992 produjeron una revolución en esta área de la física, y permitieron el comienzo de la llamada “cosmología de precisión”.

Todos estos aspectos son en general motivadores para los estudiantes del nivel medio, y en muchos casos generan noticias periodísticas en las que se describen a nivel divulgación científica los últimos avances en el tema. Por estos motivos, consideramos importante que los profesores de física tengan la oportunidad de adquirir los conceptos fundamentales durante su formación, para luego poder ser capaces de introducir la discusión de estos temas en el aula.

El sistema solar

En este bloque se analizan, a partir de la descripción Newtoniana de la interacción gravitacional, las principales propiedades de las órbitas planetarias. Se describen también las características de los distintos planetas y cuerpos menores que orbitan alrededor del Sol.

- Las órbitas planetarias
- Características físicas de los planetas del sistema solar
- Cometas y asteroides

Estructura estelar

En este bloque se han incluido los métodos de determinación de distancias astronómicas. Luego se incluye una discusión de la relevancia de los espectros estelares a los efectos de determinar distintas propiedades de las estrellas tales como su constitución, temperatura y movimiento. Se incluye además la descripción de los fenómenos nucleares que dan lugar a la generación de energía en las estrellas y a los modelos de evolución estelar.

- Distintos métodos para determinar distancias astrofísicas.
- La composición y temperatura de las estrellas.
- Ley de Hubble.
- Reacciones nucleares y evolución de las estrellas.
- Distintas maneras de mirar el universo.

Cosmología

Por último, en este bloque se consideran principalmente los modelos cosmológicos. A los efectos de describir estos modelos es conveniente incluir una muy breve descripción de los fundamentos de la Teoría General de la Relatividad. No es necesario un estudio exhaustivo de esta teoría, pero se deben introducir algunos conceptos básicos tales como el principio de equivalencia y la visión de la interacción gravitatoria como una modificación de la geometría del espacio-tiempo. Esto permitirá describir correctamente el modelo cosmológico y se podrán evitar los frecuentes errores conceptuales que se cometen al hablar de la “gran explosión”. Se deberán discutir las principales predicciones del modelo.

Finalmente, se aprovecharán los conceptos aprendidos de la Teoría General de la Relatividad para discutir algunas propiedades básicas de los agujeros negros.

- La relatividad general.
- Los modelos cosmológicos a lo largo de la historia de la humanidad.
- El modelo de la gran explosión. Predicciones.

Mapas de progreso

Metas

La teoría especial de la relatividad Descriptor de alcance de la comprensión

El alumno de profesorado debe comprender

Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia

Nivel 2. Al finalizar la formación inicial

Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional

Las relaciones significativas que se establecen entre los conceptos de observador, sistema de referencia, proceso de medición e instrumentos.

Conceptos relevantes para efectuar mediciones, fundamentalmente de espacio y tiempo, desde distintos sistemas de referencia.

La invariancia de conceptos como "espacio" y "tiempo" en diferentes sistemas de referencia, en reposo relativo en el ámbito de la mecánica clásica.

La necesidad de utilizar las ecuaciones de transformación cuando se debe resolver un problema que requiere información de diferentes sistemas de referencia.

Los cambios en los de conceptos espacio y tiempo que se produjeron a lo largo de la Historia de la Ciencia.

Las nociones "sincronización" y "simultaneidad" y vincularlas con el hecho de que los observadores tengan los medios adecuados para comunicarse.

Reconoce la necesidad de asociar el concepto de observador con el concepto de sistema de referencia.

Comienza a vincular el concepto de observador con el proceso de medición, concepto que adquiere especial importancia en la TER, y con instrumentos comprendiendo que observar es algo más que "mirar detalladamente".

Utiliza las ecuaciones de transformación galileanas cuando se debe resolver un problema que requiere información de diferentes sistemas de referencia y resuelve adecuadamente situaciones planteadas en el ámbito de la mecánica clásica, aun en casos complejos.

Distingue los fenómenos que requieren una interpretación relativista de aquellos que se explican partir de teorías clásicas.

Escoge sistemas de referencia adecuados para resolver situaciones problemáticas referidas a la TER.

Establece relaciones significativas entre los conceptos de observador, sistema de referencia, proceso de medición e instrumentos.

Utiliza recursos informáticos, como por ejemplo applets, que pueden favorecer el aprendizaje del concepto espacio-tiempo.

Intenta identificar las concepciones de los alumnos respecto a conceptos fundamentales de mecánica clásica necesarios para el abordaje de la TER y selecciona problemas de mecánica clásica que requieran un análisis exhaustivo de los mismos.

Versión preliminar

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La situación en que se encontraba el electromagnetismo a finales del siglo XIX.</p> <p>Que la comunicación demanda un tiempo, además del propio del evento en cuestión que se intente medir.</p> <p>La incompatibilidad del Programa Mecanicista con algunos aspectos de la Teoría Electromagnética de Maxwell.</p> <p>Los postulados de la TER y sus consecuencias para los conceptos clásicos evento observador; sistema de referencia, medición, simultaneidad, tiempo y espacio.</p> <p>Las transformaciones de Lorentz.</p> <p>Aspectos básicos de la dinámica relativista y de la equivalencia masa energía.</p>	<p>Reconoce el límite de validez de la mecánica clásica y del electromagnetismo para resolver problemas de la física.</p> <p>Identifica algunas de las consecuencias fundamentales de la TER como la relatividad de los conceptos de simultaneidad, espacio y tiempo y la redefinición del concepto de masa.</p> <p>Aplica las transformaciones de Lorentz para resolver problemas relativistas.</p> <p>Reconoce la relevancia de la equivalencia masa-energía en reacciones nucleares</p> <p>Calcula el movimiento de una partícula cargada en presencia de campos eléctricos y magnéticos constantes.</p>	<p>Resuelve situaciones problemáticas que incluyen contracción de longitudes, dilatación del tiempo, y conservación de la energía.</p> <p>Calcula la longitud de un objeto respecto a un sistema de referencia con respecto al que se mueve a una velocidad cercana a la de la luz y la compara con su longitud propia.</p> <p>Calcular intervalos de tiempo de eventos en dos sistemas inerciales.</p> <p>Utiliza las expresiones de la energía en reposo, energía cinética y energía total de una partícula que se mueve velocidades cercanas a las de la luz.</p> <p>Utiliza los diagramas de Minkowski para representar e interpretar el concepto de espacio-tiempo.</p>	<p>Elabora situaciones problemáticas más complejas que incluyan otras formas de resolución, por ejemplo gráfica.</p> <p>Promueve, en el desarrollo de sus clases, el reconocimiento de los límites de validez de las teorías clásicas.</p>

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>La noción de espacio–tiempo.</p> <p>Las cuestiones que contextualizan histórica y epistemológicamente a la TER.: génesis de la teoría; contrastaciones empíricas a las que fue sometida; sus aplicaciones –incluso en la vida cotidiana, el rol de la comunidad científica en el desarrollo de una teoría y su influencia en la sociedad.</p>	<p>Reconoce que los conceptos de espacio y tiempo tal como lo interpretaba en la mecánica clásica ya no pueden utilizarse en la TER.</p> <p>Conoce comprobaciones experimentales de la TER.</p> <p>Conoce aplicaciones tecnológicas de la TER.</p> <p>Comprende el rol de la experiencia de Michelson en el surgimiento de la TER.</p>	<p>Valora las comprobaciones experimentales de la TER desde el punto de vista epistemológico.</p> <p>Debate respecto de posibles consecuencias de aplicaciones tecnológicas derivadas de la TER.</p> <p>Analiza ensayos sobre las implicancias filosóficas y epistemológicas de la TER.</p> <p>Analiza propuestas de enseñanza diseñadas para el abordaje de la TER en la escuela secundaria y reconoce sus fundamentos disciplinares y didácticos.</p> <p>Argumenta con sus pares y profesores sobre aspectos disciplinares específicos de la TER como también de sus implicaciones epistemológicas.</p>	<p>Selecciona críticamente recursos informáticos, como por ejemplo applets, que pueden favorecer el aprendizaje del concepto espacio-tiempo.</p> <p>Estimula a los alumnos a analizar las repercusiones de la TER fuera del propio ámbito de la Física, como en el arte y la filosofía.</p> <p>Indaga acerca de más aplicaciones tecnológicas de la TER de las que conoce por su formación de grado.</p> <p>Analiza críticamente las propuestas editoriales, recursos informáticos de simulación, diseños experimentales y material de divulgación vinculado con la enseñanza de la TER.</p> <p>Procura actualizar sus conocimientos a través de la capacitación permanente participando en cursos, seminarios y congresos.</p> <p>Lee críticamente y selecciona libros de texto y material de divulgación para la escuela media.</p>	

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Construir una imagen de Einstein no estereotipada, histórica y epistemológicamente fundamentada.</p>	<p>Construye una caracterización robusta de Albert Einstein, histórica y epistemológicamente fundamentada, que trascienda la visión reduccionista y estereotipada clásica, con más componentes de carácter “humano”, que no suelen tenerse en cuenta en las aulas ni en los medios de comunicación masivos.</p>		<p>Selecciona propuestas de enseñanza diseñadas para el abordaje de la TER en la escuela secundaria, analiza sus fundamentos disciplinares y didácticos y las implementa con sus alumnos.</p> <p>Plantea temas controvertidos vinculados con la vida de Albert Einstein, tanto en lo personal como su participación en cuestiones políticas y de repercusión para la sociedad.</p>

Metas		La cuantización de la materia, la carga eléctrica y la energía	
		Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>El carácter discreto de la materia, la carga eléctrica y la energía, emergente de la interpretación de experimentos que fueron cruciales en el desarrollo teórico.</p>	<p>Reconoce experimentos que, en una revisión histórica de la Ciencia, contribuyeron a dar sentido al carácter discreto de la materia, la carga eléctrica y la energía.</p> <p>Discute tales experimentos desde la perspectiva de teorías de dominio clásico para encontrar sus posibilidades explicativas y</p>	<p>Diferencia entre interpretaciones macroscópicas y microscópicas de las propiedades de la materia.</p> <p>Organiza modelos cinéticos y aplica la interpretación estadística para sustentar argumentaciones.</p>	<p>Utiliza aportes de la Historia de la Ciencia para fundamentar en sus clases las propiedades de la materia, la carga eléctrica y la energía.</p> <p>Relaciona las explicaciones termodinámicas de naturaleza empírica y las interpretaciones mecano-estadísticas sustentadas en</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Los límites de la matemática del continuo en la formalización de la Física Clásica.</p>	<p>Reconoce las modificaciones matemáticas que introduce la hipótesis de Planck sobre la explicación clásica de la radiación del cuerpo negro.</p>	<p>Selecciona con criterios experimentos para explicar a otros el carácter discreto de la materia, la carga eléctrica y la energía.</p> <p>Relaciona la naturaleza discreta de las unidades elementales y los comportamientos macroscópicos continuos.</p>	<p>modelos discretos de la materia.</p> <p>Modeliza adecuadamente para desarrollar sus explicaciones.</p> <p>Establece relaciones con contenidos de Química, en sus clases.</p> <p>Utiliza adecuadamente las teorías clásicas para interpretar los experimentos y reconoce las debilidades e inconsistencias derivadas de ellas.</p> <p>Produce argumentaciones fundadas para diferencias la descarga en gases de un fenómeno luminoso (radiación).</p> <p>Organiza explicaciones coherentes sobre la continuidad observable en los comportamientos macroscópicos, recurriendo a la naturaleza discreta de la materia, la carga eléctrica y la radiación.</p> <p>Selecciona en forma autónoma actividades para el aula que den evidencia de la discontinuidad de la materia, adecuadas al nivel de sus alumnos.</p>

Metas	Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>El carácter dual de la radiación.</p>	<p>Reconocer la necesidad de adoptar el carácter discreto de la radiación en los procesos de interacción de la radiación con la materia y su carácter ondulatorio en los procesos de interferencia y difracción.</p> <p>Resuelve situaciones vinculadas con la interacción de radiación, de diferentes frecuencias e intensidades, con distintos materiales y analizar los resultados.</p>	<p>Distingue los experimentos que requieren interpretaciones basadas sobre el carácter ondulatorio de la radiación de los que demandan la naturaleza discreta de la misma.</p>	<p>Produce argumentaciones fundadas para diferencias la descarga en gases de un fenómeno luminoso (radiación).</p> <p>Elabora argumentos adecuados para fundamentar el comportamiento dual de la radiación.</p>

Metas	Fundamentos de la mecánica cuántica y la interpretación de la estructura de la materia		
El alumno de profesorado debe comprender	Descriptores del alcance de la comprensión		
	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Las diferencias entre las descripciones de los sistemas físicos que realiza la Mecánica Cuántica de las correspondientes a la Mecánica Clásica</p> <p>El lugar de la observación y la medida en relación con el estado cuántico de un sistema</p> <p>Que el estado cuántico de un sistema se describe con una función de onda que codifica la distribución de probabilidad de</p>	<p>Reconoce la pérdida de significado de la trayectoria en el dominio cuántico como consecuencia de la indeterminación simultánea de la posición y la velocidad de una partícula, establecida por el principio de incertidumbre de Heisenberg.</p> <p>Identifica los observables físicos que permanecen en las descripciones y explicaciones del estado cuántico de un sistema.</p> <p>Calcula la función de onda asociada al</p>	<p>Reconoce que la formulación probabilística y la noción de incertidumbre expresan el abandono del carácter determinístico de la física clásica.</p> <p>Reconoce la constante de Planck como el límite de la precisión en la determinación simultánea de posición-momento lineal, energía-tiempo, etcétera.</p> <p>Lee y analiza artículos publicadas en revistas especializadas en la educación en Física</p>	<p>Selecciona actividades adecuadas al nivel de sus alumnos para diferenciar las descripciones de dominio clásico y cuántico, tales como: el rol de la observación y del observador; el proceso de medición, los límites de la incerteza, la noción del determinismo y la predicción.</p> <p>Debate con sus pares, sobre la base de lecturas sugeridas, distintos enfoques interpretativos vinculados con la Mecánica Cuántica.</p>

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender:	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>todas las propiedades medibles u observables</p> <p>El carácter representacional de los modelos de estructura de materia.</p> <p>El modelo cuántico del átomo: sus estados estacionarios, niveles de energía y transiciones permitidas.</p> <p>La organización de los orbitales moleculares como combinación lineal de orbitales atómicos.</p>	<p>movimiento de electrones en diferentes campos de potenciales unidimensionales, utilizando la ecuación de Schrödinger.</p> <p>Interpreta el carácter probabilístico de la función de onda.</p> <p>Reconoce el modelo atómico de Bohr como semiclásico, identificando sus componentes clásicas y cuánticas.</p> <p>Diferencia el concepto de “orbital” del de “órbita” en el movimiento de electrones en un sistema atómico.</p> <p>Interpreta el modelo atómico de orbitales emergente de la resolución de la ecuación de Schrödinger para un electrón en un potencial coulombiano.</p> <p>Reconoce el significado de los números cuánticos en relación con el modelo atómico de orbitales.</p> <p>Identifica las configuraciones electrónicas de átomos polieletrónicos, atendiendo al principio de exclusión de Pauli.</p> <p>Interpreta la organización de la Tabla Periódica.</p>	<p>y Ciencias relativas a cuestiones vinculadas con la enseñanza de la Mecánica Cuántica.</p> <p>Selecciona propuestas de enseñanza de contenidos de Mecánica Cuántica en la escuela secundaria y analiza sus fundamentos disciplinares y didácticos.</p> <p>Explica la estructura atómica de los elementos utilizando el modelo cuántico de orbitales, abandonando enfoques basados en el difundido modelo “planetario” de Bohr.</p> <p>Diferencia los orbitales atómicos s, p, d, etc., en función de su geometría espacial y el número de ocupación electrónica.</p> <p>Explica la distribución de las líneas del espectro de átomos hidrogenoides utilizando el modelo cuántico del átomo y las reglas de transición.</p> <p>Diseña propuestas didácticas para abordar la enseñanza de los modelos atómicos en la escuela secundaria.</p>	<p>Analiza críticamente las propuestas editoriales, recursos informáticos de simulación, diseños experimentales y material de divulgación vinculado con la enseñanza de nociones de Mecánica Cuántica.</p> <p>Selecciona lecturas y simulaciones para debatir con los alumnos en torno a la naturaleza dual de electrones, protones y neutrones.</p> <p>Fundamenta las limitaciones teóricas del modelo atómico de Bohr.</p> <p>Explica las configuraciones electrónicas de los átomos, utilizando el modelo cuántico de orbitales.</p> <p>Integra los contenidos de Mecánica Cuántica con los de la asignatura Química a fin de abordar colaborativamente la complejidad de la interpretación de la estructura atómica y la formación de moléculas.</p> <p>Selecciona ejemplos de fenómenos físicos, comportamientos de materiales, aplicaciones y desarrollos tecnológicos que no logran ser descritos o explicados por la Física Clásica y que sí se acepta lo hace la Física Cuántica.</p> <p>Reconoce la relevancia de la mecánica cuántica.</p>

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Las propiedades del núcleo y las características de las fuerzas nucleares fuertes.</p> <p>Que la masa de un núcleo, como sistema ligado, es menor que la suma de las masa de sus nucleones componentes</p> <p>Que la radiactividad es una propiedad de los isótopos inestables.</p> <p>Que la fusión, fisión y las capturas protónica, neutrónica y electrónica son procesos nucleares con diferentes energías involucradas.</p>	<p>iódica de Mendeleiev.</p> <p>Interpreta los procesos de absorción y emisión de la radiación sobre la bases de transiciones electrónicas permitidas entre niveles energéticos.</p> <p>Modeliza los orbitales de algunas moléculas, por ejemplo: H₂, H₂O, ClNa, NH₃, metano, etano.</p> <p>Caracteriza las propiedades de sólidos conductores, dieléctricos y semiconductores sobre la base del esquema de bandas de energía.</p> <p>Interpreta la tabla de nucleidos, identificando isótopos, isótonos e isóbaros y sus estabilidades.</p> <p>Reconoce órdenes de magnitud de: radio nuclear, volumen y densidad nuclear.</p> <p>Caracteriza a los núcleos por su espín nuclear y momento dipolar magnético.</p> <p>Calcula la energía de ligadura nuclear.</p> <p>Explica la desintegración α, β y γ.</p> <p>Interpreta tablas de decaimiento radiactivo y calcula características tales como constante de desintegración, actividad de una sustancia, proporción de sustancias</p>	<p>Reconoce y explica diferentes procedimientos para inferir propiedades nucleares.</p> <p>Reconoce y explica diferentes aplicaciones de los materiales radiactivos en la investigación científica y en el área de la salud y la tecnología.</p> <p>Analiza la información acerca de los procesos nucleares ofrecida en los libros de texto para la escuela secundaria.</p> <p>Diseña propuestas didácticas para trabajar en el aula contenidos vinculados con las propiedades nucleares y los procesos.</p> <p>Busca información sobre la ubicación y los</p>	<p>cuántica en el desarrollo de dispositivos electrónicos que se produjo desde la invención del transistor.</p> <p>Selecciona lecturas para trabajar en el aula aspectos históricos relacionados con la radiactividad y el conocimiento del núcleo y sus propiedades.</p> <p>Selecciona de materiales (software, videos, películas) para trabajar en el aula las aplicaciones de la tecnología nuclear; analizando las medidas de seguridad requeridas.</p> <p>Trabaja en el aula aspectos relacionado con los riesgos y consecuencias de la exposición a material radiactivo y radiaciones ionizantes, para generar conductas preventivas.</p> <p>Promueve la búsqueda de información en</p>

Version preliminar

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>Que las denominadas partículas fundamentales son consideradas actualmente como componentes básicos de la materia y sus interacciones.</p>	<p>radiactivas en series con dos miembros inestables presentes en rocas.</p> <p>Explica los diferentes procesos nucleares y calcula las energías asociadas.</p> <p>Explica el funcionamiento básico de un reactor nuclear.</p> <p>Diferencia bosones y fermiones y los relaciona con las interacciones fundamentales y la estructura de la materia respectivamente.</p> <p>Conoce los distintos tipos de fermiones y de bosones identificados en la actualidad.</p> <p>Identifica la estructura del protón y del neutrón.</p> <p>Da significado al concepto de antimateria.</p>	<p>diferentes usos de reactores nucleares en Argentina.</p> <p>Busca información para organizar la cronología del descubrimiento experimental/teórico de las partículas fundamentales hasta la actualidad.</p> <p>Analiza información periodística vinculada con aceleradores de partículas.</p>	<p>medios periodísticos sobre cuestiones nucleares y las debate con sus alumnos.</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico y de divulgación científica sobre procesos de fusión y fisión nuclear para estudiantes de nivel secundario.</p> <p>Promueve en sus alumnos la búsqueda de información cronológica sobre científicos que recibieron el premio Nobel de Física y su vinculación con la estructura de la materia.</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico y de divulgación científica relacionada con la Física de partículas.</p>	

Metas		El sistema solar Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional	
<p>Las principales propiedades de las órbitas planetarias.</p>	<p>Utiliza las leyes de Kepler para relacionar el tamaño y el período de las órbitas planetarias.</p>	<p>Describe las órbitas planetarias a partir de la ley de gravitación universal</p> <p>Reconoce la relevancia de la interacción</p>	<p>Analiza críticamente comentarios periodísticos referidos a los avances recientes en el tema: descubrimiento de planetas extrasolares, existencia de agua en los pla-</p>	

Metas		Descriptor del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Las características físicas de los planetas del sistema solar.</p> <p>Las propiedades de los cuerpos menores que orbitan alrededor del Sol.</p>		<p>gravitacional en el descubrimiento de algunos planetas.</p> <p>Realiza una síntesis histórica de las visiones geocéntrica y heliocéntrica del sistema solar.</p> <p>Conoce las principales características físicas de los planetas del sistema solar (radio, masa, composición de la atmósfera, temperaturas habituales, número de satélites).</p> <p>Relaciona estas características con la posible existencia de agua y vida en los distintos planetas.</p> <p>Describe las principales características de los cometas y de sus órbitas .</p> <p>Conoce la existencia de asteroides y discute sus diferencias y similitudes con los planetas.</p>	<p>netas, descubrimiento de nuevos planetas o cometas en el sistema solar; etcétera).</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico de divulgación científica para estudiantes de nivel secundario.</p>

Versión preliminar

<p>Metas</p>		<p>Estructura estelar Descriptor del alcance de la comprensión</p>	
<p>El alumno de profesorado debe comprender</p>	<p>Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia</p>	<p>Nivel 2. Al finalizar la formación inicial</p>	<p>Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional</p>
<p>Los métodos utilizados para determinar distancias en astrofísica.</p> <p>La relevancia del análisis de los espectros estelares para obtener información sobre la composición y movimiento de estrellas y galaxias.</p> <p>Los procesos físicos que ocurren en el interior de las estrellas.</p>		<p>Describe el método de paralaje (y sus limitaciones) para determinar distancias estelares.</p> <p>Describe métodos para determinar distancias a objetos más lejanos, como por ejemplo los basados en propiedades de las supernovas o de estrellas variables.</p> <p>Conoce las unidades de distancia utilizadas frecuentemente en astronomía y los órdenes de magnitud de distancias y tamaños típicos.</p> <p>Identifica la manera de obtener información de la composición de las estrellas analizando el espectro de luz visible.</p> <p>Relaciona la temperatura de las estrellas con la radiación de cuerpo negro</p> <p>Relaciona el corrimiento de las líneas espectrales con el efecto Doppler y con el movimiento de estrellas y galaxias.</p> <p>Describe fenomenológicamente la ley de Hubble, como una relación entre corrimiento al rojo y luminosidad aparente.</p> <p>Describe los procesos de fusión nuclear que se producen en el interior de las estrellas, y los relaciona con la generación de energía y la producción de elementos</p>	<p>Analiza críticamente comentarios periodísticos referidos a los avances recientes en astrofísica y cosmología.</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico de divulgación científica para estudiantes de nivel secundario</p>

Versión preliminar

Metas		Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
La relevancia de observar el universo en distintas longitudes de onda.	Conoce distintos tipos de telescopios ópticos (reflectores y refractores), sus principales características y limitaciones.	<p>pesados.</p> <p>Describe la evolución estelar utilizando diagramas de Hertzsprung-Russell.</p> <p>Reconoce el tipo de procesos astrofísicos que pueden observarse utilizando telescopios ópticos.</p> <p>Reconoce el tipo de procesos astrofísicos relevantes para la radioastronomía.</p> <p>Reconoce el tipo de procesos astrofísicos relevantes para la astronomía de rayos X.</p>	

Metas		Cosmología Descriptores del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
Los principios básicos de la teoría general de la relatividad de Einstein.		<p>Describe el principio de equivalencia y sus principales consecuencias.</p> <p>Relaciona la interacción gravitacional con la curvatura del espacio tiempo.</p>	<p>Analiza críticamente comentarios periodísticos referidos a los avances recientes en astrofísica y cosmología.</p> <p>Selecciona críticamente material bibliográfico de divulgación científica para estudiantes de nivel secundario.</p> <p>Se interioriza sobre modelos cosmológicos alternativos.</p>

Metas		Descriptorios del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al aprobar la correspondiente materia	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Los distintos aspectos de los modelos cosmológicos que fueron surgiendo a lo largo de la historia de la humanidad.</p> <p>Los principales aspectos de la teoría de la gran explosión.</p>		<p>Describe los modelos cosmológicos de distintas culturas (egipcios, babilonios, griegos), relacionándolos con los conocimientos científicos de la época.</p> <p>Relaciona la ley de Hubble con la expansión del universo.</p> <p>Describe los principales argumentos que llevan a concluir teóricamente la existencia de la radiación cósmica de fondo.</p> <p>Conoce el status de las observaciones actuales de la radiación cósmica de fondo.</p> <p>Distingue entre curvatura del espacio-tiempo y los preconceptos relacionados con la teoría de la gran explosión.</p>	

Versión preliminar

Referencias bibliográficas

ARONS, A. B. (1997): *Teaching Introductory Physics*, New York, J. Wiley and Sons, Inc.

FANARO, M; OTERO, M; ARLEGO M. (2007): "El método de caminos múltiples de Feynman para enseñar los conceptos fundamentales de la Mecánica Cuántica" en *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, volumen 24, año 2, pp 233-260.

GIL PÉREZ, D. y otros (1999): "¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?" en *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Volumen 17, Número: 2, pp 311-320.

HAMITY, V. H. (2007): *Caminos de la Física: De la física clásica a la mecánica cuántica*,

Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.

REDISH, E. F. & STEINBERG, R. N. (1999): "Teaching Physics: Figuring Out What Works" en *Physics Today*, Volume 52, Issue, January 1999, pp 24-30.

REDISH, E. F. (2004): "Teaching Physics with the Physics Suite", Hoboken, NJ, Wiley and Sons, Inc. Disponible en <http://www2.physics.umd.edu/~redish/Book/>

STONE WISKE, M. (2005): *La enseñanza para la comprensión, Vinculación entre la investigación y la práctica*, Buenos Aires, Editorial Paidós

Matemática

- Verónica Cambriglia (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires)
- Silvia Graciela Caputo (Instituto Superior de Formación Docente “Dr. Juan Pujol”, Corrientes)
- Gustavo Fabián Carnelli (Instituto del Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento)
- Ana Matilde Ceccarini (Instituto Superior de Formación Docente “Antonio Ruiz de Montoya”, Misiones)
- Silvia Catalina Etchegaray (Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto)
- Lidia Ester Ibarra (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta)
- Angela Pierina Lanza (Instituto Nacional Superior del Profesorado “Joaquín V. González”, CABA)
- Ana María Mántica (Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral)
- Silvia Marzoratti (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires)
- Mirta Nieva (Instituto de Enseñanza Superior “Monteros”, Tucumán)
- Nélide Haydée Pérez (Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis,)
- Sara Scaglia (Facultad de Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral)
- María Selva Serrano (Instituto de Enseñanza Superior “Monteros”, Tucumán)
- Guadalupe Emilce Sinelli (Instituto Superior de Formación Docente N° 14, Neuquén)
- Guillermina Emilia Vosahlo (Instituto Superior de Formación Docente “Aguilares”, Tucumán)
- Nora Margarita Zon (Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto)

- Coordinación: Mabel Alicia Rodríguez (Universidad Nacional de General Sarmiento)

Agradecimientos

Agradecimientos a los organizadores de encuentros o jornadas de trabajo.

Agradecemos a los organizadores de los siguientes encuentros o jornadas de trabajo quienes nos han dado un espacio para presentar públicamente los avances al mismo tiempo que agradecemos a los colegas que asistieron a estas presentaciones y nos acercaron aportes y comentarios.

- Reunión del CUCEN llevada a cabo en la Universidad Nacional de San Martín, octubre de 2009.
- Encuentro de Profesores de Profesorados de Matemática del Nordeste, organizado por la Universidad Nacional de Misiones, octubre de 2009.
- Escuela de Primavera de Didáctica de la Matemática, organizada por la Universidad Nacional de San Martín, noviembre de 2009.

Agradecimientos a colegas

Agradecemos a los colegas de Institutos Terciarios, Universidades Nacionales y Privadas quienes generosamente y con compromiso ético y profesional, se tomaron el tiempo y esfuerzo en enviarnos sus comentarios que nos han permitido enriquecer el trabajo.

Sumario

Introducción	121	superior	151
Presentación general de los núcleos problematizadores	124	Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	151
Núcleo 1: Lo geométrico	127	Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	154
Presentación del núcleo	127		
Objetivos específicos de aprendizaje	129		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior	131		
Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	131		
Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	133		
Núcleo 2: Lo analítico	136		
Presentación del núcleo	136		
Objetivos específicos de aprendizaje	138		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior	141		
Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	141		
Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	143		
Núcleo 3: Lo numérico y lo aritmético	146		
Presentación del núcleo	146		
Objetivos específicos de aprendizaje	149		
Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior			
		Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	151
		Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	154
		Núcleo 4: Lo algebraico	156
		Presentación del núcleo	156
		Objetivos específicos de aprendizaje	158
		Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior	160
		Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	160
		Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	162
		Núcleo 5: Lo probabilístico y lo estadístico	165
		Presentación del núcleo	165
		Objetivos específicos de aprendizaje	167
		Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior	170
		Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas	171
		Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos	174

Introducción

En el marco del Proyecto de Mejora de la Formación Docente Inicial para el Nivel Secundario en Biología, Física, Matemática y Química, pretendemos en este documento desarrollar unas primeras respuestas a las tres cuestiones presentes en la problemática de la formación del futuro profesor de Matemática:

- ¿Qué es lo que realmente importa que los futuros docentes de Matemática comprendan del campo disciplinar?
- ¿Qué tipo de experiencias debería transitar un futuro profesor durante su formación para que alcance la comprensión deseada?
- ¿Cómo sabemos, tanto los formadores de profesores de Matemática como los estudiantes del profesorado, que están construyendo comprensión?

Para dar posibles respuestas a estas cuestiones, en este documento presentamos:

- Un marco que explicita posiciones desde las cuales se formulan respuestas a las preguntas.
- Un conjunto de núcleos problematizadores que vertebran la comprensión de la Matemática para la formación docente inicial. Para cada núcleo, se explicitan, además:
 - ♦ el enunciado de objetivos de aprendizaje que establecen el alcance y profundidad de la comprensión esperada;
 - ♦ una propuesta de experiencias de aprendizaje que sería recomendable se proponga a los estudiantes de profesorado para el logro de tales objetivos. Esta propuesta se establece con la intención de mostrar algunos tipos de tareas, sin pretensión de exhaustividad;
 - ♦ matrices que explicitan criterios de evaluación y sus descriptores que permitirían identificar mapas de progreso del aprendizaje de los estudiantes.

Son muchas las nuevas preguntas que se nos plantean antes de poder esbozar algún tipo de respuesta a las cuestiones planteadas. En primer lugar, debemos reconocer que la formación del Profesorado es un problema abierto en el seno de los grandes problemas del ámbito de la Didáctica de la Matemática. En este campo se reconocen una variedad de líneas y de enfoques que tratan de describir y explicar los fenómenos de enseñanza y aprendizaje para luego actuar sobre el sistema de enseñanza, con una diversidad de herramientas teóricas. Por esta razón, cualquier intento de respuesta a esta compleja cuestión resultará forzosamente parcial y limitada. Esta difícil realidad se profundiza si además admitimos que la formación del Profesor de Matemática está íntimamente relacionada con qué Matemática hay que dar en la escuela secundaria de hoy y debería ser flexible para adaptarse a cambios futuros que se den en este nivel. Por ende reconocemos la importancia de restringir el análisis de este complejo problema a necesarias y determinadas miradas, descripciones y análisis científicos, pero indiscutiblemente insuficientes. A continuación tratamos de presentar los acuerdos logrados que sintetizan nuestra posición.

Entendemos que para poder dar respuesta a qué es lo que realmente importa que los futuros docentes en Matemática comprendan del campo disciplinar, previamente debemos responder qué significa comprender Matemática. Esta última pregunta está íntimamente ligada a cómo se concibe el conocimiento matemático en el amplio espectro que incluye desde la Matemática científica hasta la Matemática enseñada en los distintos niveles. Por lo tanto, nos resulta indispensable tener en cuenta: ¿cómo concibe la comunidad matemática los objetos que produce?, ¿cómo conciben los profesores en ejercicio los textos, el currículo y los objetos que enseñan?, y ¿cómo concibe la comunidad didáctica los objetos matemáticos que deben ser enseñados en un tiempo y una circunstancia dada?

Hay en la actualidad algunos acuerdos que ofrecen posibles respuestas a estos cuestionamientos y que nos permiten establecer un punto de partida sobre el que basamos la propuesta de este documento.

Acuerdos epistemológicos (respecto de la Matemática)

- La Matemática es una construcción cultural y social.
- La Matemática, en tanto actividad humana, implica el planteo y la búsqueda de soluciones de situaciones problemáticas. Es en la búsqueda de esas soluciones o en los planteamientos de nuevas problemáticas donde se construyen y evolucionan los objetos matemáticos. La actividad matemática incluye desde las exploraciones y aproximaciones realizadas en el proceso de búsqueda de soluciones hasta la formalización y presentación de resultados como producto acabado. En ese marco, se reconoce como una de las actividades relevantes a la modelización. Ésta incluye tanto el análisis, la adaptación y uso de modelos matemáticos conocidos, como la creación de conocimientos matemáticos para simplificar, describir y manipular los sistemas en estudio.
- El lenguaje simbólico en el que se expresan los problemas y las soluciones encontradas tiene una función tanto representacional como comunicativa e instrumental.
- La Matemática, en tanto sistema conceptual, está lógicamente organizada y fundamentada mediante procesos deductivos.

Acuerdos cognitivos (respecto del aprendizaje de la Matemática)

Comprender un objeto matemático significa haber transitado por diversas experiencias que le permitan al estudiante producir, organizar y re-organizar la red de relaciones que se deben establecer en la resolución de una situación problemática¹ que “obliga” al funcionamiento del objeto, los procedimientos o técnicas que se despliegan para resolverla, las definiciones, propiedades, argumentos que validan las acciones realizadas, todas ellas soportadas y reguladas por el lenguaje simbólico, propio de la Matemática, y la lengua natural.

Estos acuerdos se complementan con otra posición que compartimos que se refiere al papel relevante que tienen las prácticas (el trabajo en el aula) en la construcción del perfil del docente. Cualquier proceso de formación, en particular el de un profesor de Matemática, toma sentido a partir de un conjunto

¹ Las situaciones problemáticas a las que nos referimos en este documento son tanto intra-matemáticas como extra-matemáticas.

de situaciones/tareas/problemas/cuestiones a las que es necesario que los estudiantes puedan dar respuesta. Pero ¿cuáles son estas situaciones/problemas/cuestiones?... Antes de intentar responder a esta pregunta, queremos destacar que el hecho de que los estudiantes sean futuros profesores de Matemática agrega un componente importante a considerar en este documento: los futuros profesores deben transitar en sus espacios de formación por prácticas y experiencias de producción matemáticas que, por un lado, creen las condiciones de emergencia de los objetos matemáticos a partir de las relaciones matemáticas puestas en juego y, por otro lado, generen buenas condiciones para la reflexión en torno a los modos de hacer; la relación con otros objetos, los argumentos posibles y no necesariamente solidarios con los convencionales. Es decir: un espacio en donde los docentes puedan construir una relación con la Matemática que les proporcione herramientas para cuestionar la naturalidad de los objetos de la matemática escolar; y perseguir respuestas a estos cuestionamientos.

Entonces, para atender a esta cuestión, podemos pensar en las decisiones que el futuro docente deberá tomar sobre la Matemática a enseñar cuando esté en ejercicio. A modo de ejemplo, el docente debería disponer de herramientas que le permitan dar respuestas a cierto tipo de preguntas sobre objetos matemáticos a enseñar:

- ¿Por qué son necesarios y se deben enseñar?
- ¿Qué tipo de problemas resuelven?
- ¿Con cuáles otros conceptos, operaciones, propiedades, definiciones, se lo asocian?
- ¿Qué tipo de argumentaciones se utilizan a propósito de los mismos?
- ¿Qué lenguaje representa y operativiza sus principales funciones y usos?
- ¿Qué contextos dejan al descubierto el o los significados que se pretenden generar?
- ¿Qué contextos ayudan a comprender diferencias y similitudes entre los objetos y otros vinculados a ellos?
- ¿Cuáles situaciones provocan cambios y evolución de significados de los objetos?
- ¿En qué contexto histórico y cultural aparecen los conocimientos matemático en cuestión?
- ¿Cómo contribuyen a la construcción y organización del saber matemático?

Por supuesto esta lista de interrogantes no es exhaustiva, sólo intenta poner en evidencia que los aprendizajes en la formación docente deben orientarse para ayudar al futuro profesor a delinear respuestas superadoras de posiciones clásicas que no cuestionan el saber a enseñar. Compartimos la posición de que las herramientas para tal fin deben desarrollarse durante la enseñanza de la Matemática y de la Didáctica de la Matemática que se promueva en la formación inicial. El posicionamiento que el futuro docente sostenga ante el saber matemático construido en su formación inicial, condicionará la manera en que lo acercará a los estudiantes del nivel secundario y por lo tanto condicionará la forma en que estos últimos se apropien de él.

El marco de acuerdos presentado posibilita imaginar un escenario deseable que permita pensar la enseñanza de la Matemática para futuros docentes en un espacio de construcción, transformación y validación de los conocimientos, tratando de no enfatizar ninguna de todas las dimensiones que posee el saber matemático sobre la otra (por ejemplo: lo discursivo sobre la práctica, lo axiomático sobre lo constructivo, lo deductivo sobre lo plausible).

En este sentido, consideramos como ejes reguladores para desarrollar una actividad matemática en la formación docente -con telón de fondo en el marco de acuerdos expuesto- a los siguientes.

- **El razonamiento plausible o conjetural en la etapa de exploración de los problemas y en el proceso hacia la demostración matemática.**

La utilización de un razonamiento no-deductivo que permita elaborar, contrastar y transformar el conocimiento matemático y la toma de conciencia mediante la reflexión sobre lo que se dice y lo que se hace, como condición necesaria para comprender y otorgar significados a la construcción de un sistema conceptual organizado.

- **La reorganización deductiva del conocimiento matemático**

La Matemática, en tanto sistema conceptual, está lógicamente organizada, y son los procesos deductivos los que permiten su estructuración. La lógica y el lenguaje acompañan la reorganización deductiva poniendo al descubierto su potencia como herramienta en la producción individual y en la producción del conocimiento socialmente compartido.

La lógica necesariamente acompaña no solo la reorganización deductiva del conocimiento matemático sino está presente en las distintas formas de demostración que se deben aprender y en el razonamiento matemático subyacente a toda actividad matemática.

- **La dualidad exactitud-aproximación del trabajo matemático para observar, interpretar y leer la “realidad”.**

La búsqueda de resultados exactos a problemas matemáticos hace tiempo que se mostró insuficiente. La realidad que se pretende explicar se describe con modelos que, mayoritariamente, se resuelven por métodos numéricos computacionales que ofrecen soluciones aproximadas y cuya precisión, generalmente, se puede controlar. Sin embargo, esta dualidad epistémica no llega a las aulas, en las cuales prevalece la búsqueda de soluciones exactas.

- **La utilidad de los conocimientos matemáticos y la contextualización de sus construcciones.**

Muchos conceptos matemáticos se han gestado respondiendo a necesidades surgidas en contextos de resolver problemáticas extra-matemáticas. Otros, en cambio, han nacido de intereses propios de la Matemática, con intención de lograr avances en ella tanto sea por obtener resultados más generales como conceptos más inclusores respecto de otros. De este modo la presencia de problemas es un aspecto característico de la Matemática y su potencia en el avance de la ciencia fundamenta la decisión de considerarlos al interior de las aulas del Profesorado. Pensamos que los futuros docentes deberían ser capaces de abordar problemas de distinta índole: con o sin solución, abiertos o no, de aplicación, de motivación, que dieron origen a conceptos, otros que mediante su desarrollo permiten construir nociones nuevas para ellos, etcétera. De este modo, se reconocería la utilidad de la Matemática y se comprendería que sus construcciones están contextualizadas en el tiempo y en las problemáticas que les dan lugar.

En todas las respuestas que presentamos intentamos poner de manifiesto la adecuación de las mismas en dos sentidos:

- porque permiten una comprensión apropiada del objeto matemático -en términos de lo epistemológico y cognitivo ya descrito; y
- porque toman en consideración que quien aprende es un futuro profesor de Matemática y esto exige trabajar con los objetos matemáticos de otro modo, como acabamos de manifestar. Es necesario tener presente que el modo de aprender los objetos matemáticos se dará en consonancia con las experiencias de aprendizaje vividas en la formación.

Por último, enfatizamos que el contenido de este documento -focalizado en la formación disciplinar- compromete la formación didáctica, siendo conscientes de que lo didáctico exige un trabajo de construcción que excede a los aportes que desde lo disciplinar pueda abordarse. En realidad, nuestra intención es contribuir

Presentación general de los núcleos problematizadores

En esta sección presentamos los núcleos problematizadores evidenciando relaciones entre ellos, e incluimos algunos objetivos de aprendizaje de los estudiantes durante su formación.

Los núcleos

Para avanzar en las razones que nos llevaron a definir cada núcleo problematizador reflexionamos sobre el conjunto de cuestionamientos específicos que dan sentido al quehacer matemático en el amplio contexto que involucra los aspectos relacionales de su naturaleza.

Bajo esta perspectiva, una mirada retrospectiva permite posicionar los orígenes de los saberes específicos de cada núcleo en el devenir histórico del trabajo matemático. Así encontramos:

- la complejidad proveniente de la cantidad (dando origen al número, a la aritmética)²;
- la complejidad que procede del espacio (dando lugar a la Geometría).

Más adelante, el mismo espíritu matemático se enfrenta con:

- la complejidad del símbolo (lo algebraico);
- la complejidad del cambio y del movimiento (lo analítico)³;
- la complejidad proveniente de la incertidumbre (las probabilidades y la estadística);
- la complejidad de la estructura formal del pensamiento (lógica matemática).

Cada una de estas complejidades es abordada en el presente documento a partir de un núcleo específico excepto la última, que si bien no cuenta con un núcleo propio, está presente en cada uno de los restantes en el abordaje de las relaciones formales que existen entre las proposiciones formuladas durante el estudio de los objetos matemáticos que los constituyen.

De este modo, los núcleos propuestos son:

- **Núcleo 1:** Lo geométrico
- **Núcleo 2:** Lo analítico
- **Núcleo 3:** Lo numérico⁴ y lo aritmético
- **Núcleo 4:** Lo algebraico
- **Núcleo 5:** Lo probabilístico y lo estadístico

³ Con el nombre "lo analítico" en este núcleo nos referimos a aspectos del Análisis Matemático.

⁴ Con el nombre de "lo numérico" hacemos referencia a los diferentes conjuntos de números, no considerando en este núcleo los métodos computacionales que resuelven cálculos numéricos.

² Idea extraída del documento de Miguel De Guzmán, "Enseñanza de las Ciencias y la Matemática" en OEI Para la Educación, la Ciencia y la Cultura- Biblioteca Digital de la OEI- weboei@oei.es

Cada uno de los núcleos se organiza alrededor de “grandes motores”, expresados mediante preguntas, que promueven o han promovido el avance en la comprensión y desarrollo de la actividad matemática y que llamamos sub-núcleos. Para cada núcleo se detallan además, otra serie de preguntas que refinan a las centrales y que permiten mejorar la comprensión del enfoque presentado aquí.

Cada núcleo incluye:

- Una breve fundamentación de la elección de los sub-núcleos.
- Un esquema que contiene las preguntas centrales de cada sub-núcleo (presentadas en los rectángulos centrales), contenidos mínimos para la formación (presentados en óvalos periféricos) y un detalle breve de cómo se propone alcanzar la comprensión al poner de manifiesto la metodología propia de trabajo de esa área, las formas de comunicación apropiadas y la finalidad que se persigue con el trabajo en el núcleo (este detalle se presenta en un cuadro a la izquierda del esquema);
- Objetivos de aprendizaje,
- Un conjunto de experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior.
- Un ejemplo modelo de una experiencia posible.
- Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos. Se presentan en una matriz que contiene lo que se espera en términos de aprendizaje matemático al promediar la formación docente y al finalizar la misma, así como lo que se espera que pueda hacer al iniciarse en el campo profesional incluyendo en este caso, aspectos didácticos (se considera el período desde la residencia, durante la formación, hasta los primeros años de trabajo profesional).

Cabe señalar que cada uno de los esquemas no puede leerse aislado del resto de los elementos incluidos en el núcleo ni deben perderse de vista las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.

Asimismo, a partir de los esquemas no se pretende proponer secuenciación ni jerarquización de contenidos. Todos ellos darían lugar a organizar secuen-

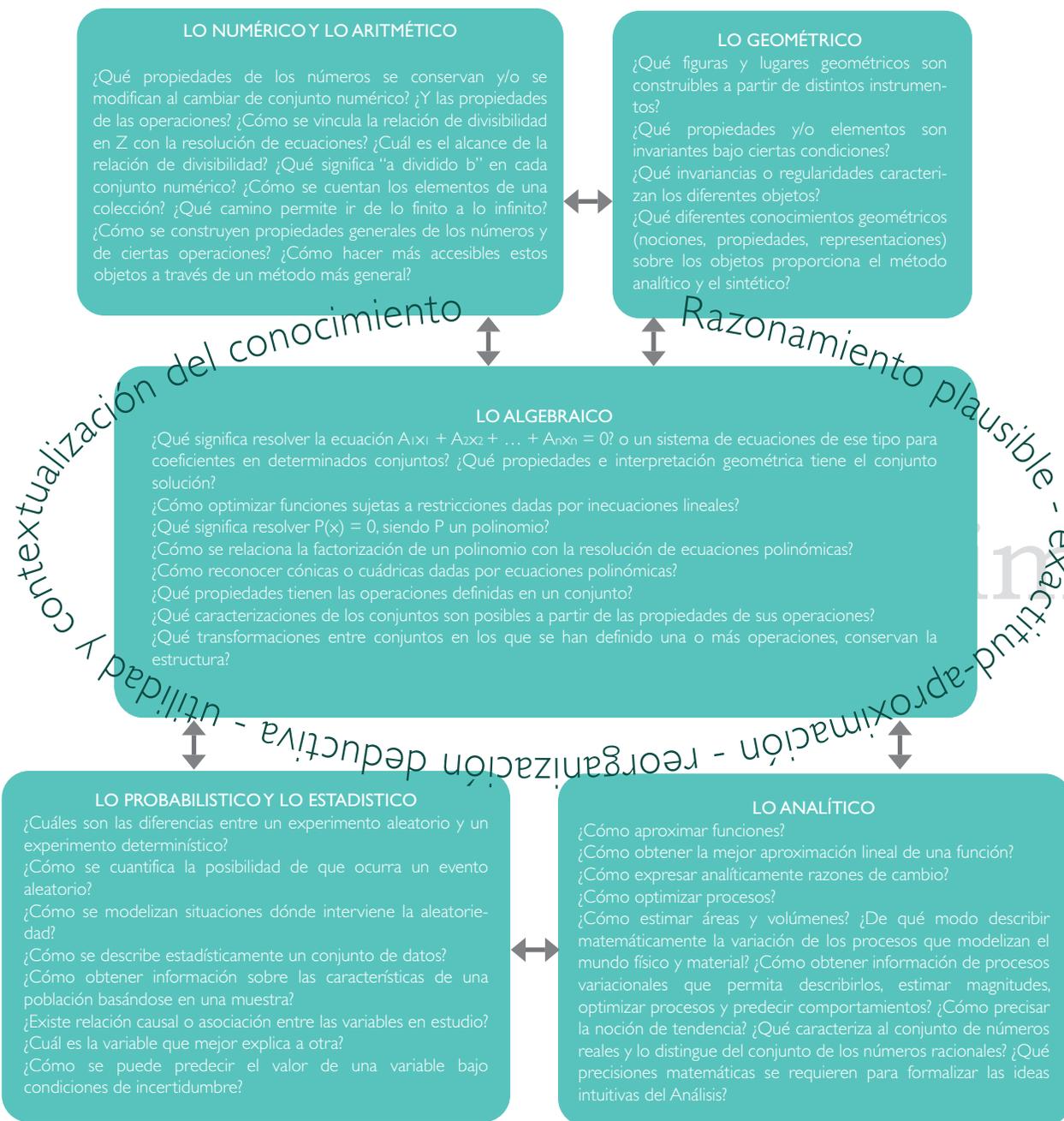
cias bajo distintos criterios. Las flechas que figuran en los esquemas muestran conexiones entre contenidos que deben abordarse para avanzar en respuestas a las preguntas centrales. La presentación de los núcleos y el despliegue en cada uno pone de manifiesto la reflexión sobre la formación matemática de un futuro profesor y no ha sido objetivo de este documento la discusión sobre el diseño de espacios curriculares. Simplemente mencionamos que lo propuesto para un núcleo no necesariamente debería resultar acabado en espacios curriculares específicos de esta temática. De hecho mencionaremos explícitamente vínculos entre los núcleos que contemplen un tratamiento matemático integrado que consideramos necesario durante la formación.

Consideramos que un estudiante, al finalizar su formación en el profesorado, debería haber desarrollado herramientas que le permitieran abordar con flexibilidad y autonomía las preguntas centrales de todos los núcleos.

Por último, deseamos volver a insistir sobre el carácter abierto e institucional de esta problemática que nos alerta sobre cómo tratar y valorar este fenómeno en su necesaria relación con la evolución del sistema de enseñanza. Este primer intento de delimitación de los conocimientos matemáticos y su modo de apropiación en la formación de un futuro profesor, deberá ser transitado con mucha cautela siendo capaces de reconocer no sólo la complejidad sistémica sobre cómo se comprende un objeto sino además ser conscientes que ese acto de apropiación es dinámico, progresivo, no-lineal y que se encuentra en plena instancia de investigación en el ámbito de la Didáctica de la Matemática y de las ciencias preocupadas por el estudio de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Esquema general de los núcleos y vinculaciones entre ellos

El esquema siguiente pone de manifiesto las preguntas centrales alrededor de las cuales puede desarrollarse el trabajo matemático y evidencia algunos de los vínculos entre los núcleos en el rectángulo de la izquierda. Resaltamos la importancia de lograr enfoques unificados de tratamiento matemático.



ALGUNOS VINCULOS ENTRE NUCLEOS

Interpretación y estudio de la aplicación de algunas isometrías a algunos lugares geométricos en función de las expresiones analíticas resultantes (Geometría-Álgebra).

Estudio de las estructuras algebraicas definidas por algunas isometrías con la operación composición (Geometría-Álgebra).

Determinación de medidas de magnitudes (longitud, área y volumen) mediante métodos específicos del campo analítico (integral curvilínea, integral de Riemann, integral de Lebesgue) (Geometría-Análisis).

Caracterización del conjunto de los números construibles, estudio de los conjuntos numéricos incluidos en este conjunto y explicitación de un número construible a partir del álgebra de los polinomios. (Geometría-Aritmética/Números).

Cálculo de probabilidades - conteo (Probabilidad/Estadística-Aritmética/Números).

Conteo - binomio de Newton y el triángulo de Pascal o Tartaglia (Probabilidad/Estadística-Aritmética/Números-Álgebra).

Cálculo de probabilidades geométricas y cálculo de áreas de figuras geométricas (Geometría-Álgebra-Análisis-Probabilidad/Estadística).

La construcción de la tabla de la normal - desarrollos en serie de potencias y teorema fundamental del Cálculo (Probabilidad/Estadística-Análisis).

La estimación del valor de integrales definidas - una aplicación de la ley de los grandes números usando el método de Monte Carlo (Probabilidad/Estadística-Análisis).

El método de estimación de máxima verosimilitud y mínimos cuadrados (Probabilidad/Estadística-Análisis).

La determinación de la función de distribución acumulada y el cálculo de momentos de variables aleatorias - con el cálculo de integrales y series (Probabilidad/Estadística-Análisis).

Interpretación geométrica de los sistemas de ecuaciones y del conjunto solución (Geometría-Álgebra-Análisis).

Las matrices de ciertas transformaciones lineales y las transformaciones geométricas (Geometría-Álgebra).

Las expresiones polinómicas de segundo grado y las cónicas (Geometría-Álgebra).

Uso de matrices para obtener las expresiones canónicas de cónicas y cuádricas (Geometría-Álgebra).

Posibilidad o no de realizar construcciones con regla y compás (Geometría-Álgebra).

Concepto de función (Análisis-Álgebra).

Resolución de ecuaciones para la determinación de elementos de las funciones como ceros, extremos, preimágenes, etcétera. (Análisis-Álgebra).

Soluciones aproximadas de una ecuación (Análisis - Álgebra).

Los polinomios y las funciones polinómicas (Análisis - Álgebra).

Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales (Análisis-Álgebra).

Las estructuras algebraicas y los conjuntos numéricos y las operaciones definidas en ellos (Álgebra-Aritmética/Números).

Las relaciones de equivalencia y la congruencia (Álgebra-Aritmética/Números).

El uso de la teoría de la medida para fundamentar la Probabilidad y la Estadística (Análisis-Probabilidad/Estadística).

La anulación del producto interno en un espacio euclídeo y la perpendicularidad (Álgebra-Geometría).

Los movimientos en el plano, las relaciones de equivalencia y la estructura de grupo (Álgebra-Geometría).

La estructura de espacio vectorial y la sistematización de las propiedades geométricas (Álgebra-Geometría).

El área de un paralelogramo, el volumen de un paralelepípedo y la función determinante (Álgebra-Geometría).

Núcleo 1: Lo geométrico

Presentación del núcleo

En este apartado pretendemos avanzar en el reconocimiento de algunos eslabones que consideramos centrales para abordar la enseñanza de la Geometría para un futuro profesor de Matemática. Estas consideraciones nos permitirán, por un lado, reflexionar acerca de la complejidad particular que tiene la enseñanza de la Geometría respecto de los otros dominios de la Matemática presentados en los diferentes núcleos de este documento. Por otro lado, dichas reflexiones nos proporcionan ciertos elementos de fundamentación de las decisiones que han dado lugar a la constitución de este núcleo: *lo geométrico*.

Cabe señalar, antes de adentrarnos en las especificidades de los saberes geométricos, que el prestigio adquirido históricamente en la disciplina se ha ido desplazando hacia otras ramas que proporcionan nuevos registros de representación y que habilitan un trabajo que puede descontextualizarse de las figuras, una vez modelizadas las relaciones geométricas utilizando ese nuevo sistema. Actualmente, la formación matemática hereda los resabios de este corrimiento, la Geometría sintética -sin sistemas de referencias ni coordenadas- ha perdido lugar en las aulas desplazándose hacia formas más algebraicas.

Centrados ya en las cualidades de “lo geométrico”, existe una compleja relación entre los objetos que son experiencialmente reales -vinculados a la percepción y sensibles a nuestros sentidos- y los objetos teóricos de la Geometría en tanto objetos que responden a las leyes de la disciplina. En tal sentido, la tensión entre representación y objeto teórico presente en todos los objetos de la Matemática adquiere aquí una singularidad: las representaciones de los objetos teóricos conllevan, a su vez, otra representación figural posible en el espacio físico o sensible (como pueden ser un dibujo a mano alzada, una construcción con regla y compás o con software).

La pregunta es entonces, cómo generar condiciones desde la enseñanza que le permitan al estudiante avanzar desde un posicionamiento más empírico, basado en la percepción y manipulación de objetos, a un posicionamiento basado en

las relaciones matemáticas que los constituyen. En esta línea, las actividades de construcción resultan un motor que abona al establecimiento de conjeturas, a la anticipación y a la puesta en evidencia de ciertas restricciones que imponen a los objetos las propias relaciones que los caracterizan, al mismo tiempo que permiten recuperar y avanzar a partir de los conocimientos elaborados en la escuela media.

En consonancia con lo mencionado, distintos autores distinguen *figura* de *dibujo*. Para Parzysz (1988) “la figura es el objeto geométrico descrito por el texto que la define, una idea, una creación del espíritu, en tanto que el dibujo es una representación de este objeto”. Las actividades de construcción permiten un uso alternado entre figura y dibujo. De alguna manera, el uso de los dibujos en tanto figuras de análisis⁵ en el marco de una actividad de construcción, permite utilizarlos trascendiendo lo puramente perceptivo para capturar en ellos las relaciones que deberán estar presentes en la figura que se quiere construir. Asimismo, la actividad de construir persigue la constitución física de los objetos – y en tal sentido una representación del mismo - pero avanza en la discusión respecto de su existencia teórica, en la medida en que las relaciones movilizadas para su construcción caracterizan al objeto teórico al que dan lugar.

En estrecha relación con la cuestión de la existencia o no existencia para la Matemática, la validez o invalidez de una proposición, de una resolución o de una respuesta adaptada a una problemática, requiere adentrarse en las formas de validación que son aceptadas en la Geometría. Es aquí, que la aproximación a las figuras trascendiendo lo puramente perceptivo, genera condiciones para que los estudiantes dispongan de relaciones y propiedades de las figuras como recurso argumentativo y pone en consideración otros recursos diferentes a lo que se ve o se mide en el dibujo.

En esta línea, el análisis de las propiedades y elementos que se mantienen inva-

⁵ “Esquema que cumple la función de hacer observables las relaciones necesarias para resolver un problema [...]”, citado en Documento de trabajo N° 5. La enseñanza de la geometría en el segundo ciclo, 1998.

riantes bajo ciertas condiciones⁶, otro aspecto característico del hacer matemático, adquiere en la Geometría un carácter especial. El análisis de las invariancias da lugar a un proceso de generalización y estructuración que fundamenta la construcción de ciertas clases de objetos, basados en las características invariantes que comparten. Lo mencionado puede darse en distintos niveles, uno más vinculado a la estructuración de la disciplina, como ser las diferentes Geometrías que surgen al pensar las propiedades invariantes bajo transformaciones⁷. Y, un segundo nivel, más vinculado a la estructuración de los objetos, como por ejemplo la caracterización de cada isometría a partir de los puntos y conjuntos del plano que deja invariantes o la de los ángulos inscritos en una circunferencia a partir de su relación con un mismo ángulo central.

Por otra parte, la dependencia a la representación gráfica de las figuras, -propia de la Geometría sintética- se ve liberada con la introducción de la Geometría analítica. La introducción de la modelización algebraica en la Geometría proporciona, del mismo modo que lo hace respecto del trabajo aritmético, posibilidades de descontextualización de las representaciones gráficas de las figuras. Así, los sistemas algebraicos permiten capturar las relaciones geométricas, aislarse de los significados durante el tratamiento algebraico y volver a contextualizarse una vez obtenidas las soluciones buscadas a ciertas problemáticas. En este sentido, la Geometría analítica proporciona otros niveles de generalización para el estudio de las cuestiones vinculadas a las propiedades de las figuras al permitir capturar propiedades generales de familias enteras de curvas que no podrían estudiarse por medio de los métodos sintéticos.

Lo que venimos mencionando, y su vínculo con un modo de pensar geométrico da sentido a la consideración de tres sub-núcleos al interior del núcleo geométrico. Sub-núcleos que es importante considerar como enfoques que permitan recorrer en distintos momentos, diferentes costados de los objetos, y adquirir sucesivas aproximaciones que se irán integrando en la constitución de los mismos.

⁶ Una invariancia siempre está ligada a alguna condición que tiene que ver con las relaciones geométricas planteadas sobre los objetos y las propiedades puestas en juego. Por ejemplo: la razón cruzada es una propiedad invariante respecto de una transformación proyectiva, una recta permanece invariante bajo una simetría axial respecto de cualquier recta perpendicular a ella.

⁷ Por ejemplo la geometría afín como la que conserva las propiedades de la geometría proyectiva y agrega la conservación del paralelismo.

Hemos considerado, en este sentido, los siguientes sub-núcleos:

- lo construible,
- lo invariante y
- lo analítico-lo sintético.

En tanto enfoques, estos sub-núcleos “iluminan” desde diferentes lugares, en muchos casos, dependientes de distintas técnicas y formas de representación. Es por ello que alrededor de estos sub-núcleos se articulan “grandes temas” que serán visitados una y otra vez con distintos focos o lentes. Enfatizamos que estos temas se articulan y adquieren particularidades en, los diferentes sub-núcleos, en la medida en que estos últimos proporcionan modos distintos de ver.

Agregamos que cada sub-núcleo se soporta, a su vez, en un conjunto de preguntas, problemáticas y cuestiones sobre los objetos de acuerdo a los diversos costados que ilumina.

Señalamos aquí, a modo de ejemplo, sólo algunas preguntas que regulan los sub-núcleos:

- ¿Qué propiedades y/o elementos son invariantes bajo ciertas condiciones? ¿Qué invariancias o regularidades caracterizan los diferentes objetos? ¿Qué espacios geométricos se definen a partir de dichas invariancias?
- ¿Cómo se relacionan los instrumentos con ciertas propiedades que se mantienen invariantes en una figura?
- ¿Qué restricciones teóricas imponen los instrumentos? ¿Qué figuras y lugares geométricos son construibles con ciertos instrumentos? ¿Qué Geometrías se elaboran a partir de estas restricciones?
- ¿Qué diferentes conocimientos geométricos (nociones, propiedades, representaciones) sobre los objetos proporciona el método analítico respecto del método sintético?
- ¿Qué problemas de la Geometría necesitan de un abordaje analítico para responderse?

Objetivos específicos de aprendizaje

En consonancia con los interrogantes anteriores, formulamos los objetivos de aprendizaje para este núcleo.

- Elaborar criterios que permitan llevar adelante un estudio matemático de los conocimientos vinculados a los procesos de construcción de figuras y lugares geométricos.
- Reflexionar sobre las potencialidades de las tareas de construcción para abordar el estudio de las relaciones matemáticas presentes en los objetos geométricos.
- Reconocer las vinculaciones entre las distintas Geometrías a partir del conocimiento de las propiedades que se mantienen invariantes respecto de las diferentes transformaciones.
- Identificar los diferentes conocimientos que proporcionan los métodos sintético y analítico en el estudio de los objetos geométricos.
- Analizar las potencialidades y limitaciones de los métodos sintético y analítico en la resolución de un problema.
- Elaborar y utilizar modelos involucrando conocimientos geométricos que resulten adecuados para interpretar sistemas matemáticos y no matemáticos.
- Elaborar criterios que le permitan diferenciar aspectos propios de la Geometría, respecto de otros dominios de la Matemática, como ser los modos de validación en Geometría, los diferentes registros de representación, los métodos o procedimientos aceptados.

En la siguiente página presentamos el esquema recordando la importancia de leerlo vinculado al resto de los elementos incluidos en el núcleo y considerando las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.

Como mencionamos en la introducción, la columna de la izquierda pretende capturar algunos aspectos del quehacer geométrico que constituyen las prácticas propias de este campo.

En la primera parte se incluyen cuestiones referidas al trabajo matemático en el aula del profesorado en el contexto de la resolución de problemas geométricos. Estos modos de hacer no están ni lineal ni temporalmente organizados sino que el hacer en el proceso de resolución de una tarea específica conlleva un ida y vuelta entre ellos.

Se menciona la particularidad de la doble función del lenguaje, como herramienta en la producción individual y en la producción del conocimiento socialmente compartido. Interesa destacar aquí la potencialidad del lenguaje como generador de nuevas relaciones matemáticas en el marco del trabajo individual y colectivo. El aspecto social del lenguaje incluye los acuerdos involucrados en la comunicación que atañen a las distintas representaciones utilizadas, a los modos propios de argumentación y a los acuerdos convenidos en el seno de la comunidad de clase y su referencia en la comunidad matemática.

Otro aspecto que interesa destacar refiere a la dualidad que se constituye a partir de la tensión entre representación y objeto teórico que ha sido mencionada en los primeros párrafos de la presentación del núcleo.

Asimismo, la conveniencia del uso del método analítico o sintético necesita de un análisis en el aula sobre las producciones de los estudiantes en las que se hayan desplegado uno y otro método, destacando las relaciones matemáticas diferenciadas que cada uno promueve.

Con referencia a los recursos tecnológicos mencionados se señala la particularidad de los diferentes instrumentos geométricos en las prácticas específicas de la Geometría. Como se podrá advertir en los criterios incluidos en la tabla de la sección Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos, el instrumento no tiene sólo un fin práctico de construcción de los distintos objetos geométricos, sino que enfatiza también diferentes relaciones y da lugar a distintas Geometrías a partir de la restricción a algunos de ellos.

Exploración y elaboración de conjeturas sobre los objetos geométricos.

Análisis del dominio de validez de las conjeturas.

Uso flexible del lenguaje (coloquial, gráfico, algebraico) y su doble función.

Validación de los argumentos.

Reflexión sobre los objetos geométricos mediante el uso de figuras de análisis.

Uso de instrumentos. Reflexión sobre el papel de éstos en el hacer geométrico.

Discusión sobre la dualidad construcción física – construcción teórica.

Uso flexible de los métodos analítico y sintético analizando la conveniencia de cada uno en la resolución de problemas geométricos.

Utilidad en la resolución de problemas a partir de la modelización de situaciones internas y externas a la matemática. Su aporte particular para la modelización del mundo sensible.

Recursos tecnológicos: lápiz y papel, instrumentos clásicos de Geometría (compás, regla, escuadra, transportador), instrumentos mecánicos, softwares, entre otros.

Software de Geometría dinámica y software que conecta interactivamente representaciones algebraicas, geométricas y numéricas.

Transformaciones

Análisis de propiedades que se mantienen invariantes bajo transformaciones proyectivas, afines, isometrías, semejanzas e inversión. Estudio de conceptos relacionados con la invariancia (por ejemplo razón cruzada en el espacio proyectivo y longitud en el espacio euclídeo).

Caracterización de transformaciones semejantes e isométricas a partir de la relación entre un elemento y su transformado.

Estudio de las transformaciones isométricas desde lo sintético y lo analítico.?

Vincula con los núcleos "Lo numérico y lo aritmético" y "Lo algebraico"

Lo euclídeo

Las propiedades invariantes del espacio euclídeo con relación al V postulado. La vinculación del V postulado con la construcción de las Geometrías no euclídeas. Estudio de problemas de la geometría euclídea desde los métodos sintético y analítico.

La importancia del sistema axiomático euclídeo para la organización y comunicación de los conocimientos geométricos.

Vincula con los núcleos "Lo analítico" y "Lo algebraico"

LO CONSTRUIBLE
¿Qué figuras y lugares geométricos son construibles a partir de distintos instrumentos?

LO INVARIANTE
¿Qué propiedades y/o elementos son invariantes bajo ciertas condiciones?
¿Qué invariancias o regularidades caracterizan los diferentes objetos?

LO ANALÍTICO-LO SINTÉTICO
¿Qué diferentes conocimientos geométricos (nociones, propiedades, representaciones) sobre los objetos proporciona uno y otro método?

Vincula con los núcleos "Lo numérico y lo aritmético" y "Lo algebraico"

Vincula con los núcleos "Lo analítico", "Lo algebraico" y "lo probabilística y lo estadístico"

Instrumentos

El uso de los distintos instrumentos para construir figuras planas y tridimensionales y lugares geométricos. Relación de los distintos instrumentos con las propiedades que se mantienen invariantes en la construcción.

Estudio de las restricciones teóricas que imponen los distintos instrumentos y de las Geometrías que se elaboran a partir de estas restricciones

Estudio de problemas de construcción de la Geometría sintética que permiten responderse a partir de los aportes de la Geometría analítica.

Figuras y lugares geométricos

Estudio de las propiedades geométricas que se mantienen invariantes en las figuras planas y tridimensionales a partir de la aplicación de semejanzas e isometrías.

Estudio de la posibilidad de construcción de figuras y lugares geométricos con distintos instrumentos.

Discusión sobre el perímetro, área y volumen de figuras y lugares geométricos.

Estudio de las curvas clásicas (cónicas, cicloide, lemniscata, espirales, ...) y de las cuádricas. Estudio y caracterización de algunos fractales.

Aproximación a las figuras y lugares geométricos desde los puntos de vista sintético y analítico. Propiedades y construcción de las figuras y lugares geométricos, vinculación entre ellas.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior

Convencidos de que el tipo de experiencias por las cuales transita un futuro profesor en su formación es determinante para la disponibilidad de herramientas específicas que hacen a su desempeño profesional, describimos algunas prácticas matemáticas que los estudiantes deberían transitar a lo largo de su formación y que consideramos de vital importancia para este núcleo.

- Los estudiantes exploran los problemas de construcción recurriendo a diferentes instrumentos (elementos de Geometría, software de Geometría dinámica) o a mano alzada. Conjeturan propiedades y validan sus conjeturas desplegando diferentes relaciones geométricas.
- Los estudiantes abordan situaciones problemáticas elaborando figuras de análisis como herramienta para visualizar las relaciones que sería necesario poner en juego para desarrollar una construcción.
- Los estudiantes abordan problemas geométricos con herramientas proporcionadas por los métodos sintéticos y analíticos, discutiendo en colectivo la pertinencia y limitaciones de cada uno en cada problema particular.
- Los estudiantes estudian la historia analizando los problemas que se constituyeron en motores de avance del conocimiento geométrico (por ejemplo, la discusión en torno al quinto postulado, la imposibilidad de construcción con regla y compás de los problemas clásicos, la organización de las geometrías en términos de grupos de transformaciones cuyos invariantes se buscan) y las nuevas herramientas matemáticas (objetos matemáticos y sistemas de representación) que posibilitaron esos avances.
- Los estudiantes realizan lecturas críticas de textos de Geometría de nivel superior comparando el lenguaje utilizado, las propiedades consideradas como punto de partida, el uso de figuras de análisis, la equivalencia de definiciones, entre otros.
- Los estudiantes utilizan software de Geometría que movilizan representaciones propias de los métodos sintéticos y analíticos, realizando distintos abordajes de los objetos geométricos en contextos de resolución de problemas.

- Los estudiantes abordan situaciones problemáticas recurriendo a distintos instrumentos, conjeturando las propiedades que se mantienen invariantes y validando sus conjeturas en función de sus conocimientos disponibles.

Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas

El ejemplo que se presenta a continuación puede ser abordado de distintos modos dependiendo del proyecto de formación institucional del futuro profesor, siguiendo el orden presentado o alterándolo y en una misma asignatura o en distintos espacios curriculares.

I. Dados dos puntos fijos A y B en un plano, ubicar los puntos C de dicho plano de manera que el triángulo ABC sea isósceles⁸.

Primer momento (trabajo individual): Momento de exploración y elaboración de conjeturas

- Es probable que los estudiantes reconozcan la mediatriz del segmento AB como el conjunto de puntos que forman un triángulo isósceles con AB. Diferentes relaciones pueden haber desplegado para dar dicha respuesta: reconocer la mediatriz de AB como conjunto de puntos que equidistan de A y B, reconocer que la altura -respecto del lado en principio desigual⁹ -es mediatriz de dicho lado desigual, explorar con distintos instrumentos (regla, compás o software) e ir hallando puntos para conjeturar que queda una recta, salvo el punto medio del segmento AB.
- Las distintas relaciones que hayan motorizado durante esta fase de exploración individual los ubica en un lugar diferente para encarar la fase de trabajo en grupo. Por ejemplo, aquel que exploró punto a punto con la regla reconociendo que quedan alineados es probable que, en esta

⁸ Inspirado en Colacelli, S., García, P., García, A.M. y Zorzoli, G. (1997). Propuesta didáctica: ¿dónde está el punto perdido? Lápiz y papel. EGB 3° Ciclo. Lugares geométricos Matemática, 2, 2-21.

⁹ Observar que el caso triángulo equilátero queda contemplado tanto al considerar la mediatriz de AB como al considerar cada una de las circunferencias de centro A o B y radio AB. Dejaremos a este caso aparte y nos referiremos a triángulos con un lado desigual sólo a los efectos de lograr mayor claridad en esta descripción.

exploración, extraiga el punto medio de AB; pero aquel que utilizó la mediatriz porque sus puntos equidistan de A y de B es probable que la trace sin percatarse de que debe extraer el punto de intersección entre la mediatriz y el segmento AB.

- Es probable que los estudiantes consideren AB como el segmento desigual, pero dado que la consigna no especifica dicha cuestión, estarían dejando afuera los puntos del plano que corresponden a las circunferencias de radio AB y centro B o A, puntos que determinan los triángulos ABC con lados iguales BC y AB o AC y AB. Pero, al igual que con la mediatriz, además de A y B deben extraer de estas circunferencias los puntos U y V (ver figura 1) que resultan de la intersección de la recta que pasa por A y B con cada una de las circunferencias.
- Si dispusieran de la propiedad de que los ángulos que se oponen a lados congruentes deben ser congruentes podrían tratar de “construirse” ángulos simétricos como muestra la figura 2, será el eje de simetría el que contenga a los puntos C. Utilizar esta propiedad como privilegiada para desplegar triángulos isósceles se vuelve menos pertinente para el caso de que los lados congruentes ya no sean AC y BC.

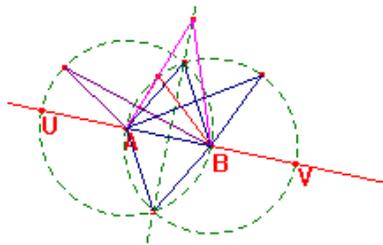


Figura 1

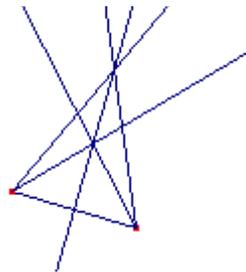


Figura 2

Segundo momento: Intercambio en pequeños grupos con la consigna de acordar una respuesta al problema para ser presentada y defendida al resto de la clase.

Es probable que durante la discusión entre pares se amplíe el número de soluciones (pudiéndose o no obtener el conjunto solución del problema), se analicen aquellas soluciones incorrectas (por ejemplo la consideración del punto medio de AB como posible punto C), se comparen las estrategias de resolución, se fundamenten las distintas soluciones halladas a partir de los conocimientos

puestos en juego (por ejemplo, la circunferencia como el conjunto de puntos del plano que equidistan de uno fijo, la mediatriz como el conjunto de los puntos del plano que equidistan de dos puntos dados, distintas propiedades de triángulos isósceles).

Tercer momento: Intercambio con el grupo clase

En este momento se ponen en consideración las respuestas y construcciones de los distintos grupos. Dependiendo de los conocimientos disponibles en el momento en que la actividad entra al aula (decisión que compete al docente) habilita diferentes escenarios, como ser:

- La discusión en torno a la exhaustividad. El uso del artículo ‘los’ en la consigna involucrando el “todos”.
- La equivalencia de definiciones, como por ejemplo, la consideración de la mediatriz como: el conjunto de puntos del plano que equidistan de dos puntos dados, el conjunto de puntos definido por el vértice opuesto al lado desigual (AB) de los distintos triángulos isósceles que comparten el lado AB, la recta perpendicular al segmento AB por su punto medio (movilizada a partir de la búsqueda de alturas posibles para el triángulo ABC), entre otras.
- La definición del conjunto de puntos que satisfacen una determinada propiedad como lugar geométrico.
- La discusión en torno a la validación de los resultados con relación a qué cuestiones son suficientes para fundamentar una construcción en Geometría y la reflexión acerca de las relaciones matemáticas puestas en juego en las distintas argumentaciones que tuvieron lugar en el aula.
- La discusión en torno a la relación entre la construcción física de cada triángulo isósceles y la construcción teórica que moviliza las distintas relaciones de los objetos implicados (circunferencia y mediatriz).

El problema planteado habilita distintas direcciones a seguir. Se proponen a continuación algunas posibles, para las que se sugiere considerar momentos de trabajo en el aula similares a los descriptos para el problema 1.

2. Dados dos puntos fijos A y B en un plano, ubicar los puntos C de dicho plano de manera que ABC sea un triángulo rectángulo.

La exploración en torno a la resolución de esta consigna podría dar lugar a la definición de circunferencia como el lugar geométrico de los puntos del plano que forman ángulo recto con A y B, añadiendo éstos (ver figura 3).

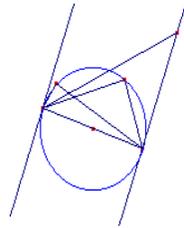


Figura 3

3. Dados dos puntos fijos A y B en un plano, ubicar los puntos C de dicho plano de manera que el triángulo ABC sea obtusángulo.

Esta variante del problema permite discutir que los triángulos obtusángulos tienen el vértice opuesto a AB fuera de la faja de perpendiculares al segmento AB por sus extremos (cuando uno de los rayos del ángulo obtuso contiene al segmento AB). En el caso en que el ángulo obtuso sea el opuesto al segmento AB, los puntos C estarán en el interior de la circunferencia de diámetro AB mencionada en el punto 2.

Esta última cuestión permitiría dar lugar a la discusión acerca de una definición equivalente de ángulo obtuso (o agudo), dependiendo de si el vértice del ángulo es exterior o interior a una circunferencia¹⁰.

4. El docente propone extender el problema considerando los infinitos planos que contienen al segmento AB.

Esta ampliación permitiría abordar el concepto de lugar geométrico en tres dimensiones. Los lugares geométricos obtenidos al trabajar en el plano (mediatriz y circunferencias) constituyen las generatrices de las superficies de revolución que conducen a las soluciones de este nuevo problema (ver figura 4).

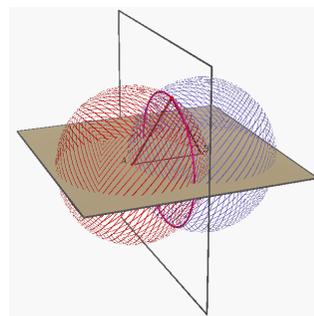


Figura 4

Abordado en el momento en que se estudia la Geometría analítica, la resolución del problema permite analizar los lugares geométricos que intervienen en la solución, a partir de las ecuaciones que los caracterizan. La decisión respecto de los diferentes sistemas de referencia que podrían adoptarse habilita la discusión en torno a su arbitrariedad. Además se pueden movilizar diferentes conocimientos como por ejemplo aquellos vinculados al álgebra vectorial (por ejemplo, la ortogonalidad de vectores), la noción de distancia euclídea, la intersección entre lugares geométricos a partir de la resolución de sistemas de ecuaciones (para determinar, por ejemplo, las posiciones de C para que resulte un triángulo rectángulo isósceles en el plano, o las posiciones de C en el espacio para obtener un triángulo equilátero que supone considerar la intersección de dos superficies esféricas).

Crterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos

En la matriz, hemos optado por incluir en la columna correspondiente al Nivel 2 aquellos criterios que suponen o bien una profundización de lo mencionado en el Nivel 1 o bien la incorporación de nuevos criterios que no se consideraron allí. Sin embargo el tipo de experiencias mencionadas en el Nivel 1 que recuperan las sugeridas en la sección A.2 deberían formar parte del Nivel 2, más allá de no haber sido explícitamente enunciadas.

Mapa de progreso

¹⁰ Con mayor precisión, un ángulo de vértice O y rayos h y k se clasifica en agudo u obtuso según O resulta exterior o interior a la circunferencia de diámetro PQ, determinado a partir de considerar dos puntos P y Q arbitrarios en estos rayos.

Lo construible, lo invariante, lo sintético, lo analítico

Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel I. Al promediar la formación inicial

Explora, conjetura, valida y demuestra propiedades de las figuras geométricas a partir de problemas de construcción mediante el uso de distintos instrumentos.

Produce distintas caracterizaciones de una figura geométrica obtenida a partir de diferentes relaciones geométricas, analiza la equivalencia entre ellas. Analiza las condiciones mínimas necesarias para caracterizar un objeto geométrico.

Resuelve problemas de construcción condicionados por diferentes instrumentos geométricos tradicionales (regla y compás) y software de Geometría dinámica.

Percibe a los instrumentos como objetos físicos fundamentados en objetos y relaciones matemáticas (el compás como el objeto que tiene detrás la circunferencia).

Construye con regla y compás números construibles.

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

Analiza demostraciones de una misma propiedad identificando los distintos conocimientos desplegados y los supuestos asumidos por la comunidad de la clase y/o por la comunidad matemática.

Produce e interpreta demostraciones a partir de diferentes conocimientos desplegados y supuestos asumidos.

Resuelve problemas de construcción incorporando instrumentos mecánicos no tradicionales (triseñador de ángulos, pantógrafo, etc.) e interpreta la relación entre el funcionamiento del instrumento y las relaciones matemáticas puestas en juego.

Analiza la Geometría a la que da lugar la restricción del uso de determinados instrumentos.

Relaciona los instrumentos con las propiedades que se mantienen invariantes en la construcción.

Estudia la posibilidad o imposibilidad de construcción de los números mediante el uso de regla y compás.

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

Analiza críticamente desde los puntos de vista matemático y didáctico diferentes tareas que permitan abordar en el aula la exploración, la generación de conjeturas, la validación, el tratamiento de las definiciones y propiedades de las figuras y lugares geométricos.

Genera consensos en el aula con referencia a los modos de validación en Geometría, las diferentes representaciones, los métodos o procedimientos aceptados, entre otros, teniendo como referencia los acuerdos convenidos en el seno de la comunidad matemática y los conocimientos de esa clase.

Selecciona y secuencia tareas en función del tipo de relaciones que pretende movilizar en sus estudiantes mediante los problemas de construcción con distintos instrumentos.

Analiza distintos procedimientos desplegados por estudiantes de escuela media durante la resolución de problemas de construcción con distintos instrumentos.

Analiza las producciones de los estudiantes e interviene para promover el avance en la resolución de un problema geométrico contextualizado en el conocimiento de los

Versión preliminar

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Utiliza las propiedades geométricas conocidas para dar lugar a la construcción de figuras y lugares geométricos y analiza la existencia y el número de soluciones.</p> <p>Analiza la relación entre la construcción física y la construcción teórica accediendo a la consideración de la existencia de los objetos matemáticos.</p> <p>Analiza la dualidad entre la existencia física y la existencia teórica, en particular en el tratamiento del error en la medición.</p> <p>Resuelve problemas elaborando modelos en los que intervienen conocimientos geométricos.</p> <p>Explora, conjetura y demuestra propiedades que mantienen su invariancia por isometrías y semejanzas.</p> <p>Explora, conjetura y demuestra teoremas que movilizan la relación de semejanza (por ejemplo el teorema de Tales, las relaciones trigonométricas).</p> <p>Relaciona los métodos sintéticos y analíticos para explorar las fórmulas de área de figuras bidimensionales y</p>	<p>Estudia la posibilidad de solución de problemas de construcción e incorpora el aporte del método analítico para fundamentar la no existencia de soluciones. Estudio de la imposibilidad de solución de problemas clásicos.</p> <p>Resuelve problemas elaborando modelos en los que intervienen conocimientos geométricos.</p> <p>Reconoce la utilización del V postulado de Euclides en la demostración de propiedades de la Geometría sintética.</p> <p>Analiza la no equivalencia de sistemas axiomáticos a partir del análisis de algunas propiedades como la suma de los ángulos interiores de un triángulo y su relación con el quinto postulado de Euclides.</p> <p>Explora y conjetura algunas propiedades que mantienen su invariancia por transformaciones afines y proyectivas.</p> <p>Establece relaciones entre las distintas transformaciones a partir de las propiedades que se mantienen invariantes.</p> <p>Explora las medidas de magnitudes (área, perímetro, volumen) de algunos fractales.</p>	<p>estudiantes.</p> <p>Diseña y selecciona situaciones que habiliten la reflexión sobre el error en la medición y la importancia de controlarlo o no en función de los contextos implicados (generalmente extramatemáticos).</p> <p>Selecciona y diseña problemas en diferentes contextos cuyas resoluciones requieran de la elaboración de modelos matemáticos en los que intervengan conocimientos.</p> <p>Analiza críticamente desde los puntos de vista matemático y didáctico diferentes tareas que permitan abordar en el aula la exploración, generación de conjeturas y validación de propiedades que se mantienen invariantes por isometrías y semejanzas.</p> <p>Selecciona y secuencia tareas en función del tipo de relaciones que pretende movilizar en sus estudiantes en relación con las distintas transformaciones.</p> <p>Selecciona y diseña problemas que posibiliten la exploración y validación de fórmulas y el tratamiento de las</p>

Versión preliminar

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>tridimensionales y volumen de figuras tridimensionales.</p> <p>Resuelve problemas trabajando las nociones de área y volumen como magnitud, en forma independiente de la fórmula y sin utilizar unidades de medida.</p> <p>Pone en relación distintas aproximaciones a las cónicas y cuádricas a partir del método analítico y mediante el uso de diferentes registros (coloquial, gráfico y algebraico).</p>	<p>Pone en relación distintas aproximaciones a las cónicas y a algunas cuádricas a partir de los métodos sintético y analítico y mediante el uso de diferentes registros (coloquial, gráfico y algebraico).</p> <p>Analiza la conveniencia de los métodos analítico y sintético en la resolución de problemas.</p> <p>Analiza posibilidades de descontextualización -propias del registro algebraico- durante el tratamiento de los objetos geométricos involucrados en la resolución de un problema.</p>	<p>nociones de área y volumen como magnitudes independientemente del uso de fórmulas.</p> <p>Selecciona problemas que habiliten el tratamiento de las cónicas consideradas en su proyecto de enseñanza mediante el uso de diferentes registros (gráfico, algebraico, numérico).</p>

Version preliminar

Núcleo 2: Lo analítico

Presentación del núcleo

Partiendo de los acuerdos epistemológicos y cognitivos señalados en la introducción y atendiendo a la formación docente, fundamentamos aquí las decisiones tomadas para presentar los elementos centrales del núcleo *lo analítico*¹¹.

Se encuentran en la Historia de la Matemática diversos problemas que dieron origen al pensamiento propio del Análisis. Podemos mencionar en el campo de los problemas físicos: el estudio de las variaciones de posición, velocidad, aceleración; en el campo geométrico: la identificación de la recta tangente a una curva o el cálculo de áreas bajo ella, entre otros. En sus inicios se avanzó en el

conocimiento matemático con aproximaciones no formalizadas que requirieron el paso de muchos años de trabajo hasta constituirse en saberes formalizados y deductivamente organizados. El hecho de poder manejar, con herramientas matemáticas, “lo variable” resultó clave para aproximar respuestas a los problemas. Asimismo, la necesidad de formalizar tanto planteos como respuestas, requirió refinar el significado de lo infinitamente pequeño o grande, lo despreciable, lo infinitesimal, generándose conceptos (como el de límite o sucesiones) que hoy en día permiten sustentar deductivamente el Análisis. A partir de intereses de la Física, comenzó la necesidad de extender conceptos y resultados a espacios más generales, y de este modo se generalizaron múltiples resultados que

¹¹ Con el nombre “lo analítico” en este núcleo nos referimos a aspectos del Análisis Matemático.

ponen en evidencia cuestiones estructurales de fondo que no se advertían en los primeros resultados alcanzados. Debido a intereses propios de la Matemática se formalizaron deductivamente esos avances. Así, desde los primeros usos informales de los números reales, la completitud, la noción de límite, etcétera, se llegó, años más tarde, a un cuerpo de conocimiento preciso que constituye el Análisis topológicos. Se sumaron más problemas a estas construcciones, de optimización en Física, estudio de ondas, flujos, problemas de equilibrio, etcétera. Algunos de estos problemas produjeron nuevamente el avance de la Matemática, al facilitar la generación de nuevos saberes o permitir nuevas aplicaciones de conceptos ya desarrollados.

Aunque el conocimiento histórico permite tener un panorama de los desarrollos matemáticos y sitúa la construcción de conceptos en relación con problemas que los originaron, a la hora de la enseñanza no necesariamente indica una secuencia a seguir. Sin embargo, pone en evidencia complejidades inherentes a los objetos cuya identificación resulta útil para diseñar su aprendizaje.

En la formación inicial y continua de profesores de Matemática, los estudios histórico-epistemológicos contribuyen significativamente a la construcción de una perspectiva no tecnicista y que permita una comprensión profunda de la naturaleza de la ciencia. En este sentido, debemos considerar ciertos aspectos centrales, al pensar en la enseñanza de esta rama de la Matemática. Se hace necesario acercar a los estudiantes a nuevos sentidos de los objetos del Análisis que no formaron parte de sus experiencias en la escuela secundaria. A modo de ejemplo, mencionamos la complejidad de precisar nociones como la de números reales, el concepto de función, sucesiones, etcétera.

El conjunto de los números racionales es el que ha sido predominante en la formación, incluso favorecido por el uso de las calculadoras o computadoras no permitiendo una fácil comprensión de las diferencias entre él y el conjunto de los números reales. También vale mencionar respecto del concepto de función y del de sucesión, que escasamente son comprendidos y suelen ser utilizados en muchos casos, únicamente en tareas de tipo rutinario. Al margen de la complejidad inherente a los conceptos, otro aspecto a tener en cuenta es la complejidad lógica de las definiciones y resultados. Basta imaginar el concepto de límite, la comprensión se ve dificultada pues suele ocurrir que los estudiantes

no han trabajado previamente con proposiciones cuantificadas con más de un cuantificador. También sería deseable considerar que algunas nociones centrales, como la de función o límite, pueden en primeros acercamientos ser comprendidas de un modo dinámico, poniéndose el énfasis en procesos que permiten primeros acercamientos a los conceptos, pero que no resultan suficientes (por ejemplo, hacer una tabla de valores para explorar un límite). Será necesario sobrepasar el enfoque puramente dinámico para obtener un acercamiento al objeto matemático, lo que requiere una intencionalidad expresa del docente y una profunda y compleja tarea cognitiva.

Lo mencionado anteriormente tiene la pretensión de fundamentar la presentación de los sub-núcleos que constituyen este núcleo al mismo tiempo que establecer las preguntas centrales, agrupadas en conceptos claves, que el futuro docente debería poder responderse al finalizar su formación inicial. Estos son:

- Lo variacional.
- Aproximaciones de lo no lineal.
- Lo infinitamente grande o pequeño.

Algunos interrogantes que refinan las preguntas centrales, que se presentan en el esquema, se mencionan a continuación.

- ¿Cuáles fueron las razones en la ciencia que motorizaron la idea de procesos variacionales?
- ¿Cuáles fueron las razones históricas/epistemológicas que dieron origen al Cálculo Infinitesimal?
- ¿Por qué se debe trabajar “la Matemática del cambio y del movimiento”?
¿Qué recursos matemáticos son apropiados para tal fin?
- ¿Qué significados de los procesos variacionales se ponen de manifiesto con más claridad en los distintos contextos en los que se trabaja (numérico, algebraico, verbal, gráfico, físico)?
- ¿Cuáles son las estrategias que deben utilizarse para modelizar?
- ¿Qué tipo de argumentaciones son propias del pensamiento típico del

Análisis?

- ¿Cómo permite el enfoque numérico avanzar en la solución de problemas analíticos?
- ¿Por qué dar existencia a los conceptos formales de límite, continuidad, derivadas, etc., como objeto de enseñanza?
- ¿Por qué es necesario formalizar las ideas intuitivas de límite, de infinito, de procesos arbitrariamente chicos o grandes, el concepto de número real, etcétera? ¿Qué desarrollos no podrían hacerse sin estas formalizaciones?
- ¿Qué tipo de planteos se pueden resolver sólo con números racionales? ¿Cómo se superan las limitaciones del trabajo con racionales?, ¿qué caracteriza al conjunto de los reales y los distingue del de los racionales?
- ¿Cuál es el significado matemático del infinito?
- ¿Qué propiedades aplicables a conjuntos finitos siguen valiendo en conjuntos infinitos? ¿Cuáles propiedades válidas para conjuntos finitos dejan de valer en conjuntos infinitos?
- ¿Cómo manejar la dinámica de los procesos (ej: límite) para que puedan comprenderse como objetos matemáticos?
- ¿Cómo reconocer y diferenciar los modos de pensamiento algebraico y aritmético en contraste con el propio del Análisis?

Objetivos específicos de aprendizaje

- Modelizar matemáticamente procesos variacionales a través de descripciones simplificadas de los fenómenos de la realidad.
- Utilizar modelos matemáticos para estudiar fenómenos, anticipar comportamientos variables, etcétera.
- Utilizar la intuición proveniente de los modelos físicos como medio para formalizar definiciones y teoremas e interpretar los resultados.
- Conocer desarrollos históricos de distintas nociones del Análisis.
- Utilizar métodos numéricos como herramienta para proponer soluciones aproximadas a problemas. Comprender las razones del funcionamiento

de los métodos, compararlos y explicarlos.

- Comprender los conceptos y propiedades que permiten fundamentar el Análisis.

A continuación presentamos el esquema recordando la importancia de leerlo vinculado al resto de los elementos incluidos en el núcleo y considerando las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.

Versión preliminar

- Pensamiento variacional.
- Pensamiento aritmético-algebraico-funcional.
- Tratamiento de las igualdades.
- Procesos de modelización matemática.
- Método de resolución de problemas: Heurístico-Dialéctico-Aproximaciones analíticas y geométricas.
- Métodos numéricos y su potencialidad para resolver problemas que no admiten solución exacta.
- Utilidad de elementos analíticos para superar el enfoque geométrico.
- Optimización de funciones.
- Estudio de problemas de optimización, de la recta tangente a una curva y plano tangente a una superficie.
- Problemas de optimización en Economía, Biología, Sociología, etcétera.
- Uso flexible de las formas de representar los procesos variacionales: verbal (coloquial), visual, numérica y algebraicamente.
- Argumentación, validación.
- Sistemas de representación gráfica de funciones (coordenadas polares, cartesianas, etc.). Cambios de coordenadas. Parametrizaciones. Gráficos de curvas y superficies.
- Recursos Tecnológicos: graficadores, planillas de cálculo, procesadores simbólicos, sistemas y plataformas informáticas.

Estudio matemático de nociones físicas, geométricas y de optimización (ondas, flujo del calor, velocidad, centros de gravedad, aceleración, problemas de máximos y mínimos, recta y plano tangente, etc.)

Superficies orientadas, trayectorias. Recta tangente a una curva y plano tangente a una superficie. Derivadas. Diferencial. Hessiano. Multiplicadores de Lagrange. Gradiente. Rotor. Integración en una y varias variables, cálculos de longitudes de curvas. Ecuaciones diferenciales. Series de potencia, Series de Fourier; Complejos. Funciones complejas, etc.

Vincula con los núcleos "Lo algebraico" y "Lo geométrico"

Las funciones: sus representaciones y su estudio

Funciones elementales de una y de varias variables. Tipos de funciones. Coordenadas: cartesianas, polares, etcétera. Funciones vectoriales. Funciones complejas (holomorfas). Función implícita. Comportamientos funcionales, distintos elementos para su análisis (ceros/máximos/inflexión/punto silla, asíntotas, continuidad, etc.). Resolución de ecuaciones. Proceso inverso y funciones inversas

Vincula con los núcleos "Lo algebraico" y "Lo probabilístico y lo estadístico"

LO INFINITAMENTE GRANDE O PEQUEÑO

¿Cómo precisar la noción de tendencia?
 ¿Qué caracteriza al conjunto de números reales y lo distingue del conjunto de los números racionales?
 ¿Qué precisiones matemáticas se requieren para formalizar las ideas intuitivas del Análisis?

LO VARIACIONAL

¿De qué modo describir matemáticamente la variación de los procesos que modelizan el mundo físico y material?
 ¿Cómo obtener información de procesos variacionales que permita describirlos, estimar magnitudes, optimizar procesos y predecir comportamientos?

Vincula con los núcleos "Lo numérico y aritmético", "Lo algebraico" y "Lo probabilístico y lo estadístico"

APROXIMACIONES DE LO NO LINEAL

¿Cómo aproximar funciones?
 ¿Cómo obtener la mejor aproximación lineal de una función?
 ¿Cómo expresar analíticamente razones de cambio?
 ¿Cómo optimizar procesos?
 ¿Cómo estimar áreas y volúmenes?

Vincula con el núcleo "Lo numérico y aritmético" y "Lo algebraico"

Métodos exactos y aproximados del Análisis

Aproximación de funciones mediante polinomios y mediante polinómicas a trozos. Recta y plano tangente. Fórmula de Taylor. Estudio de cotas de errores. Integración: métodos exactos y aproximaciones numéricas. Controles del error. Volúmenes de sólidos y volúmenes de revolución. Vínculo entre derivación e integración. Resolución numérica de ecuaciones. Métodos (bisección, Newton, etc.) y análisis de convergencia.

Elementos para fundamentar el Análisis

Teoría de conjuntos. Paradojas del infinito. Noción de sucesiones. Límite funcional. Series. Concepto de número real y conjunto de los números reales: construcción, expresión decimal. Completitud. Sucesiones de Cauchy. Tipos de infinito (numerabilidad y no numerabilidad). El concepto de función como terna funcional. Métricas. Generalizaciones de conceptos y resultados a espacios métricos y topológicos.

Versión preliminar

Las preguntas del esquema, así como las ampliatorias ya presentadas deberían responderse al ir considerando los grandes temas descriptos. Para lograr que se comprendan los grandes temas y las respuestas a las preguntas con sus alcances o limitaciones debemos considerar aspectos propios del saber matemático, que aquí detallamos y que se sintetizan en el recuadro de la izquierda del esquema. Resulta apropiado fomentar los métodos de trabajo propios del campo analítico como lo son: el pensamiento variacional, los métodos numéricos como herramienta para abordar problemas que no admiten solución exacta o ésta es de compleja obtención, la modelización matemática para describir simplificaciones de la realidad que sean abordables desde lo matemático, entre otros. Es necesario el trabajo con acotaciones de errores que permitan tener control sobre el grado de ajuste de las aproximaciones numéricas.

Para el tratamiento de todos los conceptos y problemas, enfatizamos la necesidad de una primera aproximación intuitiva a ellos para después, en una segunda etapa, lograr mayor precisión; por ejemplo, la construcción del concepto de función a partir de una primera presentación “intuitiva” relacionada con una relación entre variables, anterior a la formal.

Al mismo tiempo, sería deseable trabajar con problemas que originaron el Análisis (como el problema de encontrar la recta tangente a una curva, calcular el área bajo una curva, problema de la velocidad instantánea, de flujo, de ondas, etc.) y con problemas de optimización que son utilizados por otras áreas del conocimiento, como la Economía, Sociología, Ciencias de la Organización, Biología por ejemplo. Los problemas intra-matemáticos, cuya respuesta interesa a la comunidad matemática, también deberían tenerse en cuenta, como por ejemplo: la construcción de los números reales, la necesidad de fundamentar el Análisis y el modo en el que se logró hacerlo, generalizaciones de nociones (la noción de convergencia de funciones en distintos espacios métricos o la continuidad en espacios topológicos, entre otros), etcétera.

Se propone estimular la discusión respecto a cuestiones como: la conveniencia de la exploración como forma de aproximarse a comprender los problemas poniendo en juego distintos recursos matemáticos, por un lado, y su alcance limitado frente a la potencia de los conceptos y sus propiedades, por el otro; la noción de infinito actual y potencial, el hecho de conocer los desarrollos históri-

cos de las nociones con el objetivo de ampliar las concepciones filosóficas sobre los objetos así como para pensar proyectos de enseñanza que permitan recuperar en el aula diferentes sentidos, la dificultad de sobrepasar la comprensión puramente dinámica de conceptos como el de límite o función, para aprehenderlos como objetos matemáticos, el entendimiento de las relaciones que estructuran las ideas del Análisis, entre otras.

En este núcleo cobra relevancia el uso flexible de las formas de representar los procesos variacionales: mediante el uso de la lengua natural, la comprensión de las representaciones gráficas, el acercamiento numérico y lo algebraico. Sería interesante que el lenguaje simbólico sea usado para comunicar resultados o conceptos que pueden ser explicados en lengua natural, para extraer información a partir de ellos y expresarla en lengua natural (cuando un concepto o propiedad se presentan de ese modo por primera vez) o para extraer nueva información del objeto representado luego de trabajar con los símbolos. Sugerimos que las argumentaciones, justificaciones y demostraciones propias del campo estén presentes en todo momento, aceptando distintos grados de precisión en ellas, justificaciones provisionarias o incompletas favoreciendo su gradual mejoramiento. Necesariamente las argumentaciones y explicaciones necesitan expresarse en lengua natural (a la vez que utilizando el lenguaje simbólico) para poner de manifiesto no solo la comprensión de lo expuesto sino para promover el aprendizaje del uso apropiado de la lengua. El uso de la notación simbólica sería necesario que se explique, poniendo de manifiesto la diferencia entre el modo de hablar y el uso de los símbolos (orden en el que se presentan los símbolos a diferencia del orden en el que se habla, por ejemplo).

La comunicación a través de los gráficos podrá darse en distintos tipos de coordenadas, cada una de las cuales mostrará su utilidad al momento de resolver problemas.

Se sugiere promover el uso de recursos tecnológicos como software graficadores, o procesadores simbólicos, al tiempo que el uso de plataformas informáticas específicas permitiría un trabajo cooperativo ante ciertas actividades al tiempo que sería una práctica del uso de un recurso que, a la hora de pensar en la enseñanza, tal vez resulte útil.

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior

Describimos algunas experiencias que se sugiere se incorporen al trabajo planteado para los estudiantes, por considerarlas indispensables para alcanzar la comprensión de los aspectos señalados en este documento.

- Los estudiantes realizan, en grupo, rastreos históricos de nociones matemáticas tomando distintas fuentes y siendo capaces de identificar problemas que dieron origen a las nociones en cuestión. En base a lo indagado en el rastreo histórico, identifican posibles fuentes de dificultades que pueden encontrar los estudiantes y estudian la conveniencia del diseño de propuestas didácticas que recuperen antiguos sentidos.
- Los estudiantes se enfrentan con la resolución de problemas (o los que originan los conceptos, o de optimización, etc.) cuya resolución desconocen, elaboran acercamientos, identifican que los conocimientos disponibles no son suficientes para resolverlos, si es necesario buscan información en textos de nivel superior, sintetizan información, la explican oralmente, retoman la actividad con herramientas matemáticas apropiadas y analizan el tipo de actividad matemática puesta en juego.
- Los estudiantes modelizan situaciones reconociendo qué hipótesis adicionales, qué variables descartan, cómo es el planteo del problema matemático que se le puede asociar a la situación inicial, lo resuelven, verifican la solución, reformulan el modelo en caso de la no adecuación de la misma. En retrospectiva, reconocen las etapas transitadas en el proceso de modelización matemática.
- Exploran con graficadoras el comportamiento de funciones desconocidas, planteando conjeturas sobre su comportamiento. Luego, abordan la justificación de las conjeturas con herramientas matemáticas.
- Utilizan procesadores simbólicos para resolver actividades de cálculo. Estudian casos en los que los procesadores no son útiles y explican matemáticamente errores de los mismos.
- Utilizan recursos computacionales para operar numéricamente al momento de resolver situaciones con métodos numéricos. Comparan el uso de

estos recursos con el uso del papel y lápiz.

- Los estudiantes presentan argumentos que defienden alguna posición (por ejemplo la convergencia de un método para estimar raíces de funciones) ante sus pares quienes pueden complementar la argumentación con otros elementos matemáticos (en el ejemplo que se puso entre paréntesis aquí mismo: convergencia más rápida, condiciones para la aplicabilidad del método, etcétera).

Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas

Se supone trabajado el concepto de límite funcional con la definición épsilon-delta.

Primer momento (trabajo individual)¹²

A Pedro se le presentó una función $f: R \rightarrow R$ y se le pidió calcular el límite de f cuando x tiende a cero. Él propuso números cercanos a cero por izquierda y por derecha y construyó la siguiente tabla:

A partir de la información de la tabla, te preguntamos, para cada uno de los siguientes casos, ¿qué se podría afirmar, y por qué razón, sobre el límite de la función f cuando x tiende a cero?

a) Si únicamente se dispone de la información suministrada por la tabla anterior:

b) Si la tabla se puede seguir generando indefinidamente manteniendo la misma tendencia y forma de completarse que utilizó Pedro.

x	f(x)
- 0.1	0.9
- 0.01	0.99
- 0.001	0.999
- 0.0001	0.9999
- 0.00001	0.99999
- 0.000001	0.999999
- 0.0000001	0.9999999
- 0.00000001	0.99999999
0.1	1.1
0.01	1.01
0.001	1.001
0.0001	1.0001
0.00001	1.00001
0.000001	1.000001
0.0000001	1.0000001
0.00000001	1.00000001
0.000000001	1.000000001

¹² Idea de la actividad tomada de Colombano, Rodríguez, Una propuesta para atender la persistencia del modelo dinámico-práctico luego de la enseñanza de límite funcional, (2009), Memorias del 10º Simposio de Educación Matemática, formato CD.

Respuestas esperadas a cada ítem son las siguientes.

a) Deberían responder que la tabla conformada con una cantidad finita de valores no es suficiente para arriesgar el valor de un límite, ni siquiera su existencia

b) Es altamente probable que en el caso b) el estudiante considere que si la tabla siguiera generándose del mismo modo, el límite sería 1, lo que es incorrecto. Para ello se propone la siguiente consigna.

Segundo momento (trabajo en grupos)

c) Marta presentó para el mismo problema, la siguiente tabla de valores que sigue completándose con el mismo criterio. ¿Qué indicaría esta tabla respecto del límite de la función cuando x tiende a 0? ¿Cómo se respondería nuevamente a la pregunta del ítem b) anterior?

x	f(x)
- 0.1	0.9
- 0.01	0.99
- 0.001	0.999
- 0.0001	0.9999
- 0.00001	0.99999
- 0.000001	0.999999
- 0.1	3
- 0.01	3
- 0.001	3
- 0.0001	3
0.1	1.1
0.01	1.01
0.001	1.001
0.0001	1.0001
0.00001	1.00001
0.000001	1.000001
0.0000001	1.0000001
0.1	3
0.01	3
0.001	3
0.0001	3

d) Exhibir simbólicamente una tal función y mostrar gráficamente el comportamiento de ella.

e) ¿En qué parte de la definición de límite se toman en consideración los valores asignados a la variable independiente que están presentes en una tabla de valores? ¿Se desprende de la definición que si la tabla se construyera evidenciando una tendencia, ese hecho garantiza un resultado para el límite? Explicar en palabras, numéricamente y gráficamente.

Respuestas esperadas

En c) se espera que el estudiante advierta que la tabla de valores no es suficiente para asegurar un límite, con lo que se prevé que como respuesta al punto

al punto b) ahora diga “puedo afirmar que si existe el límite, éste será 1. No puedo asegurar su existencia”.

En el d) se promueve un trabajo algebraico para obtener

$$f(x) = \begin{cases} x+1 & \text{si } x = x_n \\ 3 & \text{si } x \neq x_n \end{cases} \quad \text{siendo} \quad x_n = \begin{cases} 10^{-\frac{n}{2}} \\ \frac{10}{(n+1)^2} \\ -10^{-\frac{n}{2}} \end{cases}$$

Al mismo tiempo, se espera que el estudiante advierta el comportamiento no sólo desde lo numérico sino en un gráfico.

e) ¿En qué parte de la definición de límite se toman en consideración los valores asignados a la variable independiente que están presentes en una tabla de valores? ¿Se desprende de la definición que si la tabla se construyera evidenciando una tendencia, ese hecho garantiza un resultado para el límite? Explicar en palabras, numéricamente y gráficamente.

Tercer momento domiciliario (trabajo individual)

f) Buscar en al menos un texto de Matemática de nivel superior otra definición o una caracterización de la noción de límite funcional que no sea la que utiliza épsilon-delta¹³. Presentarla simbólicamente y explicar por escrito utilizando la lengua natural qué significa.

Cuarto momento (trabajo grupal en clase nuevamente)

g) Utilizando la definición alternativa, explicar lo trabajado en los ítems a) y c).

h) Dejar por escrito conclusiones de lo realizado y prever posibles errores en los estudiantes al momento de estudiar esta noción. Vincular esta respuesta con formas de presentar el concepto.

¹³ Se espera la siguiente definición o caracterización: sea $f: I \subset \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ (I abierto), $a \in I$ (no necesariamente f definida en a). El límite de f cuando x tiende a a es L si y sólo si toda sucesión $\{x_n\}_{n \in \mathbb{N}}$ (con $x_n \neq a \forall n \in \mathbb{N}$) que converge a a satisface que $\{f(x_n)\}_{n \in \mathbb{N}}$ converge a L .

Respuestas esperadas

Se espera que comprendan la definición o caracterización de límite vía sucesiones y que expliquen que el hecho de conocer el comportamiento de las imágenes de una (o una cantidad finita) sucesión (como la tabla muestra), no basta pues se requiere que todas las sucesiones que tienden al punto analizado cumplan que sus imágenes tienen el mismo comportamiento.

Se espera la búsqueda de información matemática, la lectura autónoma y la explicitación de la comprensión utilizando lenguaje natural, simbólico, numérico

y gráfico.

Se prevé una anticipación de dificultades que estudiantes de nivel secundario seguramente tendrán al momento de estudiar la noción y el vínculo con la forma de presentar el tema de la mano del profesor (el abusivo uso de tablas en la enseñanza, induce esta concepción errónea de que la dinámica manifestada en ellas basta para conocer los límites. Al mismo tiempo, el recurso de la tabla es altamente adoptado porque se ha mostrado útil en el contexto de graficar funciones.

Crterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos

Mapa de progreso

Lo lineal para aproximar lo no lineal. Lo variacional. Lo infinitamente grande o pequeño. Descriptoros del alcance de la comprensión.

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Conoce el origen histórico, tanto geométrico como físico de las nociones de derivada y área bajo una curva.</p> <p>Identifica en la derivación y en la integración procesos inversos.</p> <p>Optimiza procesos operando con derivadas y valida argumentaciones y demostraciones en los distintos registros.</p> <p>Resuelve problemas de baja complejidad tanto de optimización como de aplicaciones a otras áreas.</p> <p>Explora procesos inversos referidos a funciones y analiza cómo se manifiestan en las distintas representaciones.</p> <p>Aplica las herramientas del cálculo para plantear o resolver problemas de la física, la Geometría y de optimización.</p>	<p>Usa flexiblemente las derivadas en contextos de funciones de varias variables. Vincula con diferenciabilidad. Comprende la extensión de las nociones a varias variables</p> <p>Resignifica los procesos inversos de derivación e integración vinculándolos con los problemas que les dieron origen.</p> <p>Usa técnicas analíticas para el planteo de soluciones a problemas físicos</p> <p>Plantea y resuelve problemas físicos, geométricos y de optimización. A partir de soluciones simbólicas a problemas extrae información en términos de los problemas.</p>	<p>Organiza secuencias didácticas para enseñar el concepto de derivada utilizando distintos problemas en los que se pone de manifiesto el interés por el concepto.</p> <p>Utiliza la evolución histórica del concepto de derivada para proponer actividades grupales que generen la discusión de los avances, retrocesos y controversias en el surgimiento del concepto.</p> <p>Propone situaciones físicas adaptándolas al nivel secundario.</p> <p>Selecciona y secuencia actividades para que los estudiantes puedan realizar ejercicios interactivos que utilicen razones de cambios en nuevos contextos.</p>

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Calcula la rectas o planos tangentes a distintas funciones en un punto. Los utiliza para aproximar resultados.</p> <p>Utiliza recursos tecnológicos para explorar posibles soluciones a problemas (tangencia, extremos, etcétera).</p> <p>Modeliza a través de funciones procesos descritos en lengua natural o numéricamente, reconociendo que debe utilizar con la terna funcional.</p> <p>Explora intuitivamente conceptos y propiedades.</p> <p>Describe el comportamiento de funciones verbal, gráfica y numéricamente de forma manual y/o calculadora/graficadores, para visualizar el comportamiento de funciones de una y varias variables, utilizando distintas coordenadas.</p> <p>Reconoce lo complejo de describir numéricamente funciones trascendentes. Utiliza software graficadores para explorar su comportamiento.</p> <p>Utiliza la exploración numérica o gráfica como recurso para abordar situaciones cuya solución desconoce.</p> <p>Identifica distintas lógicas de construcción de patrones a partir de secuencias (numéricas o geométricas)</p> <p>Dispone de elementos para verificar resultados.</p> <p>Argumenta, tal vez no con absoluta precisión, razones que explican sus procedimientos.</p>	<p>Entiende el concepto de recta/plano tangente a una función como la mejor aproximación lineal local de ella en un entorno del punto. Define con precisión las nociones.</p> <p>Acota resultados aproximados en los que utilizó planos o rectas tangentes o métodos aproximados para el cálculo de área o ecuaciones no lineales.</p> <p>Extrae información matemática de la modelización de procesos (tanto sea que esté dada simbólica, numérica o gráficamente) para resolver problemas/situaciones de la vida real.</p> <p>Utiliza los conceptos del análisis para estudiar funciones.</p> <p>Analiza las funciones mediante series. Utiliza las mismas para estimar valores. Conoce el modo en que las calculadoras estiman sus resultados.</p> <p>Reconoce un problema que no admite solución exacta y utiliza recursos tecnológicos para aproximar una solución posible, controlando el error cometido.</p> <p>Argumenta respecto de la no validez del método inductivo para proponer una generalización que describa una secuencia finita que aparenta un patrón de construcción.</p> <p>Resuelve ecuaciones diferenciales, sistemas de ecuaciones diferenciales, decidiendo el modo de encarar su resolución.</p> <p>Incorpora la verificación de resultados como parte del proceso de resolución de una tarea.</p> <p>Argumenta con precisión, razones que explican sus procedimientos.</p>	<p>Diseña instrumentos de evaluación de proceso y de resultado para evaluar por escrito y oralmente la comprensión de conceptos y propiedades del Análisis.</p> <p>Analiza actividades para decidir si su resolución exige realizar el proceso de modelización (o son situaciones que solo requieren la traducción al lenguaje simbólico).</p> <p>Propone actividades que se resuelvan elaborando modelos matemáticos.</p> <p>Selecciona, analiza y propone actividades apropiadas para presentar y desarrollar las funciones trascendentes, atendiendo a las particularidades de las curvas y manejando la globalidad de las mismas a la vez que cuestiones locales.</p> <p>Ajusta actividades propuestas en función de las respuestas de los estudiantes, los errores usuales y la experiencia acumulada.</p> <p>Utiliza métodos inductivos en clase para favorecer el acercamiento a la comprensión de conceptos que requieren del dominio de procesos infinitos. Argumenta respecto de la validez matemática del procedimiento</p> <p>Selecciona y diseña actividades que habiliten a la reflexión para superar la concepción dinámica de la noción de función y aproximen a la comprensión como objeto.</p> <p>Diseña modos de indagar las concepciones previas o rep-</p>

Nivel I. Alpromediar la formación inicial

Conoce desarrollos históricos de conceptos del Análisis.

Maneja el concepto intuitivo de límite desde la exploración numérica, el acercamiento gráfico y el estudio de las expresiones simbólicas y sus propiedades.

Opera con números reales, resuelve límites, derivadas, ecuaciones diferenciales, integrales, convergencia de sucesiones, series.

Aplica métodos numéricos y obtiene soluciones aproximadas a: ecuaciones no lineales, integrales, ecuaciones diferenciales, etc. Reconoce que los resultados obtenidos son aproximados, aunque no controle el error cometido.

Opera con funciones y manipula temas funcionales.

Maneja los conceptos de completitud, convergencia de sucesiones y series, límites, diferenciabilidad en los espacios más simples.

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

Maneja fluidamente distintas formas de representar funciones de varias variables. Entiende los cambios de coordenadas y los utiliza apropiadamente.

Anticipa dificultades de aprendizaje de conceptos del Análisis vinculándolas (cuando es posible) con la génesis histórica.

Conoce y aplica las definiciones de límite, diferenciabilidad, integrabilidad, etcétera.

Analiza y explica por escrito y oralmente definiciones, propiedades y demostraciones de resultados de conceptos del Análisis.

Analiza la existencia y unicidad de soluciones a ecuaciones diferenciales, ecuaciones no lineales, etcétera.

Acota errores al estimar numéricamente soluciones.

Comprende la necesidad matemática de distinguir una expresión algebraica de una función (terna) y conoce su definición formal.

Extiende nociones del Análisis a otros espacios (noción de completitud, convergencia de sucesiones, límite, dife-

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

representaciones mentales que los estudiantes tienen sobre nociones como función, límite, recta tangente, etcétera.

Propone actividades para argumentar sobre comportamientos funcionales. Organiza tareas para discutir sobre la validez de las argumentaciones.

Diseña actividades que utilizan distintas representaciones de la noción (verbal, simbólico, numérico o gráfico) fluida y flexiblemente y reflexiona respecto de la validez matemática en la solución de problemas de análisis.

Prevé dificultades en la comprensión de conceptos matemáticos básicos (funciones, límite) a partir del conocimiento de su evolución histórica.

Diseña actividades que atiendan a trabajar con las dificultades de comprensión de conceptos que la Historia anticipa.

Explica las ideas intuitivas de límite utilizando ejemplos cotidianos y representaciones gráficas, numéricas y simbólicas.

Anticipa errores en el cálculo de límites vinculados con concepciones de la noción que son resistentes a la enseñanza.

Utiliza las ideas que estructuran el Análisis para proponer actividades.

Selecciona y diseña actividades que pongan en juego ternas funcionales para que argumenten respecto del abordaje o no de su definición formal en el nivel secundario.

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Comprende la estructura lógica de teoremas y la necesidad de plantear todas las hipótesis, siendo capaz de dar contraejemplos si alguna se quitara.</p> <p>Reconoce que debe lograr mayor precisión en los conceptos y que los acercamientos intuitivos no son matemáticamente suficientes para comunicar resultados con exactitud.</p>	<p>renciabilidad, etcétera).</p> <p>Explica planteos matemáticos utilizados para describir problemas físicos.</p> <p>Puede encarar la demostración de resultados teóricos que no le han sido enseñados, comprendiendo qué es lo que debe demostrar, cómo se utilizan los datos, etcétera.</p> <p>Comprende y utiliza apropiadamente teoremas que fundamentan el Análisis.</p>	

Núcleo 3: Lo numérico y lo aritmético

Presentación del núcleo

El contenido de este núcleo que hemos denominado “lo numérico¹⁴ y lo aritmético” ha sido caracterizado en consonancia con sendos contextos de usos propios de la actividad matemática. Específicamente cuando nos referimos a contexto numérico estamos considerando la red de relaciones matemáticas que se producen ante situaciones que se plantean en el seno de diferentes conjuntos numéricos. En primer lugar se explicita una fundamentación didáctico-matemática sobre el porqué de su existencia como núcleo que problematiza ciertos aspectos de la actividad matemática y cómo funciona en diferentes procesos de estudios, en segundo lugar los interrogantes que nos movilizan para su definición en este trabajo y por último el propósito que justifica su enseñanza, desde esta perspectiva, en la formación inicial de los profesores de Matemática.

En efecto, es compartido en los ámbitos de estudio sobre los problemas de

enseñanza y aprendizaje de la Matemática que si se conciben las operaciones como relaciones y se identifica la estructura de los problemas esto resulta un primer paso indispensable para ubicar el trabajo numérico y/o aritmético en una perspectiva de generalización, la cual es inherente a la actividad matemática¹⁵. Además se los debería considerar como objetos de reflexión, proceso que no se puede obviar en la búsqueda de una mayor comprensión de los diferentes conjuntos numéricos. Debemos ser conscientes que justamente estos objetos matemáticos permiten recuperar conocimientos construidos y desarrollados desde algún lugar y con algún significado en la escuela secundaria.

Por otra parte, los ejes explicitados en la introducción del documento que actúan como reguladores de la actividad matemática propuesta para este núcleo, tal como se anticipara en la introducción del documento, permiten identificar el sistema de elementos que se ponen en juego en los diferentes procesos de estudio propuestos y se sintetizan, especificados en los saberes que trata de atrapar

¹⁴ Con el nombre de “lo numérico” hacemos referencia a los diferentes conjuntos de números, no considerando en este núcleo los métodos computacionales que resuelven cálculos numéricos.

¹⁵ Posición inspirada en lo expresado sobre este fenómeno en Sadovsky, P. (2003); Condiciones didácticas para un espacio de articulación entre prácticas aritméticas y prácticas algebraicas. Tesis Doctoral.

este núcleo, en la columna vertical del esquema. En este marco, proponemos como interrogantes que motorizan el contenido de este núcleo a los siguientes.

- ¿Cuáles son las razones en la ciencia Matemática que movilizaron las ampliaciones sucesivas de los campos numéricos?
- ¿A qué tipo de problemas responden los números enteros? ¿Y los decimales? ¿Y los racionales? ¿Y los irracionales?
- ¿Se modifican, y de ser así cómo, las propiedades de los “números” en cada nueva ampliación? ¿Y las propiedades de las operaciones?
- ¿Cómo se pueden contar los elementos que conforman distintas colecciones? ¿Existen formas más económicas?
- ¿Cómo relacionar los racionales con los decimales con parte decimal finita o periódica y con la medida de magnitudes continuas?
- ¿Por qué es necesario entender que los números primos conforman una base multiplicativa de los números naturales y enteros?, ¿qué ventajas proporciona con respecto a sólo tener técnicas de descomposición en factores de los números naturales y enteros?
- ¿Por qué es necesario pensar la operación división como una relación? ¿Cuál es su potencia matemática?
- ¿Qué tipo de problemas resuelven las relaciones de divisibilidad y de congruencia? ¿Responden a problemas similares? ¿Con cuáles otros conceptos, operaciones, propiedades, definiciones, se asocian? ¿Qué tipo de argumentación permite diferenciarlos o determinar los casos en que son lógicamente equivalentes estas dos relaciones?
- ¿Qué formas de representación operativizan las principales funciones y usos de la divisibilidad y de la congruencia?
- ¿Por qué dar existencia a los conjuntos numéricos como objetos de enseñanza?
- ¿Qué caminos permiten ir de lo finito a lo infinito?
- ¿Por qué son necesarios y se deben enseñar relaciones como la de divisibilidad, congruencia, máximo común divisor, ecuación diofantina o méto-

dos como la recurrencia?

- ¿Qué contextos dejan al descubierto el o los significados de estas relaciones, de estos conceptos, de estos métodos, que se pretenden enseñar? ¿Cuáles ayudan a comprender sus diferencias y similitudes?
- ¿Qué procesos dialécticos tanto intra como inter-disciplinares permiten cambios y evolución de significados de los objetos estudiados?

Estos cuestionamientos pretenden orientar la búsqueda de un claro propósito para la enseñanza de este núcleo que es construir un sentido más interno de las operaciones elementales en los conjuntos numéricos: \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{D}^{16} , \mathbb{Q} e \mathbb{I} , en torno al cual se reorganizarían los significados que los estudiantes tienen apropiados a lo largo de los años de trabajo escolar en la escuela media. En otras palabras, se propone en este nivel estudiar las operaciones aritméticas como objetos matemáticos en sí mismos. En el campo de la Didáctica de la Matemática se reconoce a este proceso de estudio como proceso de algebrización, el cual supone un trabajo cada vez más explícito de generalización. La generalización, puesta a funcionar específicamente en los contextos numérico y aritmético, nos permite determinar como nodos problemáticos de este núcleo tanto al estudio de los conjuntos numéricos y de las operaciones elementales consideradas relaciones definidas en tales conjuntos, como a sus métodos propios de trabajo, tal es el caso del razonamiento por recurrencia. O sea nos habilita a presentar en este núcleo, los siguientes sub-núcleos.

- Los conjuntos numéricos y sus operaciones
- Las operaciones como relaciones
- La recurrencia.

El objetivo principal es plantear a estos sub-núcleos sintetizados en interrogantes alrededor de los cuales se puedan organizar procesos de enseñanza que debieran incluir los grandes temas del núcleo.

En esta síntesis se pueden identificar los aportes de las dos fuentes de problemas para este trabajo, tanto la didáctica-matemática como la epistemológica. En efec-

¹⁶ Conjunto de las fracciones cuyo denominador es producto de potencias de 2 y de 5.

to, la primera nos permite poner al descubierto lo que es intrínseco al pensamiento matemático: la exigencia de tender a la generalización de los objetos que lleve no sólo a completar teorías, sino tratar de hacerlo de tal forma que se pierda la referencia de las situaciones concretas que les dieron origen. La segunda nos permite, considerando la historia de la Matemática como generadora de cuestiones, rescatar las relaciones que estructuraron los problemas centrales de la aritmética y que han permitido una importante evolución en el modo de pensar matemático. Tal es el caso de aquellas relaciones matemáticas que facilitan contar los elementos de un conjunto sin tener que listarlos uno a uno, lo que conlleva por un lado, a potenciar la producción de fórmulas para contar colecciones como uno de los necesarios caminos a transitar para iniciar a los estudiantes en el estudio del álgebra, también a reconocer la importancia de identificar relaciones que permitan particionar un conjunto utilizando cierto tipo de propiedades para que por ejemplo, se pueda construir una aritmética finita a partir de la aritmética de \mathbb{Z} .

Asimismo existe consenso -en el ámbito donde se discute el origen y desarrollo del conocimiento matemático- en “entender” que la Matemática antigua se caracterizaba por una tensión permanente entre método y objeto¹⁷. Las relaciones numéricas indican la dirección por donde avanza la investigación de la Matemática griega, pues no sólo indica el principio sino también el final de lo que proponían los matemáticos de la época, o sea el problema de la búsqueda de “generalidad” de los métodos implica no linealmente, sino dialécticamente, la búsqueda de la generalidad de los objetos. La necesaria presencia de que se operativice en los procesos de enseñanza esta relación dialéctica entre: objetos y métodos, se trata de representar en el gráfico de este núcleo con flechas, de doble sentido.

Este posicionamiento epistemológico necesita complementarse con hipótesis cognitivas y didácticas, ya que con este documento se pretende plantear recomendaciones para formar profesores de Matemática.

Es así que, además, sostenemos que existe un amplio acuerdo en que abstracción y generalidad son características esenciales que deben desarrollar los es-

tudiantes para que se comprenda el conocimiento matemático. Una dicotomía que ambos términos presentan es que se refieren tanto a un proceso mental como al producto derivado de tal proceso. Desde el punto de vista educativo los dos son importantes, tanto si consideramos los procesos como si consideramos los resultados. A un futuro profesor de Matemática debe interesarle, de manera especial, el papel que juegan dichos procesos en la construcción de los objetos matemáticos.

Es por ello que para avanzar en la organización de un marco de referencia de un proceso de estudio aritmético se considera también necesario realizar la distinción ya realizada por los griegos, entre el estudio de las técnicas calculatorias por un lado, y lo que hoy se conoce como Teoría de números o Aritmética Superior donde se plantea como eje de desarrollo el estudio de las propiedades de los números enteros. Se propone centrar el estudio de esta temática sobre diferentes problemáticas generadoras de sendos procesos de enseñanza. En efecto, se identifica como un problema básico lo que Euclides dejó inconcluso en su trabajo matemático: los métodos propiamente aritméticos (algunos de los cuales que se despliegan en la recurrencia) con una simbología propia, cuya génesis se remonta a Diofanto (siglo III d.C) con la introducción del concepto de *arithmo* (génesis del símbolo algebraico) y a los números primos como las piedras de construcción de la descomposición multiplicativa de la Teoría elemental de Números Enteros¹⁸. Asimismo la búsqueda y explicitación de invariantes dentro de un conjunto de transformaciones, problemática inherente a la propia actividad matemática, al igual que la ya mencionada tensión constante entre la búsqueda de métodos generales y el reconocimiento de la generalidad en los objetos, desarrolla en el ámbito de la aritmética la construcción de nuevos objetos matemáticos como “la congruencia” que en tanto relación de equivalencia definida en \mathbb{Z} permite establecer importantes relaciones entre las ecuaciones algebraicas y la divisibilidad. En otras palabras la noción de congruencia es emergente de un cambio en el pensamiento matemático, más allá de las nuevas técnicas y resultados teóricos que también se logran crear y demostrar en este ámbito de la Matemática, transformándose en uno de los objetos esenciales en los que se basa el proceso de algebrización de la Aritmética. Es indudable que esto justifica sin ambigüedad la necesidad de su incorporación como otro de los elementos que ayudan a transitar, al futuro profesor de Matemática, el camino

¹⁷ Tensión planteada en Piaget, J. y García, R.; (1984), Psicogénesis e Historia de la Ciencia. Siglo XXI. Madrid.

¹⁸ Idea extraída de Newman J (1997). El mundo de las matemáticas. Tomo 4 Grijalbo-Barcelona. Sigma.

de la comprensión de la ciencia que debe enseñar:

Objetivos específicos de aprendizaje

Teniendo en cuenta los interrogantes que motorizan el contenido de este núcleo, formulamos los siguientes objetivos específicos de aprendizaje.

- Favorecer la detección de regularidades que facilite tanto la construcción de un término general de una sucesión, la determinación de una propiedad de los números enteros, como hacer más plausible el planteo de distintas conjeturas en el campo de lo numérico y aritmético.
- Reconocer criterios que determinan una relación entre números y expresarlos a través de una generalización.
- Reconocer la importancia de la división entera para expresar números en diferentes sistemas posicionales.
- Elaborar un sentido de las operaciones elementales en los diferentes conjuntos numéricos.
- Resignificar los conocimientos numéricos y aritméticos en términos de objetos de enseñanza, comprendiendo cómo se originaron, la naturaleza de los problemas que resuelven y las relaciones entre los mismos y con otras disciplinas.
- Confrontar y comunicar con claridad procesos y argumentaciones, utilizando diferentes marcos de representación y el lenguaje adecuado.
- Poner a funcionar los procesos recurrentes y “la recurrencia” como método general de resolución de un problema, expresando la solución del mismo mediante una versión más sencilla y al proceso de reducción en forma de algoritmo recurrente.
- Comprender la potencia modelizadora de los números primos como base multiplicativa de los números naturales y enteros.
- Construir una aritmética de los polinomios en relación con la aritmética en \mathbb{Z} .
- Reconocer la divisibilidad como un campo fértil que permite transitar uno de los caminos de iniciación al álgebra.

- Revisar ciertas propiedades y nociones definidas para un cierto conjunto numérico con relación a las ampliaciones numéricas que se realicen.

En la siguiente página presentamos el esquema recordando la importancia de leerlo vinculado al resto de los elementos incluidos en el núcleo y considerando las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.

versión preliminar

Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior

Dado que estamos convencidos que el tipo de experiencias por las cuales transita un futuro profesor en su formación es determinante para la disponibilidad de herramientas específicas que hacen a su desempeño profesional, es que consideramos necesario citar algunas experiencias esenciales para lograr los objetivos de este núcleo.

- Los estudiantes abordan problemas prácticos y teóricos. Producen fórmulas, simulan y estructuran a partir de datos intuitivos y empíricos, lo que asegura poner a funcionar el pensamiento conjetural tanto inductivo como deductivo. Se enfrentan a modelos equivalentes regulados por el contexto pero que provienen de relaciones matemáticas personales diferentes.
- Los estudiantes resuelven tareas en las que se deba reconocer que el conocimiento de algunas propiedades constituyen estrategias para la resolución de las mismas, por ejemplo cuando se usa la unicidad de la factorización en primos (propiedad aritmética) para demostrar que $\sqrt{12}$ es un número irracional.
- Los estudiantes observan, discuten y reflexionan sobre situaciones contextualizadas en distintos conjuntos numéricos sobre el carácter relacional del trabajo matemático, específicamente mediante el reconocimiento de criterios que determinan relaciones entre números y su posibilidad de poder expresarlas a través de una generalización.
- Los estudiantes se enfrentan a la ampliación y profundización del rol de la recurrencia como método y como generador de nuevas nociones y propiedades para dar cuenta de su sentido y su naturaleza, a través de la provocación del bloqueo de estrategias personales para que surjan métodos de conteo óptimos.
- Los estudiantes exploran conjuntos donde se pierde la unicidad de la factorización para encontrar sentido a la exigencia de esta propiedad en el conjunto de los números naturales y enteros.
- Los estudiantes abordan situaciones que “obliguen” a hacer funcionar

distintas definiciones de un concepto. Reflexionan sobre la equivalencia lógica de las mismas y la diferencia de relaciones matemáticas puestas en juego en cada situación. Por ejemplo situaciones donde alcance que el máximo común divisor funcione como el mayor de los divisores comunes, o cuando se necesite para su resolución la propiedad aritmética del MCD de ser múltiplo de todos los divisores, o se requiera la factorización en primos o la producción de un algoritmo para encontrarlo.

- Los estudiantes confrontan, comunican, argumentan y justifican los diferentes modelos numéricos y aritméticos que se empleen en la resolución de situaciones reflexionando sobre el lenguaje apropiado tanto para la representación como para el surgimiento de nuevos objetos.
- Los estudiantes reconocen diferentes métodos de demostración y los utilizan apropiadamente.

Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas

Las tareas que se planteen como generadoras de saberes de este núcleo, deben apuntar a que se visualicen cambios y evolución de significados de los objetos numéricos y aritméticos identificados en el esquema gráfico como mínimos necesarios. Para poner en evidencia estas diferencias de significados desde el funcionamiento de las tareas, es necesario tomar como contextos de reflexión lo argumental, el lenguaje, las propiedades y los procedimientos que generan.

Para avanzar en esta dirección consideramos esencial acercarnos a la comprensión de los saberes matemáticos planteando diferentes contextos de uso, no siendo posible privilegiar, en un principio, ninguno de ellos. Se trata de expresar enunciados “tipos” como representantes y de este modo de llevar adelante un “avance” en el tratamiento didáctico-matemático de un problema de enseñanza en consonancia con las hipótesis que enmarcan este documento.

A continuación presentamos una rica situación problemática que permite ser trabajada en este marco es la denominada “Un torneo de ping-pong”¹⁹.

¹⁹ Esta situación está basada en un “Pequeño estudio matemático” propuesto por Chevallard, Bosch y Gascon, 1997 en “Estudiar Matemáticas: el eslabón perdido entre la enseñanza y el aprendizaje”. Edit. Horsori.

Cuestión inicial

Un instituto organiza un torneo de ping-pong en forma de liga. La comisión organizadora debe decidir cuántos días durará el torneo, los horarios de los partidos, el número de mesas que necesitarán, el tipo de premios, etcétera. Dado que se dispone de un presupuesto limitado, hay que realizar un estudio previo de lo que costará la organización del evento.

Las decisiones que hay que tomar dependen del número de partidos que jugarán en la liga, en la que cada jugador juega una vez contra todos los demás. Los organizadores dudan entre poner o no un límite al número de inscripciones, por miedo a que una avalancha de jugadores haga totalmente inviable la realización del torneo. Para ello necesitan prever cuál será el número total de partidos que se jugarán a partir del número de jugadores inscriptos.

Consigna

En un torneo de ping-pong se inscribieron cierta cantidad de jugadores. ¿Cuál será el número total de partidos que se realizarán en el torneo si cada jugador juega una vez con cada uno de los jugadores inscriptos?

Este problema exige, en un principio, poner a funcionar un pensamiento no-deductivo, obliga la elaboración de una conjetura, más específicamente, de una relación general que dé cuenta del número total de partidos que se jugarán en el torneo en función del número de jugadores que se inscriban. Es un problema que permite diversas vías de estudio. Sin embargo en este momento nos interesa distinguir que diferentes modos de abordar el problema va a permitir a los estudiantes a enfrentarse con distintos modelos numéricos y aritméticos que den cuenta de su resolución, apuntando así a algunos de los elementos que se han problematizado en este núcleo. En efecto, un proceso que permite calcular el número total de partidos en este caso, se puede generalizar para n jugadores, por ejemplo, a partir de lo que sucede para algunos casos, obteniéndose así la conjetura $T = 1 + \dots + (n - 2) + (n - 1)$ siendo n la cantidad de inscriptos y T la cantidad de partidos. Esta equivalencia, sometida a un cambio de lenguaje (para nada concebido como una simple traducción), permite expresar esa suma como

$\sum_{i=1}^{n-1} i$, atrapando así un nuevo significado de la expresión, la que ahora expresa la suma de los $n - 1$ primeros números naturales, surgiendo de esta manera un nuevo problema aritmético, para el que se propone avanzar hasta lograr la expresión: $T = \frac{n(n-1)}{2}$ que efectivamente dará la solución al problema.

Pero también vale rescatar la posible construcción de otro modelo que también permite contar los partidos, considerando las combinaciones de n elementos tomados de a 2 el cual no sólo permite dar respuesta al problema sino que nos coloca ante un modelo que nos provee el mismo conjunto solución que el anterior; a saber: $\binom{n}{2}$. Este modelo combinatorio está soportado y regulado por la confección de diagramas de árbol.

Cabe aclarar que con este tipo de trabajo se pretende aportar al reconocimiento reflexivo, por parte de los futuros profesores, de dos modelos lógicamente equivalentes, pero que no producen las mismas relaciones matemáticas: el modelo aritmético y el combinatorio. En otras palabras éste puede ser un camino posible para enfrentarse con prácticas matemáticas que permite poner en juego distintos tipos de relaciones matemáticas, que los propios estudiantes pueden reconocer; emergentes de variadas acciones personales sobre una misma situación.

Ahora bien, objetivados ambos modelos como herramientas que resuelven un mismo problema, la continuación de este trabajo debe apuntar a la profundización y estudio de las relaciones matemáticas que ambos modelos atrapan.

Una forma posible podría ser enfrentarse a los estudiantes con nuevas situaciones donde se usen y funcionen necesariamente sendos modelos, con el objetivo de hacer explícitas e identificar las relaciones internas en cada uno de ellos. Para ello

ostramos un sintético tratamiento a dos nuevas tareas/situaciones/problemas.

Para profundizar el estudio del primer modelo, el aritmético, seleccionamos una tarea²⁰ que apunta a la construcción de fórmulas generales cerradas; al establecimiento del paso inductivo, a la elaboración de conjeturas que relacionan números y a la utilización de la escritura algebraica y configuración geométrica como apoyos posibles para la construcción y validación de fórmulas.

- a) Explorar las posibles disposiciones geométricas que podrían utilizarse para acomodar las naranjas de un cajón en una verdulería. Preparar un informe explicando las posibilidades y conveniencias para el dueño.
- b) Luego de elaborado el informe diseñar una actividad para estudiantes de nivel secundario vinculada con esta temática. Fundamentar las decisiones de las consignas y la secuencia determinada.

Este tipo de consigna expresa un problema de los denominados clásicamente “abiertos”, que permite distintas soluciones, enfoques, búsqueda de datos, técnicas, ya que los estudiantes pueden resolverlo usando disposiciones planas o espaciales e incluso pueden utilizar recursos informáticos.

Lo que se pretende es que los estudiantes exploren la situación. Esta consigna permite que se tomen decisiones, siempre reguladas por el contexto y por los conocimientos disponibles, tales como: elegir disposiciones planas o espaciales, determinar formas geométricas (por ejemplo triángulos rectángulos, cuadrados, pirámides, etc.), analizar cantidades de naranjas con las cuales en la disposición dada no sobraría ninguna, considerar rangos de naranjas “que sean razonables” para una verdulería y presentar las respuestas ajustadas a ese dato real. Podrían vincular con la superficie que ocupa en la verdulería y rápidamente llegarían a que les conviene una disposición espacial, etcétera.

Esta tarea, al dar lugar a formas diferentes de trabajo, asegura que aparezcan diferentes niveles en cuanto: a la validación de reglas generales; a la aparición de procesos de construcción de leyes generales, con mayor o menor grado de

control y de entender las razones de la fórmula encontrada; a la diversidad de estrategias y al manejo de fórmulas generales, que todas adquieren sentido en términos del problema.

También permite poner en funcionamiento varios juegos de marcos y distintos registros de representación: el marco geométrico si se consideran las áreas de triángulos y cuadrados; el marco numérico si se emplean las diferentes operaciones con números naturales y la búsqueda de relaciones entre términos de una sucesión; el registro gráfico si se utiliza representaciones de triángulos y cuadrados, que pueden aparecer como fuente de conjeturas, guía de justificaciones o instrumentos de control y el marco algebraico si se designa a los valores numéricos desconocidos con letras que toman sentido para los estudiantes en el contexto o si se escriben relaciones usando letras y números o a partir de las justificaciones que pueden surgir para mostrar cómo funcionan las distintas generalizaciones.

Por otra parte, a lo largo de la resolución de este problema se pueden enfrentar con diferentes aspectos del concepto de fórmula: como la expresión para contar o medir algo variable, a partir de una variable independiente, cuando se busca la fórmula cerrada para números triangulares y cuadrados; como la expresión de una relación entre distintas expresiones variables, por ejemplo cuando se busque la fórmula que relaciona números triangulares y cuadrados y como una relación entre distintos valores de una misma cantidad, por ejemplo cuando se busque una fórmula recurrente, todas posibilidades éstas que pueden aparecer cuando piensen y decidan en el marco del inciso (b). Obviamente durante el proceso de enseñanza se deben hacer concientes cada uno de estos cambios de significados conjuntamente con las relaciones numéricas y aritméticas que lo hacen posible.

En cuanto al uso más frecuente del segundo modelo en cuestión, el combinatorio, podemos elegir alguna tarea²¹ que “obligue” a contar sin enumerar, para que no haya dudas que relaciones atrapadas por la siguiente expresión: $\binom{n}{2}$ donde lo que interesa conocer son exactamente la cantidad de subconjuntos de dos

²⁰ Un análisis pormenorizado de esta tarea para el nivel secundario se encuentra en la Tesis de Maestría en Didáctica de la Matemática perteneciente a Nora Zon (2004) UNRC.

²¹ Referirse a literaturas específicas tales como: Becker, Pietrocola, Sánchez, (1996), Notas de Combinatoria. Red Olímpica. Bs. As.

elementos que se pueden formar con n elementos, lo verdaderamente interesante, es la composición de los pares no influyendo el orden de los mismos.

El proceso de validación de ambas proposiciones generalizadas conlleva obligadamente a la producción de una demostración, tomando así un sentido intramatemático el Principio de Inducción Matemática, como así también el proceso

de estructuración de problemas “similares” el cual permite producir fórmulas generadoras de ciertos tipos de números, tales como los factoriales, los que se deben transformar, en el transcurso de estos procesos de enseñanza, en nuevos objetos de estudio.

Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos

Mapa de progreso

Las operaciones como relaciones. Los conjuntos numéricos y sus operaciones. La recurrencia. Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel I. Al promediar la formación inicial

Reconoce, fundamenta y reflexiona, acerca de la operación de división, operación que va adquiriendo características propias en los distintos conjuntos numéricos (N , Z , D y Q) hasta lograr que la división exacta esté definida para cualquier número racional.

Explora, conjetura, valida y demuestra propiedades aritméticas a partir de situaciones problemáticas que permitan la producción de fórmulas equivalentes.

Se enfrenta con diferentes aspectos del concepto de fórmula: como la expresión para contar o medir algo variable, a partir de una variable independiente; como la expresión de una relación entre distintas expresiones variables y como una relación entre distintos valores de una misma cantidad.

Hace funcionar distintas definiciones de una noción aritmética obtenida a partir de diferentes relaciones puestas

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

Produce e interpreta demostraciones a partir de diferentes conocimientos aritméticos que han sufrido, a lo largo de la formación inicial, procesos de algebrización.

Reflexiona acerca de la relación que existe entre el conteo aritmético y geométrico, argumentando con criterios lógicos en la búsqueda de soluciones a los problemas.

Conoce desde los aportes de la historia otros sistemas de numeración que difieren del decimal; reflexiona sobre los sistemas no posicionales, posicionales y su importancia para la enseñanza de nuestro sistema.

Establece relaciones entre distintos conjuntos numéricos unidos de diferentes operaciones a partir de las propiedades que se mantienen invariantes.

Reconoce la importancia y utiliza con carácter operativo el Teorema fundamental de relación de equivalencia para

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

Reconoce el valor práctico de los conjuntos numéricos para contar y medir y el valor teórico de los mismos que permiten por ejemplo aproximar cualquier número R a partir de los D .

Toma decisiones didáctico-matemáticas para pasar del estudio por ejemplo de la división en conjuntos discretos o densos (N , Z , D o Q) a la división sobre conjuntos continuos (R).

Emplea los procesos recurrentes y de generalización para generar secuencias didácticas que permitan el ingreso al álgebra con algún sentido para los estudiantes: propuesta para la producción de fórmulas que cuenten colecciones, para formular y validar conjeturas sobre números y operaciones.

Usa distintos métodos para favorecer el acercamiento a la comprensión de conceptos, por ejemplo a la introducción

Nivel I. Alpromediar la formación inicial

en juego en variadas situaciones. Analiza la equivalencia entre ellas.

Resuelve problemas planteados en conjuntos discretos haciendo funcionar los procesos recurrentes y el Principio de inducción como método tanto de generación de fórmulas como de números especiales y herramienta de demostración, respectivamente.

Utiliza las propiedades numéricas conocidas para dar lugar, fundamentalmente a través de la búsqueda de regularidades, a la construcción de nuevas relaciones entre números y por ende nuevas propiedades aritméticas.

Aproxima los números irracionales por números decimales.

Explora, conjetura y demuestra enunciados que dan existencia, plantean unicidad y por ende caracterizan el uso y funcionamiento de los números enteros y ciertas operaciones definidas en ellos (por ejemplo el Teorema del algoritmo de la división, el Teorema Fundamental de la Aritmética).

Usa distintos tipos de lenguaje para soportar y regular su actividad matemática sobre números, conjuntos y operaciones.

Utiliza distintas estrategias heurísticas, como la particularización, la organización de la información en tablas o gráficos, el ensayo y error, en la resolución de situaciones problemáticas.

Utiliza las formas de pensamiento lógico para formular o comprobar conjeturas, realizar inferencias o deducciones que permita comprender el valor formativo de una teoría de números.

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

contar elementos de conjuntos que son identificados por su estructura algebraica.

Utiliza con fluidez las propiedades aritméticas de \mathbb{Z} y \mathbb{Z}_n como modelos principales para estudiar, por ejemplo, la fortaleza de ser grupos cíclicos.

Concibe a los números enteros como una estructura donde la factorización única de sus elementos es la propiedad que los caracteriza y lo diferencia de otros conjuntos numéricos.

Reconoce la potencia del lenguaje simbólico como un instrumento esencial tanto para la producción como para la comunicación matemática.

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

como objeto de enseñanza de la variable.

Genera fórmulas recursivas y emplea software para la construcción de propuestas de enseñanza. Por ejemplo, calcular una aproximación de π al inscribir polígonos regulares en una circunferencia de radio 1 utilizando una planilla de cálculo partiendo de un hexágono regular de lado 1 .

Elabora secuencias didácticas que pongan al descubierto cómo la divisibilidad es un camino fructífero para comprender cómo “se hace”, “se dice” y “se valida” en Matemática.

Analiza críticamente desde los puntos de vista matemático y didáctico diferentes tareas que permitan abordar en el aula la exploración, la generación de conjeturas, la validación, el tratamiento de las definiciones y propiedades de los distintos conjuntos numéricos.

Reflexiona sobre las resoluciones de los estudiantes e interviene para promover el avance en la resolución de un problema, en su descontextualización y por ende en la promoción de procesos de generalización, teniendo en cuenta el conocimiento de los estudiantes.

Estudia los avances en las investigaciones en didáctica de la aritmética y del álgebra.

Núcleo 4: Lo algebraico

Presentación del núcleo

Al momento de pensar en cómo presentar las cuestiones algebraicas para la formación de un futuro profesor de Matemática, y en consonancia con el enfoque presentado en este documento, intentamos identificar aspectos centrales que permiten o permitieron el avance en el conocimiento en este campo.

Aunque lo algebraico aparece subyacente en todas las áreas de la Matemática por su utilidad en términos de manifestarse útil para generalizaciones, realizar demostraciones, modelizar, etc., presenta problemáticas propias que han permitido la construcción y evolución de conceptos y técnicas propias de este campo.

Una mirada histórica del desarrollo algebraico ubica indudablemente a la resolución de ecuaciones como un asunto de central importancia, que fue abordado con diversidad de recursos y enfoques y con distintos grados de aproximación en distintos momentos de la historia. Podemos mencionar que en sus inicios, las ecuaciones no revestían grado de generalidad, fueron frecuentemente formuladas coloquialmente y resueltas mediante tratamientos particularizados numéricos o geométricos. Ya en la modernidad, aparecen resoluciones aproximadas obtenidas mediante métodos numéricos, incluso desarrollados computacionalmente y se agrega el estudio de ecuaciones con coeficientes que pertenecen a distintos tipos de conjuntos numéricos. El trabajo alrededor de la resolución de ecuaciones fue generador de gran parte del conocimiento algebraico.

En los últimos siglos, parte del interés surgido en el Álgebra giró hacia el estudio de estructuras algebraicas como medio para identificar y plasmar cuestiones que ofrecen una mirada común para conjuntos que en apariencia no compartirían nada. Así se reconocen en conjuntos de elementos muy diferentes, propiedades comunes que, solo mediante el uso de un enfoque unificador puede decirse que comparten estructura. Esto provocó grandes avances en el desarrollo algebraico motivado por un interés inicial de índole puramente matemática, en contra-

posición a lo ocurrido con la resolución de ecuaciones, más ligada inicialmente a problemas prácticos.

Aunque en sus comienzos las ecuaciones no lineales tuvieron un rol relevante en el Álgebra, con el tiempo aparece la necesidad de resolver sistemas de ecuaciones lineales con cantidades arbitrarias de ecuaciones y de incógnitas. Esto condujo a un desarrollo de técnicas y nociones específicas con tanta utilidad que se dio origen a una nueva rama: el Álgebra Lineal. La utilidad de esta nueva rama no solo se dio al interior de la Matemática sino en múltiples aplicaciones a otros campos, como ser la optimización, la teoría de juegos o la Economía, por mencionar algunos.

Por otra parte, el estudio de las ecuaciones no lineales y sistemas de ellas también siguió su camino, desarrollándose nuevos resultados teóricos, técnicas y enfoques tan variados como específicos. Podemos mencionar las técnicas para resolver ecuaciones polinómicas de grado tres y los desarrollos teóricos que derivan en la imposibilidad de generalizar lo anterior a las de grado superior a cuatro.

Si ahora nos ubicamos en pensar en la enseñanza del Álgebra, deberíamos agregar otras consideraciones. En un principio, las diferentes interpretaciones usadas para el término “Álgebra”, por ejemplo:

- El Álgebra para la generalización / abstracción de relaciones.
- El Álgebra como instrumento para modelar problemas y resolverlos.
- El Álgebra como herramienta de validación y regulación del proceso de modelización.
- El Álgebra como estudio de entes formales y su manipulación siguiendo reglas sintácticas.
- El Álgebra como estudio de estructuras abstractas.

Estas distintas interpretaciones entrecruzan las dimensiones de objeto y de in-

strumento de los objetos matemáticos y se interrelacionan de tal manera que sólo un adecuado equilibrio entre ellas y el desarrollo de capacidades relativas a cada una permiten una comprensión profunda del significado, la finalidad y la estructura del Álgebra y del razonamiento algebraico y su utilización.

En concordancia con la posición que sostenemos a lo largo de todo el documento, mencionamos algunas cuestiones didácticas a considerar en la formación docente.

En particular, enfatizamos el cuidado que se requiere sobre:

- **La construcción del significado de los conceptos algebraicos.**

La presentación a los estudiantes del Álgebra como un cuerpo de conocimientos ya estructurado les impediría encontrar el camino de construcción de los significados y comprender la forma en que se generan los conocimientos, lo cual resulta necesario para que el futuro profesor comprenda y oriente el aprendizaje de sus estudiantes; por eso, durante la formación inicial no deberían estar ausentes la intuición, la formulación de conjeturas y el razonamiento de tipo inductivo como elementos indispensables de la actividad matemática, intimadamente relacionados con los procesos de formalización. De este modo, sugerimos que los primeros contactos de los estudiantes con el Álgebra se relacionen con las nociones algebraicas que han construido durante sus estudios anteriores, dotando de nuevos significados a los objetos con que han venido trabajando en las etapas previas de su formación, probablemente en forma mecánica. Consideramos que la apropiación y comprensión de las estructuras algebraicas como objeto de estudio requiere de un trabajo previo sobre las propiedades de las operaciones en diferentes campos reconociendo aspectos comunes de modo de tener elementos que sean generalizables en lugar de presentar contenidos como casos particulares de una estructura general a la que no se le puede asignar significado. Del mismo modo sería conveniente que otras nociones abstractas y generales del Álgebra (relaciones, clases de equivalencia, etcétera) se presentaran con posterioridad al estudio de temas que provean una variedad de ejemplos y contextos de uso suficiente como para dar sentido a la constitución

de dichas nociones.

- **El acceso a formas y usos convencionales del lenguaje simbólico.**

La necesidad de comunicar la Matemática por medio del lenguaje simbólico es, como mencionamos en la introducción, uno de los acuerdos epistemológicos que en este núcleo adquiere relevancia por la especificidad del mismo. Cabe señalar que el lenguaje contiene una doble función: es un elemento para la comunicación y un elemento para pensar. Disponer de un lenguaje y poder ponerlo en uso requiere de cierto convencimiento y confianza que incluye comprender que ese lenguaje comunica bien las relaciones que se quieren señalar. En tal sentido, poder acceder al lenguaje convencional de la Matemática necesita de la discusión sobre diversas formas de lenguaje construidas en contextos de resolución de tareas analizando sus potencialidades y limitaciones. De esta manera, los objetos más convencionales del lenguaje y sus posibilidades de manipulación se construyen como herramientas para dar solución a ciertas problemáticas.

- **La distinción entre la generalización como producto de un proceso inductivo y la generalización de resultados en Matemática.**

Una actividad típicamente matemática es intentar generalizar resultados obtenidos bajo ciertas condiciones a otras nuevas más abarcativas. Este es un uso del término “generalización” que es apropiado trabajar durante la formación y que no es para nada exclusivo del Álgebra. Por otra parte, se da otro uso al término “generalización” en el Álgebra haciendo referencia a formulaciones genéricas que describen ciertas regularidades. Este último uso de la generalización en Álgebra habilita a que el estudiante reconozca regularidades, formule un enunciado más general, a modo de conjetura y estudie su validez (entendiendo que podría tener un campo de validez no universal).

Con estas consideraciones, seleccionamos los siguientes como sub-núcleos.

- Lo lineal. Estudio de las ecuaciones lineales.
- Lo no lineal. Estudio de las ecuaciones no lineales.
- Lo estructural. Búsqueda de propiedades comunes de las operaciones en conjuntos

Algunas preguntas que ahondan en los interrogantes centrales que se presentan en el esquema, son las siguientes.

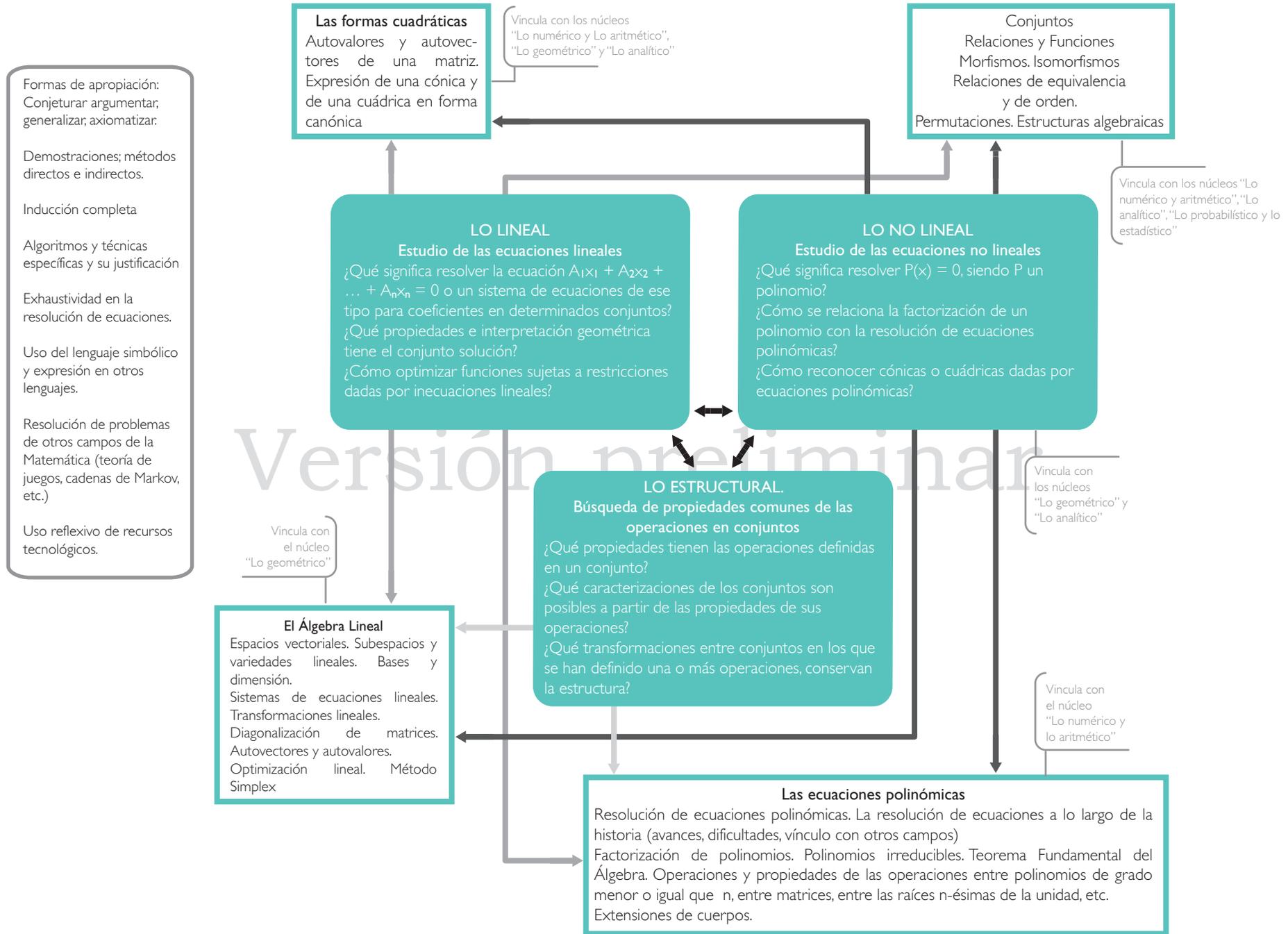
- ¿Cuáles fueron las razones históricas y epistemológicas que motivaron la necesidad de resolver ecuaciones y la construcción y estudio posterior de las estructuras algebraicas?
- ¿Por qué es necesario formalizar algebraicamente las nociones de función, ecuación, operación?
- ¿Cuáles son las características del Álgebra que permiten comprenderla como un instrumento de modelización matemática?
- ¿Cómo abordar la resolución de distintos tipos de ecuaciones?

Objetivos específicos de aprendizaje

- Resolver ecuaciones polinómicas empleando como herramientas diferentes técnicas que involucran transformaciones algebraicas, sustituciones, fórmulas resolventes, etcétera.
- Analizar en diferentes campos numéricos la existencia y número de soluciones de situaciones problemáticas propuestas.
- Interpretar la relación parámetro-variables tanto en la práctica como en la teoría asociada, manipulando fórmulas que conducen a la utilización del lenguaje funcional.
- Comprender a algunos aspectos de la relación entre la Geometría, el Análisis y el Álgebra Lineal.
- Comprender que la variación en los procedimientos de construcción con regla y compás desemboca en procedimientos de la geometría analítica.
- Comprender y utilizar los conceptos básicos del Álgebra Lineal para resolver problemas matemáticos o de aplicaciones a otras áreas
- Representar y analizar situaciones y estructuras matemáticas utilizando símbolos y métodos algebraicos.
- Conocer desde una perspectiva operacional e intuitiva la teoría de conjuntos y la lógica.

- Familiarizarse con algunas de las estructuras más importantes como: grupos, anillos, espacios vectoriales, cuerpos.
- Reconocer la noción de homomorfismo como manera de relacionar estructuras y construir nuevos objetos.
- Conocer y aplicar resultados vinculados con polinomios con coeficientes de distintos conjuntos numéricos.
- Resolver ecuaciones polinómicas utilizando fórmulas resolventes, sustituciones, transformaciones algebraicas, ecuaciones diofánticas, métodos del álgebra lineal numérica, etcétera.
- Comprender la naturaleza y el propósito de los sistemas axiomáticos.
- Comparar y contrastar el conjunto de los números reales y sus diversos subconjuntos respecto a sus características estructurales.
- Utilizar los isomorfismos como instrumentos que viabilizan la identificación de una misma estructura en conjuntos dotados de operaciones con apariencias muy distintas, a partir de sus propiedades algebraicas.
- Contextualizar las nociones de grupos, anillos, espacios vectoriales, cuerpos en el problema de la resolución de ecuaciones.

A continuación presentamos el esquema recordando la importancia de leerlo vinculado al resto de los elementos incluidos en el núcleo y considerando las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.



Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior

Entre las experiencias tendientes a que los estudiantes alcancen la comprensión de los aspectos señalados en este núcleo, destacamos las siguientes.

Los estudiantes

- Realizan actividades de reconocimiento de patrones en secuencias (numéricas o geométricas) que permiten la generalización y la formulación mediante expresiones algebraicas.
- Formulan conjeturas y emplean la argumentación, la prueba, la refutación, el ejemplo y el contraejemplo para su validación o rechazo.
- Resuelven problemas en los que el literal es usado como incógnita, como variable y como parámetro.
- Utilizan ejemplos extraídos de la historia del Álgebra para identificar distintas categorías de interpretación y uso de las letras.
- Resuelven problemas que permiten la inducción o interpretación de las propiedades de las operaciones y de identidades algebraicas en un contexto geométrico.
- Modelizan distintas situaciones y fenómenos empleando expresiones algebraicas y ecuaciones, interpretan los resultados obtenidos en el contexto en que surgen y analizan su validez atendiendo al dominio de definición y la factibilidad de los resultados.
- Analizan producciones algebraicas en las cuales puedan detectar errores y obstáculos en la manipulación de expresiones algebraicas. Explican los errores, los corrigen y proponen actividades remediales.
- Resuelven una misma ecuación mediante técnicas diferentes y describen las ventajas y desventajas de cada una de ellas (por ejemplo, la resolución de ecuaciones cuadráticas factorizando, completando cuadrados o utilizando la fórmula resolvente).
- Proponen la ampliación sucesiva de los conjuntos numéricos a partir de la necesidad de resolver ciertas ecuaciones algebraicas.

- Interpretan geoméricamente las ecuaciones y el conjunto solución de un sistema de ecuaciones.
- Analizan ejemplos de resolución de ecuaciones tomados de la historia del Álgebra. (por ejemplo, el método de la falsa posición o “regula falsi” de los egipcios; los procedimientos de aplicación de áreas de los griegos). Los interpretan usando las notaciones actuales y discuten las técnicas utilizadas y sus limitaciones.
- Discuten la existencia de soluciones de ecuaciones relacionadas con problemas clásicos.
- Analizan situaciones que permitan percibir las diferencias entre el enfoque aritmético y algebraico en la resolución de problemas y reconocer los puntos de apoyo y de ruptura entre la aritmética y el álgebra.
- Investigan la construcción histórica de un determinado objeto algebraico, identificando las distintas etapas de su evolución y reconociendo los obstáculos epistemológicos. Discuten las dificultades esperables al abordarlo en la educación media y formulan o analizan propuestas de superación.
- Realizan investigaciones bibliográficas -sobre un tema en particular, sobre los problemas que dieron origen a un concepto, sobre los rudimentos de desarrollos teóricos claves en el avance del conocimiento algebraico y presentan la producción resultante en forma escrita y oral.
- Participan en discusiones en las que se analicen y justifiquen procedimientos o resoluciones.
- Utilizan software informático con distintos propósitos: resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones, optimización lineal, etcétera.

Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas

La siguiente actividad²² nos permitiría reflexionar con los futuros profesores sobre la potencia de pensar en las propiedades de los números al pertenecer a un conjunto con estructura conocida y generalizar así, por ejemplo, una técnica

²² La actividad es una reformulación de una propuesta utilizada por el Dr. Antonio Cafure en la asignatura Álgebra, del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

muy conocida cuando se la pone a funcionar en algunos números del conjunto de los números reales tal como lo es la racionalización de denominadores.

1. Consideremos al número $\frac{3}{7-\sqrt{5}}$.

La forma usual para racionalizar denominadores que proponen los textos de Matemática para el nivel medio consiste en multiplicar y dividir por $7+\sqrt{5}$.

Verificar que también puede racionalizarse el denominador si se multiplica y divide por ...

a) $-7-\sqrt{5}$; b) cualquier múltiplo racional de $7-\sqrt{5}$

2. ¿Cuál es el sentido de “racionalizar denominadores”?

3. Consideremos al número $\frac{3\sqrt[3]{3}}{1+2\sqrt[3]{3}-3\sqrt[3]{9}}$. Nos interesa analizar cómo racionalizar su denominador.

a) Verificar que el denominador no es nulo.

b) Mostrar que el tipo de procedimiento utilizado en A no es útil aquí. Es decir, mostrar que multiplicando y dividiendo por expresiones que resulten de cambiar el signo de los términos que involucran radicales del denominador, no se racionaliza el denominador.

c) Teniendo en cuenta que $\sqrt[3]{3}$ es una solución de la ecuación $\alpha^3 - 3 = 0$, explorar la posibilidad de que dada cualquier expresión en α con coeficientes racionales, siempre se pueda obtener alguna expresión equivalente a ella que sea de grado menor que la misma. Establecer una conjetura. Para ello, pensar por ejemplo en simplificar expresiones como

a) $2+3\alpha^2+\frac{5}{2}\alpha^4-7\alpha^{10}$

b) $-400.\alpha^{80}-5\alpha^2+2\alpha^3-\frac{2}{5}\alpha^4-4\alpha^5$

c) $(-\alpha^4+3-4.\alpha^{39}-\alpha^{130}).(\alpha^{20}+5\alpha^{35})$

d) Lo observado en el ítem anterior sugiere que cualquier expresión que involucre sumas y productos de racionales con α puede expresarse como un elemento del conjunto:

$$Q(\alpha) = \{ a + b\alpha + c\alpha^2 : a, b, c \in Q \}$$

Como los elementos de este conjunto pueden sumarse y multiplicarse, podemos analizar si el conjunto tiene alguna estructura conocida.

Mostrar que $Q(\alpha)$ es un grupo abeliano, que los elementos de $Q(\alpha)$ pueden multiplicarse y que $Q(\alpha)$ es un anillo conmutativo.

e) Teniendo en cuenta que el polinomio $p(x) = x^3 - 3$ es irreducible en $Q[x]$, mostrar que si $r \in Q[x]$ es un polinomio no nulo que se anula en α , entonces r es múltiplo de p .

f) Verificar que $Q(\alpha)$ es un espacio vectorial sobre Q y que $\{1, \alpha, \alpha^2\}$ es una base de $Q(\alpha)$.

g) Volviendo a lo central de la actividad C), que es racionalizar el denominador del número dado, nos planteamos lo siguiente.

Queremos encontrar un elemento de $Q(\alpha)$, de la forma $(a + b\alpha + c\alpha^2)$, tal que el siguiente producto sea racional, es decir queremos eliminar α de la expresión (1)

$$(1 + 2\alpha - 3\alpha^2) \cdot (a + b\alpha + c\alpha^2) \quad (1)$$

Encontrar las coordenadas, en la base $\{1, \alpha, \alpha^2\}$, del elemento que se obtiene en (1).

h) ¿Qué condiciones deben imponerse a los valores de las coordenadas obtenidas, si lo que se quiere es eliminar α ? Resolver el sistema de ecuaciones que resulta de plantear dichas condiciones.

i) Hallar el inverso multiplicativo de $(1 + 2\alpha - 3\alpha^2)$.

j) Resolver el problema inicial, es decir, racionalizar el número $\frac{3\sqrt[3]{3}}{1+2\sqrt[3]{3}-3\sqrt[3]{9}}$.

Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos

Mapa de progreso

Lo lineal. Estudio de las ecuaciones lineales.
Lo no lineal. Estudio de las ecuaciones no lineales.
Lo estructural. Búsqueda de propiedades comunes de las operaciones en conjuntos.
Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel I. Al promediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Da sentido a la notación y uso de las letras y símbolos.</p> <p>En el contexto de diversas tareas, como la de modelización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • utiliza el lenguaje simbólico; • utiliza el lenguaje gráfico, coloquial o geométrico al enfrentar enunciados dados en lenguaje simbólico; y • manipula expresiones algebraicas (las reconoce, opera con ellas, las expresa en una forma u otra según convenga) y justifica las acciones que realiza. <p style="text-align: center;">La evolución se expresa en la precisión matemática de la manipulación.</p> <p>Generaliza regularidades y propiedades observadas en el campo numérico atendiendo a su dominio de validez, en distintas situaciones tanto de la Matemática como extra-matemáticas.</p>	<p>Usa con solvencia el lenguaje simbólico y las herramientas involucradas en la operatoria con expresiones algebraicas para generalizar situaciones, formular conjeturas y propiedades, expresar procesos aritméticos y producir demostraciones.</p> <p>En el contexto de diversas tareas, como la de modelización:</p> <ul style="list-style-type: none"> • selecciona adecuadamente los lenguajes simbólico, coloquial, gráfico, etcétera, para comunicar sus producciones; y • manipula expresiones algebraicas (las reconoce, opera con ellas, las expresa en una forma u otra según convenga) y justifica las acciones que realiza. <p>Demuestra la validez de regularidades y propiedades observadas en el campo numérico.</p>	<p>Reconoce los obstáculos que enfrenta el estudiante de la escuela secundaria para el aprendizaje del Álgebra en relación con el uso de las letras y los símbolos y diseña situaciones de aprendizaje pertinentes para superarlos.</p> <p>Esquematiza una organización para la enseñanza del lenguaje simbólico a lo largo de la escolaridad media.</p> <p>Prevé y explica errores en la manipulación de las expresiones algebraicas por parte de sus estudiantes y propone actividades para su tratamiento.</p> <p>Propone una vía de entrada al aprendizaje del álgebra en el nivel secundario, fundamentando su decisión.</p> <p>Realiza una lectura crítica de la vía de entrada al Álgebra propuesta en la bibliografía escolar.</p> <p>Elabora situaciones de aprendizaje que contemplen la ruptura que implica el pasaje de la aritmética al álgebra</p> <p>Elabora secuencias didácticas que atiendan a la construc-</p>

Nivel I. Alpromediar la formación inicial

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

La evolución se expresa a través de la complejidad de las situaciones.

Maneja los distintos usos del literal en Álgebra (como incógnita, como variable o como parámetro) y selecciona la más apropiada, según la tarea a resolver.

La evolución se expresa a través de la complejidad de las situaciones.

En sistemas de ecuaciones polinómicas: resuelve, interpreta las nociones de solución y de conjunto solución, verifica.

Resuelve sistemas de ecuaciones lineales en el plano e interpreta geoméricamente sus soluciones.

Resuelve sistemas de ecuaciones no lineales en el plano e interpreta geoméricamente sus soluciones.

Maneja los distintos usos del literal en Álgebra (como incógnita, como variable o como parámetro) y selecciona la más apropiada, según la tarea a resolver.

Resuelve ecuaciones polinómicas utilizando distintas técnicas (fórmulas resolventes, sustituciones, transformaciones algebraicas, ecuaciones diofánticas, etcétera).

Anticipa la existencia y número de soluciones de una ecuación polinómica en un cierto campo.

Resuelve sistemas de ecuaciones lineales en espacios de n dimensiones e interpreta geoméricamente sus soluciones.

Resuelve sistemas de ecuaciones no lineales en espacios de n dimensiones e interpreta geoméricamente sus soluciones.

ción del sentido de los distintos usos del literal en álgebra.

Diseña actividades de aprendizaje de las ecuaciones en el nivel secundario, tanto para un acercamiento inicial como para diagnosticar aprendizajes en cursos previos.

Selecciona y propone problemas que se modelizan mediante sistemas de ecuaciones.

Planifica la enseñanza de los polinomios en la escuela media a través de situaciones que no la limiten a la operatoria con ellos y a su factorización mediante los casos clásicos

Propone situaciones y fenómenos que se pueden modelizar utilizando distintos tipos de funciones.

Decide, con fundamento, la inclusión o no inclusión de la enseñanza de las estructuras algebraicas en un curso inicial de Álgebra en el nivel superior

Propone problemas que faciliten la construcción del concepto de linealidad de una transformación.

Crea un entorno en el que se expliciten las decisiones acerca de los límites de la rigurosidad, formalismo y precisión en el lenguaje para el trabajo matemático en el aula

Construye con sus estudiantes en clase un sistema de propiedades que se tomarán como base para producir argumentaciones, formular y validar nuevas propiedades

Reconoce conocimientos incompletos o inadecuados de los estudiantes y diseña situaciones que habiliten cambios de estrategias necesarios para superarlos.

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Factoriza polinomios para graficar, simplificar, etcétera.</p> <p>Reconoce relaciones funcionales y utiliza para representarlas distintos registros.</p> <p>Extrae información a partir de gráficas de funciones.</p> <p>Representa y describe fenómenos de variación y cambio.</p> <p>Adquiere los conceptos, propiedades y técnicas básicas del Álgebra Lineal y los aplica al estudio de problemas específicos.</p> <p>Reconoce transformaciones lineales y utiliza los conceptos y propiedades asociados.</p>	<p>Factoriza polinomios con variedad de elementos teóricos y relaciona la factorización de un polinomio con las raíces del mismo.</p> <p>Conoce la evolución histórica de la noción de factorización y las ideas centrales de los desarrollos teóricos que se generaron a partir de ella.</p> <p>Reconoce la expresión algebraica y la representación gráfica de distintos tipos de funciones, traduciendo de un registro a otro.</p> <p>Reconoce la estructura algebraica de ciertos conjuntos al definir estudiar operaciones en ellos.</p> <p>Aprecia cómo las estructuras algebraicas expresan aspectos comunes de situaciones diversas y facilitan el establecimiento de la red de relaciones internas de la disciplina.</p> <p>Aplica los conceptos, propiedades y técnicas básicas del Álgebra Lineal a la resolución de problemas de diversas áreas, especialmente la Geometría.</p> <p>Utiliza los conceptos, propiedades y técnicas básicas del Álgebra Lineal en la elaboración de modelos matemáticos adecuados para abordar situaciones problemáticas de diversas áreas.</p> <p>Analiza ejemplos variados de espacios vectoriales y reconoce la potencia de esta estructura para englobar entes matemáticos diversos y para sistematizar la Geometría elemental.</p> <p>Reconoce transformaciones lineales y utiliza los conceptos y propiedades asociados.</p>	<p>Planifica la enseñanza de los polinomios en la escuela media a través de situaciones que no la limiten a la operatoria con ellos y a su factorización mediante los casos clásicos.</p> <p>Propone situaciones y fenómenos que se pueden modelizar utilizando distintos tipos de funciones.</p> <p>Decide, con fundamento, la inclusión o no inclusión de la enseñanza de las estructuras algebraicas en un curso inicial de Álgebra en el nivel superior.</p> <p>Decide, con fundamento, la inclusión o no inclusión de la enseñanza de las estructuras algebraicas en un curso inicial de Álgebra en el nivel superior.</p> <p>Propone problemas que faciliten la construcción del concepto de linealidad de una transformación.</p>

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Formula conjeturas.</p> <p>Selecciona argumentos adecuados para justificar la verdad de una cierta proposición, basándose en definiciones, axiomas o propiedades ya conocidos.</p> <p>Realiza deducciones sencillas.</p> <p>Da ejemplos y contraejemplos.</p> <p>Estudia el origen y evolución históricos de las nociones matemáticas.</p> <p>Representa y describe fenómenos de variación y cambio.</p>	<p>Comprende las características de los sistemas formales.</p> <p>Realiza demostraciones formales de propiedades matemáticas.</p> <p>Conoce las características y límites de la validación en la escuela secundaria.</p> <p>Estudia el origen y evolución históricos de las nociones matemáticas y lo relaciona con la existencia de obstáculos epistemológicos.</p>	<p>Crea un entorno en el que se expliciten las decisiones acerca de los límites de la rigurosidad, formalismo y precisión en el lenguaje para el trabajo matemático en el aula</p> <p>Construye con sus estudiantes en clase un sistema de propiedades que se tomarán como base para producir argumentaciones, formular y validar nuevas propiedades</p> <p>Reconoce conocimientos incompletos o inadecuados de los estudiantes y diseña situaciones que habiliten cambios de estrategias necesarios para superarlos.</p>

Versión preliminar

Núcleo 5: Lo probabilístico y lo estadístico

Presentación del núcleo

En la actualidad es necesario tener conocimientos probabilísticos y estadísticos para poder interpretar los mensajes de la comunicación social, comprender o redactar un informe de una investigación científica, construir modelos para fenómenos de distintas ciencias, entender indicadores de uso común en la Economía, la Demografía o en la Educación, tales como índice de desocupación, tasa de natalidad, índice de deserción, etcétera.

Muchos de los primeros fenómenos estudiados por las ciencias eran deterministas; entre ellos problemas químicos, eléctricos, astronómicos, mecánicos, hidrostáticos, y diversos más; los cuales se pueden pronosticar con certeza y

modelizar con conceptos de otras áreas de la Matemática.

Sin embargo, posteriormente, otros fenómenos tales como problemas de la Física Cuántica, la Mecánica Estadística de los gases, la Meteorología, la Biología Molecular; la Genética, etcétera, fueron descritos con modelos probabilísticos, al menos momentáneamente.

Muchos problemas actuales de la ciencia, la naturaleza o la sociedad, tales como la posibilidad de padecer una enfermedad si estamos sometidos a algún factor de riesgo, la ganancia o pérdida en un juego de azar, o la necesidad de contratar

seguros de vida y sobre bienes, no son susceptibles de ser resueltos con certeza. Por lo tanto, las personas ocupan una parte importante de su tiempo en prever, conjeturar o adivinar acontecimientos sobre los que no tienen control. Muchas decisiones están basadas más bien en la creencia o en la esperanza de que cierto acontecimiento suceda, que en las teorías científicas.

Sin embargo, para tomar decisiones racionales o informadas, es necesario cuantificar esa creencia o confianza. El proceso de precisar numéricamente la posibilidad de que ocurra algún evento aleatorio, transporta al terreno científico, y más precisamente a la Probabilidad, que cuantifica el grado de certidumbre de un suceso.

Los modelos probabilísticos permiten describir no sólo situaciones aleatorias sino también algunas deterministas en las que aparece variabilidad debido a la falta de precisión en el proceso de medición. Aunque la Estadística proporciona contrastes que nos permiten “validar” el modelo propuesto, no nos proporciona una regla para decidir con certeza si aceptamos o no el modelo como el correcto, porque a lo sumo conocemos la probabilidad de cometer un error. Y puesto que esta probabilidad nunca será igual a cero, siempre hay un margen de error, aunque el riesgo sea pequeño. Esta es una característica importante del razonamiento estadístico, que los modelos permiten controlar la incertidumbre y conocer los riesgos que asumimos de antemano, pero no anulan la incertidumbre.

Por otra parte, desde que los pueblos se organizaron como estados, sus gobernantes necesitaron conocer diversos aspectos relacionados con la población, tales como la natalidad, mortalidad, crecimiento de la población, producción agrícola o ganadera, bienes, y muchos otros, ya sea con el fin de recaudar impuestos o de tomar decisiones para modificar las condiciones de vida de los ciudadanos.

En la actualidad, el uso de la Estadística se ha ampliado a casi la totalidad de las áreas del conocimiento, proporcionando métodos y técnicas útiles para la recolección y el análisis de información, la predicción, la estimación y la toma de decisiones en presencia de incertidumbre. Por lo tanto, el futuro docente

debe conocer aplicaciones en distintas áreas, para poder abordar o ejemplificar problemas relacionados con las diferentes modalidades de la enseñanza secundaria, usar los conceptos para interpretar el mundo de hoy y los fenómenos y resultados de su práctica docente con cierto rigor científico, utilizarlos para la toma de decisiones en una sociedad que está cambiando rápidamente, o comprender los resultados obtenidos en equipos interdisciplinarios de investigación.

La aparición de contenidos vinculados a la enseñanza de la Probabilidad y la Estadística en los planes de estudio puede explicarse por la importancia que ha adquirido en los últimos años, tanto como cultura básica, como en el trabajo profesional y en la investigación.

Las investigaciones en cualquier área de la ciencia pueden ser de distintos tipos o tener diversos fines: descriptivos, inferenciales, explicativos o predictivos. Los estudios descriptivos ponen su foco en la descripción o caracterización de una situación, lo que se hace a través de la recolección, organización y presentación en tablas de la información; el cálculo de medidas resúmenes, que sintetizan la información, y la representación gráfica de los datos con el fin de evidenciar tendencias, variabilidad, asimetrías u otras características que pueden permanecer ocultas en los datos. Estas técnicas de organización, síntesis y representación de la información constituyen la Estadística Descriptiva. Por su parte, en los estudios inferenciales el interés está centrado en obtener conclusiones referidas a la población a partir de una muestra. Por ejemplo, estimar el valor promedio de una variable en la población, o comparar sub-poblaciones en cuanto a su media o su variabilidad. Para lograr estos objetivos, la Estadística Inferencial clásica aporta diversos métodos de estimación de parámetros y pruebas para contrastar hipótesis. A su vez, las investigaciones explicativas y predictivas están interesadas en encontrar un modelo que relacione a las variables en estudio, determinar la/s variable/s que mejor expliquen a otra o predecir el comportamiento futuro de una variable conociendo el comportamiento de otra/s.

Lo anteriormente expuesto da sentido a la consideración de tres sub-núcleos al interior del núcleo, que constituyen distintos enfoques o miradas en un estudio vinculado a lo aleatorio.

Los sub-núcleos considerados son los siguientes.

- Lo aleatorio y lo determinístico.
- Lo descriptivo y lo inferencial.
- La explicación y la predicción.

Presentamos algunas preguntas que clarifican el desarrollo del núcleo.

- ¿Cuáles son las características de un experimento aleatorio?
- ¿Cómo se puede explorar la aleatoriedad, para comprender sus propiedades?
- Cuando el espacio muestral es discreto, ¿cómo se determina su cardinalidad?
- ¿Cuáles son las diferentes definiciones de probabilidad? ¿Cuáles son las ventajas o desventajas de cada una?
- ¿En base a qué criterios se seleccionan los axiomas que definen la probabilidad?
- ¿Cómo se asigna una probabilidad a sucesos correspondientes a espacios muestrales continuos?
- ¿Qué características debe tener una situación para ser modelada por medio de un modelo probabilístico?
- ¿Cuáles son las etapas que se deben seguir para la selección de un modelo que permita describir una situación aleatoria?
- ¿Cuáles son las características de cada modelo probabilístico?
- ¿Qué tan dispersos están los valores que asume la variable?
- ¿Cuál es la importancia del modelo normal?
- ¿Cómo convertir los datos en información estadística para que tengan significado y sean fáciles de interpretar?
- ¿Cuál es la medida que representa mejor los datos y permite la comprensión e interpretación de los mismos?

- ¿Cómo se seleccionan muestras válidas para obtener conclusiones acerca de la población?
- ¿Qué métodos se pueden utilizar para estimar un parámetro a partir de una muestra?
- ¿Qué estimador tiene mejores propiedades?
- ¿Depende la distribución de un estadístico de la población de origen, del tamaño de la muestra o del tipo de muestreo?
- ¿Cómo se valida estadísticamente una hipótesis?
- ¿Cuál es la probabilidad de que las inferencias formuladas en base a las muestras sean válidas?
- ¿Cómo se mide la bondad del procedimiento de estimación?
- El hecho de que dos variables estén correlacionadas, ¿significa que una es causa de la otra?
- ¿Por qué se utiliza el método de mínimos cuadrados para ajustar un modelo lineal a un conjunto de datos?
- ¿Cuáles son las características del modelo de regresión simple?
- ¿Qué porcentaje de variabilidad explican las variables independientes?
- ¿Cuál es la variable independiente que mejor explica a la variable dependiente?
- ¿Dentro de qué rango de valores se pueden hacer predicciones?
- ¿Cómo se contrastan hipótesis cuando no se cumplen los supuestos para realizar pruebas paramétricas?

Objetivos específicos de aprendizaje

- Explorar situaciones aleatorias mediante experimentación y simulación, para poder comprender las características de los fenómenos aleatorios y conjeturar propiedades.
- Reconocer la insuficiencia de la exploración y la simulación para validar propiedades, seleccionando métodos de argumentación y validación adecuados.

- Seleccionar axiomas para definir la probabilidad a partir de la exploración de las propiedades de la frecuencia relativa y teniendo en cuenta las propiedades que debe tener un sistema formal.
- Modelizar fenómenos intra y extra-matemáticos usando conceptos probabilísticos y estadísticos, con el fin de resolver problemas que requieran estudiar procesos aleatorios, explicar el comportamiento de variables, predecir resultados, etcétera.
- Explorar la posibilidad de un abordaje de la Probabilidad con estrategias lúdicas, a través de la manipulación de diversos juegos de azar y del análisis de los conceptos involucrados en ellos, con el fin de aumentar la motivación, vincular los conocimientos científicos con la realidad, favorecer la explicitación de ideas previas y su contrastación, con el objeto de lograr un cambio conceptual.
- Interpretar información de los medios de comunicación, de la práctica docente o de investigaciones científicas.
- Usar las técnicas y métodos estadísticos para recolectar, organizar, resumir, procesar y presentar información de la manera más adecuada para poder obtener conclusiones.
- Participar en el diseño y desarrollo de investigaciones con diversos fines: descriptivos, inferenciales clásicos, explicativos, predictivos.
- Interpretar los conceptos estadísticos a partir de analogías con otros relacionados, pertenecientes a otras áreas.
- Relacionar conceptos de diversas áreas de la Matemática con el fin de fundamentar la probabilidad y resolver problemas.

En la siguiente página presentamos el esquema recordando la importancia de leerlo vinculado al resto de los elementos incluidos en el núcleo y considerando las fuertes relaciones que vinculan los núcleos entre sí.

Consideramos que las actividades de enseñanza se deberían planificar de manera que ayuden a construir el concepto formal a partir de ideas intuitivas (formulación de conjeturas). Cuando se trabaja con un medio de simulación concreto (por ejemplo la perinola, los dados, las urnas, etc.) se desarrollan experiencias

matemáticas que permiten al estudiante pasar de sus creencias personales a las concepciones aceptadas como válidas en el contexto de la disciplina Matemática. De este hecho, y dada la imposibilidad de repetir grandes cantidades de veces ciertos experimentos, surge la necesidad de incorporar el uso de herramientas informáticas que ayudan a resolver los problemas de cálculo y graficación, ahorran tiempo, a partir de las simulaciones favorecen la comprensión de la aleatoriedad, y otorgan medios para comunicar los resultados. Asimismo, los estudiantes deben comprender que el proceso de argumentación de resultados requiere elaborar explicaciones, una prueba o una demostración, ya que no es suficiente realizar sólo comprobaciones empíricas para dar validez a una afirmación. Para lograr este fin se usan los diversos tipos de razonamiento -pensamiento deductivo, inductivo, analógico- tanto para el abordaje de problemas teóricos como prácticos. Se puede trabajar el razonamiento inductivo, por ejemplo, en relación a la Ley de los Grandes Números, llevando a cabo o simulando experimentos como el lanzamiento de una moneda o un dado legales, a los que van despojando paulatinamente de las cuestiones particulares para abstraer la ley.

Los estudiantes del profesorado deben hacer un uso flexible de las distintas representaciones. El lenguaje gráfico les permite organizar, describir y analizar datos, puesto que al ser un instrumento de transnumeración es una de las formas básicas de razonamiento estadístico, que consiste en obtener una nueva información, al cambiar de un sistema de representación a otro. Por ejemplo, al pasar de una lista de datos desordenada a un histograma, se visualiza la moda y se percibe la variabilidad y la asimetría de la distribución.

Razonamiento hipotético-deductivo: Definición axiomática de probabilidad.

Razonamiento plausible: conjeturar a partir de experimentos o simulaciones.

Razonamiento analógico: semejanzas de medidas resúmenes y parámetros con conceptos físicos.

Razonamiento inductivo:
Métodos numéricos para resolver problemas que no admiten solución exacta.

Métodos de estimación:
-de los momentos.
-de máxima verosimilitud.
-de Monte Carlo para la estimación de momentos e integrales.
-de mínimos cuadrados.

Modelización de fenómenos de la realidad y otras disciplinas usando conceptos probabilísticos.

Estimación, predicción, contraste de hipótesis, toma de decisiones.

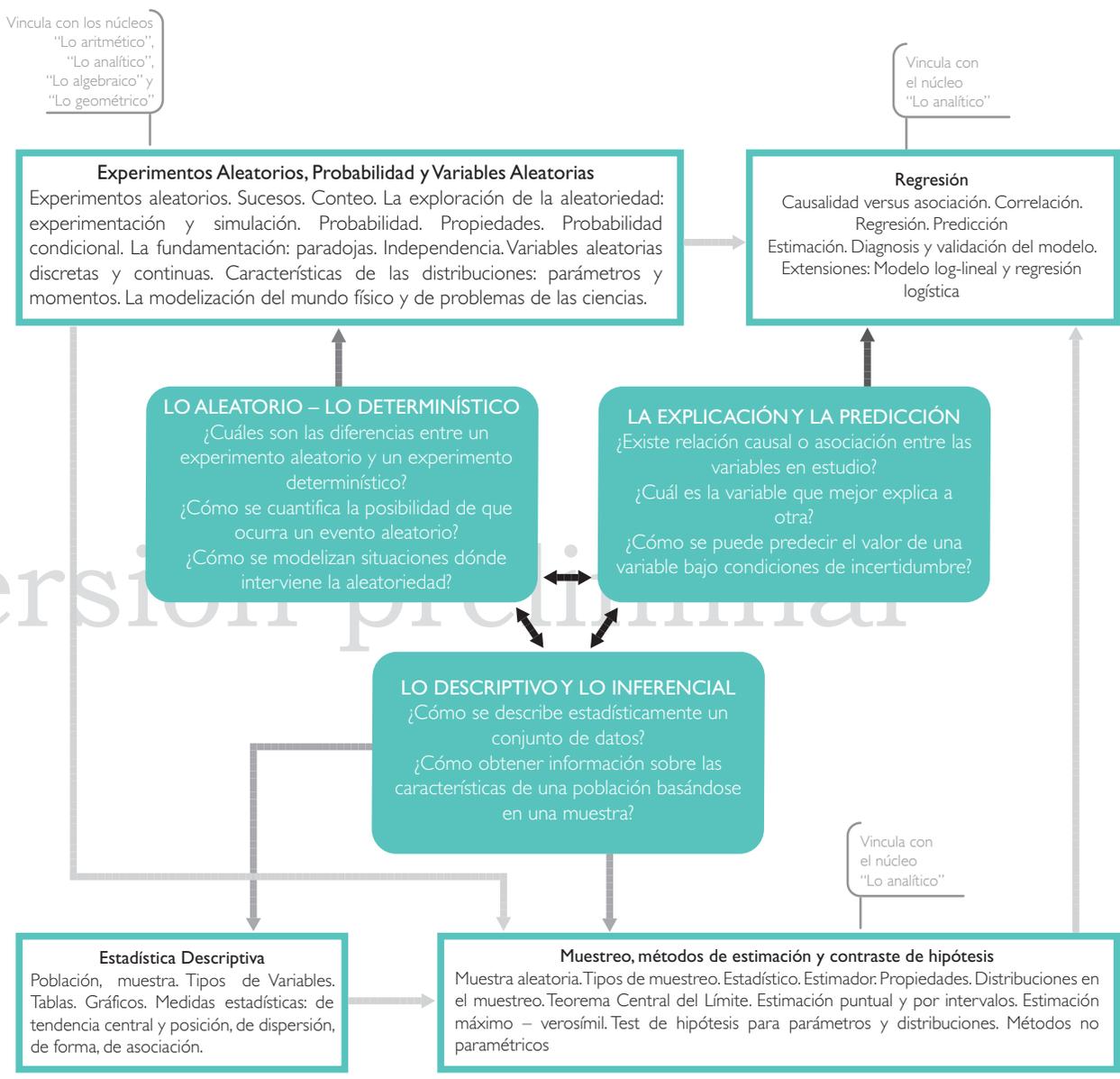
Organización, resumen y presentación de la información.

Uso flexible de distintos registros.

Presentación organizada y clara de la información, para favorecer la interpretación.

Uso de un lenguaje adecuado y adaptado al lector o interlocutor.

Argumentación de procedimientos y resultados



Experiencias sugeridas para desarrollar durante la formación superior

A continuación se presentan algunas experiencias que deberían transitar los estudiantes del profesorado de Matemática en relación a la probabilidad y la estadística.

- Los estudiantes realizan búsquedas bibliográficas para investigar las razones que provocaron el origen, las ampliaciones o modificaciones sucesivas de los contenidos. Allí analizan que los conceptos primero surgen en un contexto determinado, el matemático los descontextualiza, los formaliza, y pasan a ser parte del conocimiento científico del área y, que recién cuando han sido despojados de toda relación con los usos particulares, sirven para resolver nuevos problemas, es decir, pueden ser transferidos. Realizan un análisis histórico-epistemológico de los contenidos con el objetivo de ampliar sus concepciones epistemológicas, estudiar la posibilidad de concebir propuestas de enseñanza que recuperen distintos sentidos de los objetos, identificar cuestiones que podrían explicar algunas dificultades que pueden encontrar los estudiantes.
- Luego de haber manipulado de manera no formal la noción de probabilidad, los estudiantes se enfrentarán con la tarea de establecer un sistema axiomático. Buscarán información sobre las condiciones que un tal sistema debe cumplir. Explorarán distintas posibilidades hasta poder seleccionar axiomas que constituyan un sistema, que goce de las propiedades deseables. Es necesario que los estudiantes comprendan el proceso de elección de un axioma, si se desea la constitución de un sistema formal que goce de las propiedades de independencia, consistencia y completitud, y no que los acepten sin ninguna justificación acerca de su elección. Por ejemplo, deberían ver que no es equivalente incluir como axioma la aditividad numerable que la finita, puesto que de la primera se puede deducir la segunda, pero no recíprocamente. También pueden analizar que si se incluyen como axiomas la probabilidad del suceso imposible y el suceso seguro el sistema ya no goza de la propiedad de independencia. Pueden probar que para asegurar la independencia es suficiente considerar que $P(A) \geq 0$ y $P(S) = 1$ (siendo A cualquier evento y S el suceso seguro), y que no es necesario tomar, como a veces se considera, que para todo

suceso A , $0 \leq P(A) \leq 1$.

- Conocidas algunas nociones físicas, se planteará a los estudiantes hacer un resumen de tales conceptos, buscar información sobre los conceptos matemáticos vinculados a ellos y establecer relaciones y analogías. Explicarlas por escrito y oralmente. Por ejemplo, el concepto de función de masa o de densidad se puede identificar con una masa unitaria distribuida en la recta real, el concepto de esperanza con el de centro de masa, o el de varianza con el de momento de inercia respecto a un eje perpendicular a través del centro de masa. Se pedirá probar alguna propiedad estadística y vincularla con elementos físicos (como por ejemplo: la propiedad que para todo α , $V(X - \alpha) = E[(X - \alpha)^2] - [E(X - \alpha)]^2$, que se vincula al teorema de los ejes paralelos de la Mecánica, el cual asevera que el momento de inercia respecto a un punto arbitrario es igual al momento de inercia respecto al centro de masa más el cuadrado de la distancia de este punto arbitrario a dicho centro).
- Seleccionan, en base al análisis de las condiciones de una situación aleatoria, un modelo probabilístico para representarla. Resuelven la situación utilizando el modelo, interpretan la solución en el contexto original y verifican que las mismas cumplan las condiciones iniciales. Monitorean el proceso, verificando el cumplimiento de las etapas de la modelización.
- Los estudiantes obtienen datos de la experimentación, de encuestas, o realizan búsquedas de información en organismos públicos tales como el INDEC, o en sus páginas web, los cuales serán tabulados, resumidos y representados gráficamente, usando las medidas y gráficos más adecuados para cada tipo de variable y cada conjunto de datos particular.
- Realizan estudios interdisciplinarios, por ejemplo, de estadística y ciencias sociales, trabajando las pirámides de población o índices demográficos; o de estadística y educación física, donde se analicen asociaciones entre variables tales como peso, resistencia, o velocidad. Seleccionan el tipo de estudio a realizar –descriptivo, inferencial, explicativo–, proponen objetivos de la investigación, recogen los datos y usan las herramientas estadísticas adecuadas para alcanzar los objetivos fijados.
- Manipulan tanto objetos concretos como las tecnologías de la información y la comunicación, reconociéndolos como medios útiles para ex-

plorar contenidos y facilitar el estudio independiente. Entre los objetos concretos, pueden usar monedas, ruletas, perinolas, dados, cartas, aparato de Galton para estudiar la distribución binomial o tableros de distintos juegos. Por ejemplo, el concepto de esperanza matemática se puede comprender mediante el análisis de la ganancia esperada en diversos juegos de azar. A partir de la experiencia formularán conjeturas o abstraerán las propiedades, las cuales posteriormente serán demostradas con herramientas matemáticas.

- Realizan investigaciones bibliográficas (en textos de matemática superior) de los múltiples usos de un concepto y los aplican en la resolución de diversos tipos de problemas, para facilitar su posterior recuperación en diversos contextos.
- Usan recursos tecnológicos, valorando las ventajas y desventajas de los mismos. En la computadora, mediante diversas instrucciones llevan a cabo simulaciones, que consisten en sustituir un experimento aleatorio por otro equivalente. Para ello construyen un modelo que represente un fenómeno, y lo usan para explorar conceptos y principios, que de otro modo serían más difíciles de comprender, mejorando la experiencia estocástica y la intuición probabilística. De este modo adquieren una experiencia estocástica que no es fácil de alcanzar en la vida real. A la vez, descubren que se puede incrementar fácilmente el número de repeticiones, detectar patrones, repetir con facilidad el experimento cambiando los supuestos del modelo, procesar datos y representarlos con más rapidez y precisión, detectar con facilidad datos alejados permitiendo indagar las posibles causas si se desvían demasiado de los restantes.
- A partir de producciones de los alumnos de nivel secundario y superior, analizan cómo entienden los estudiantes los conceptos de causalidad, probabilidad, variabilidad, tendencias, distribuciones, en diversas edades, con el fin de diseñar actividades que les permitan construir estos conceptos sobre su comprensión actual.
- Analizan, en el caso de la inferencia, las controversias filosóficas acerca de cómo se justifica un razonamiento inductivo y los distintos enfoques teóricos de la Estadística, iniciados por Fisher, Neyman, Pearson y los bayesianos, explicando lo que se entiende por “resultado significativo”, si se puede calcular la probabilidad de una hipótesis, cuál es la naturaleza de

dicha probabilidad y cómo se relaciona con los datos empíricos en cada uno de los enfoques.

- Cuando usan computadoras o calculadoras para obtener números “aleatorios”, que en realidad son pseudo aleatorios porque son generados por algoritmos deterministas, verifican si se cumplen las condiciones teóricas. Por ejemplo, analizan la aleatoriedad de la secuencia de resultados independientemente del proceso que la generó. En particular, analizan la independencia de las pruebas sucesivas.
- Proponen modelos probabilísticos para describir en forma sintética las distribuciones empíricas de los datos y para predecir el comportamiento, tanto en situaciones aleatorias como deterministas que no pueden medirse con precisión. Por ejemplo, si distintos alumnos miden una longitud con el mismo instrumento se obtiene una variabilidad en los resultados, que no tiene su origen en el azar. Aunque esta situación no es esencialmente aleatoria, la curva normal centrada en cero describe bien los errores cometidos.

Un ejemplo de consigna para trabajar en alguna experiencia del tipo de las descriptas

Se necesitan muchas repeticiones de un experimento aleatorio para poder realizar conjeturas sobre su comportamiento, insume mucho tiempo realizar los experimentos de lanzamiento de una moneda o un dado y requiere de un registro preciso y exhaustivo, a la vez que es posible cometer errores al contar los casos favorables al suceso al manejar una gran cantidad de datos. Otras veces, un experimentador puede introducir grandes sesgos por su forma particular de arrojar la moneda o el dado. Para reducir estos efectos se puede simular el experimento, ya sea con una planilla de cálculo o una calculadora. Esta última opción no ahorra tiempo, porque hay que realizar las simulaciones una por una, pero evita sesgos que puede introducir el experimentador por su forma particular de lanzar el objeto.

Con esta actividad se espera que el estudiante realice simulaciones de experimentos aleatorios simples usando una planilla de cálculo o una calculadora, que le permitan conjeturar un enunciado que se aproxime a la Ley de los Grandes

Números (forma de Bernoulli) y argumente la diferencia entre la convergencia de una sucesión, vista en Análisis Matemático, y la convergencia en probabilidad.

Se requiere una computadora provista de una planilla de cálculo, o calculadora científica. Se supone enseñado la definición clásica de probabilidad, desigualdad de Tchebysheff, varianza de una variable aleatoria binomial, convergencia de sucesiones.

Primer momento: Los estudiantes trabajan en grupos, en clase, para responder la siguiente consigna.

a) Usando el generador de números aleatorios de la planilla de cálculo, que se encuentra como opción en Herramientas de Análisis de datos, simula el lanzamiento de una moneda legal 1.000 veces. Para ello debes introducir el número de lanzamientos que deseas realizar y la distribución de probabilidad de los resultados de la moneda. Los resultados posibles deben estar codificados en forma numérica, por ejemplo: cara = 1, sello = 0, porque la planilla sólo acepta argumentos numéricos como entrada en la distribución de probabilidad.

b) Una vez que tienes los resultados de la simulación de los 1.000 lanzamientos, cuenta con la función CONTAR. Si de la planilla de cálculo el número de caras obtenidas desde el lanzamiento 1 al 100, del 101 al 200, del 201 al 300, etcétera. Calcula la frecuencia relativa como cociente entre el número de caras obtenidas y 100 -el número de lanzamientos realizados. Calcula la frecuencia relativa acumulada dividiendo el número de caras obtenidas desde el primer lanzamiento en el total de lanzamientos realizados. Completa la siguiente tabla de las frecuencias relativas cada 100 lanzamientos y frecuencias relativas acumuladas desde el primer lanzamiento.

Cantidad de lanzamientos	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000
Cantidad de caras										
Frecuencia relativa										
Frecuencia relativa acumulada										

c) Representa gráficamente la frecuencia relativa y la frecuencia relativa acumu-

lada en función del número de lanzamientos usando el asistente para gráficos de la planilla de cálculo.

d) Tabula nuevamente los resultados obtenidos pero agrupando los lanzamientos de a 50, y de a 200. Representa gráficamente. Prepara una presentación de diapositivas para mostrar a tus compañeros los resultados.

e) En base a lo observado, formula una propiedad referida al comportamiento de la frecuencia relativa a medida que crece el número de lanzamientos.

f) Explica al resto de los grupos los resultados obtenidos.

Respuestas esperadas

Los estudiantes concluirán que la frecuencia relativa se aproxima a la probabilidad del suceso cuando el número de lanzamientos es grande.

Si no se dispone de una computadora con planilla de cálculo, pero sí de una calculadora científica, reemplaza la consigna de los ítems a), b) y c) por la siguiente: Simula 100 veces el lanzamiento de una moneda con la calculadora. La misma sólo cuenta con un generador de números aleatorios uniforme en $[0, 1]$. Entonces, para simular el lanzamiento de una moneda, cada vez que se genera un número aleatorio entre 0 y 1 con la tecla RANDOM, se considera que se obtuvo cara si el número es menor que 0,5 y sello en caso contrario, o recíprocamente. Reúne los datos con los obtenidos por los restantes grupos, tabula y realiza un gráfico con todos los resultados.

Segundo momento: trabajo individual domiciliario.

g) Busca en al menos un texto de Probabilidades y Estadística de nivel superior la Ley de los Grandes Números (forma de Bernoulli) con su demostración. Elabora un escrito.

h) Averigua qué nombre recibe el tipo de convergencia que establece esta ley, y analiza su interpretación.

Tercer momento: trabajo grupal en clase.

i) Considera la sucesión que tiene como término general $f_n(A)$, la frecuencia relativa de ocurrencia de caras hasta el lanzamiento n-ésimo. Compara la convergencia en probabilidad, de la frecuencia relativa a la probabilidad teórica, con la noción de convergencia de sucesiones usada en Análisis Matemático. ¿Qué asegura cada tipo de convergencia? ¿Cuál es la diferencia entre ambas?

Respuestas esperadas

- Se espera que deduzcan que en el límite de una sucesión, una vez prefijado $\epsilon > 0$, a partir de un cierto n natural la distancia entre los términos de la sucesión -las frecuencias relativas en este caso- y el límite -la probabilidad teórica- es menor que ϵ . Sin embargo, la convergencia en probabilidad -dada en la Ley de los Grandes Números- no indica nada acerca del valor de $|f_n(A) - P(A)|$; puede ser mayor, menor o igual que ϵ . Lo que establece esta ley es que la probabilidad de que esta distancia sea menor que ϵ es arbitrariamente próxima a uno.
- Se espera un trabajo autónomo, tanto en la búsqueda bibliográfica como en la interpretación de las definiciones en distintos registros: simbólico, gráfico y coloquial.
- Cabe la posibilidad de que los estudiantes aún no adviertan la diferencia entre ambos tipos de convergencia. Si esto ocurre, se les da la siguiente consigna.

Cuarto momento: trabajo grupal en clase.

j) Considera un ϵ pequeño, por ejemplo, $\epsilon = 0,05$. Para este ϵ , determina el valor de n, dado por la cota de Tchebysheff, considerando $k = 3$.

Nota: se considera este valor de k porque para varias de las variables aleatorias el porcentaje de sus valores que distan menos de tres desvíos estándares de la media es aproximadamente del 100%. Por ejemplo, para la normal el 99,7% de sus valores dista de la media en menos de tres desvíos estándares.

k) Usando la planilla de cálculo, repite 100 veces el procedimiento de simular

el lanzamiento de la moneda n veces, utilizando un valor de n mayor o igual al deducido en el ítem anterior. Cada vez que realices el procedimiento cuenta, usando funciones de la planilla, cuántas veces la distancia entre la frecuencia relativa y la probabilidad de cara es menor que $\epsilon = 0,05$. ¿Coincide lo obtenido en las simulaciones con lo establecido en la convergencia de sucesiones?

l) Explica cuál es la diferencia entre la convergencia de sucesiones y la convergencia en probabilidad.

Respuestas esperadas

Los estudiantes determinarán para $k = 3$, que $n = \frac{k^2}{4\epsilon^2} = 900$. Cuando repiten el procedimiento 100 veces ven que no siempre la frecuencia relativa dista de la probabilidad de cara en menos de $\epsilon = 0,05$. Con estos resultados advierten que la convergencia en probabilidad no asegura que la frecuencia relativa dista menos que ϵ de la probabilidad cuando n es suficientemente grande, sino que con alta probabilidad esto ocurre. Además, pueden ver que el porcentaje de veces que la frecuencia relativa difiere de la probabilidad teórica en menos de ϵ es consistente con la cota inferior para la probabilidad, $1 - \frac{1}{k^2} = \frac{8}{9}$ dada por la desigualdad de Tchebysheff.

Quinto momento: trabajo grupal domiciliario que forma parte de un portafolio de evaluación.

m) Investiga y selecciona en libros de texto del nivel superior problemas relacionados con la Ley de los Grandes Números y realiza adaptaciones de éstos para estudiantes de la educación secundaria. Enuncia los criterios de selección de los problemas.

Resumen

En varias leyes de la probabilidad se observa un comportamiento asintótico, y

se requieren muchas repeticiones de los experimentos para poder deducirlas a partir de la observación de los datos. De esto se deriva la importancia de realizar simulaciones, ya que permiten replicar muchas veces un experimento en poco tiempo, proporcionando una experiencia estocástica que difícilmente se pueda alcanzar con datos de la realidad.

Además, permiten a los estudiantes percibir mejor las características esenciales de la aleatoriedad, tales como las regularidades globales –convergencia de la frecuencia relativa- dentro de la variabilidad individual –diversidad de resultados posibles con carencia de un patrón que permita al sujeto predecir cuál ocurrirá. La comprensión de esta regularidad global es fundamental, pues permite estudiar los fenómenos aleatorios usando la probabilidad.

El objetivo de este ejemplo es comprender la diferencia entre la convergencia en probabilidad y la convergencia usada en el núcleo analítico. A partir de la construcción y análisis de los gráficos propuestos se puede observar no sólo la estabilización de la frecuencia relativa, sino la disminución de la variabilidad a medida que se aumenta el tamaño de muestra, lo que no implica que a partir de algún tamaño de muestra la frecuencia relativa se mantenga en un entorno de radio preestablecido alrededor de la probabilidad teórica, sino que con alta probabilidad esto ocurre, a diferencia de la convergencia vista en el núcleo analítico.

Es necesario aclarar que cuando se realizan simulaciones usando un software o una calculadora, en realidad se obtienen números pseudo aleatorios, por ser generados con algoritmos deterministas. Para propósitos prácticos estos números se pueden considerar como aleatorios. Sin embargo, es posible estudiar su aleatoriedad con independencia del mecanismo que los generó, usando pruebas no paramétricas. No obstante, hay que tener en cuenta la limitación de todo contraste de hipótesis: al tener asociada una probabilidad de error, no podemos tener total seguridad de que una sucesión dada, a pesar de que pase todas las pruebas, no tenga algún tipo de patrón que los contrastes no detectaron y que no sea totalmente aleatoria.

Criterios para reconocer avances en la comprensión de los contenidos

En la siguiente matriz se presentan los criterios que permiten reconocer avances en la comprensión de los contenidos, lo que se espera en términos de aprendizaje matemático al inicio y fin de la formación docente, y al iniciar el trabajo profesional.

Mapa de progreso

versión preliminar

**Lo aleatorio y lo determinístico.
Lo descriptivo y lo inferencial.
La explicación y la predicción**
Descriptor del alcance de la comprensión

Nivel I. Al promediar la formación inicial

Argumenta las características de los fenómenos aleatorios y la probabilidad de que ocurra un suceso discreto.

Utiliza el vocabulario adecuado para describir y cuantificar situaciones relacionadas con el azar.

Construye tablas de frecuencias y gráficas para representar el comportamiento de fenómenos aleatorios.

Obtiene números aleatorios a partir del uso de diversos recursos y técnicas, tales como tablas, calculadoras, simulaciones con elementos concretos (dados, monedas, perinolas) y con software.

Calcula probabilidades asociadas a espacios muestrales discretos finitos.

Nivel I. Al finalizar la formación inicial

Selecciona la definición de probabilidad que más se adapte a las características de cada problema, argumentando la elección realizada.

Calcula probabilidades en espacios discretos, finitos o numerables, seleccionando la técnica de conteo más adecuada para cada caso.

Calcula probabilidades en espacios continuos, usando los conceptos algebraicos, analíticos o geométricos necesarios para asignar una medida al conjunto de los casos favorables y posibles.

Vincula los conceptos de conteo con los de otros núcleos. Por ejemplo: el conteo de casos en la distribución binomial con el Triángulo de Pascal.

Modeliza situaciones reales y de otras disciplinas usando variables aleatorias discretas y continuas.

Argumenta la elección de los axiomas de probabilidad en base al análisis de las propiedades que debe cumplir un sistema formal.

Calcula la ganancia esperada en distintos juegos de azar o problemas de Economía.

Selecciona reglas para que un juego sea equitativo.

Investiga el origen del concepto de probabilidad, comparando los métodos de resolución usados en las prime-

Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional

Formula juegos o experimentaciones que permitan a sus estudiantes explorar las características de los fenómenos aleatorios y el concepto de probabilidad.

Diseña secuencias didácticas para enseñar el concepto de probabilidad y variable aleatoria, las pone en práctica, realizando el análisis a-priori y a-posteriori de las mismas.

Analiza los obstáculos epistemológicos, didácticos y ontogenéticos para la revisión, elaboración, y reformulación de las secuencias didácticas.

Selecciona y adapta problemas intra o extra-matemáticos para la modelización a través de conceptos probabilísticos.

Formula problemas en base a juegos de azar conocidos para que los estudiantes calculen probabilidades de ganar, reconozcan si se tratan de juegos equitativos, o cambien el monto de las apuestas para obtener un juego equitativo.

Propone diversos juegos o problemas, para que los estudiantes resuelvan con los métodos analizados en textos referidos al origen del concepto de probabilidad.

Diseña e implementa actividades donde el estudiante haga predicciones sobre los diferentes resultados de experimentos aleatorios, luego obtenga datos empíricos y finalmente compare las probabilidades experimentales

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Maneja técnicas de recolección de datos.</p> <p>Construye gráficos simples para presentar un resumen de datos de tal manera que muestren las características notables de las variables.</p> <p>Realiza una lectura literal de la información del gráfico.</p> <p>Identifica y aplica los procedimientos que permiten calcular las distintas medidas resúmenes que describen el conjunto de datos y comunican algunas de sus características notables, utilizando los algoritmos tradicionales, la calculadora y la computadora.</p> <p>Realiza una lectura literal de la información del gráfico.</p> <p>Identifica y aplica los procedimientos que permiten calcular las distintas medidas resúmenes que describen el conjunto de datos y comunican algunas de sus caracterís-</p>	<p>ras aplicaciones conocidas, encontrando sus diferencias y similitudes.</p> <p>Experimenta y explora procesos estocásticos a partir de la simulación con computadoras observando los efectos producidos mediante las representaciones gráficas.</p> <p>Reconoce la insuficiencia de la experimentación o la simulación para validar propiedades, y demuestra formalmente las mismas.</p> <p>Analiza paradojas que contradicen la intuición y llevan a cuantificar inadecuadamente la probabilidad de que ocurra un suceso aleatorio, descubriendo y fundamentando el error cometido.</p> <p>Selecciona el gráfico y la medida resumen más adecuados al tipo de variable y datos disponibles.</p> <p>Construye gráficos respetando las convenciones para cada tipo.</p> <p>Interpreta gráficos más allá de una lectura literal, reconociendo variabilidad, asimetrías y tendencias.</p> <p>Usa los datos de manera exploratoria, para formular conjeturas que pueden ser contrastadas recolectando y analizando otros datos.</p> <p>Usa las nuevas tecnologías como instrumento de cálculo y representación gráfica, para analizar datos.</p> <p>Recoge, organiza, depura, almacena, representa y analiza sistemas de datos de complejidad accesible, identificando</p>	<p>con sus predicciones.</p> <p>Gestiona situaciones de enseñanza a partir del rol de mediador; promoviendo situaciones de aprendizaje que involucren distintos momentos (de argumentación, validación, debate colectivo, puesta en común, devolución).</p> <p>Diseñan actividades para que sus alumnos tomen conciencia de las heurísticas que ponen en juego al resolver problemas probabilísticos. Estas reducen la complejidad de un problema probabilístico, suprimiendo parte de la información, ayudando en algunos casos a obtener una solución aproximada al problema, pero que en otros casos producen sesgos en las conclusiones obtenidas y las decisiones tomadas. Por ejemplo: la falacia del jugador.</p> <p>Diseña y pone en práctica secuencias didácticas para enseñar los conceptos de Estadística Descriptiva, las pone en práctica, realizando el análisis a-priori y a-posteriori de las mismas.</p> <p>Formula actividades referidas a la forma óptima de presentar y resumir los datos a partir de información de los medios de comunicación, de libros de otras áreas o de páginas web de organismos públicos.</p> <p>Asesora a equipos de estudiantes o profesores de otras áreas, del nivel secundario, en la selección de los gráficos y las medidas que mejor resumen los resultados de sus investigaciones.</p> <p>Diseña actividades que permitan a sus estudiantes reali-</p>

Nivel I. Alpromediar la formación inicial	Nivel I. Al finalizar la formación inicial	Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional
<p>tics notables, utilizando los algoritmos tradicionales, la calculadora y la computadora.</p> <p>Distingue situaciones de causalidad y de asociación sin causalidad.</p>	<p>la población, las unidades de análisis, las variables y las categorías de las mismas.</p> <p>Identifica el tipo de estudio estadístico, las hipótesis y las técnicas más adecuadas al caso estudiado.</p> <p>Estima parámetros de poblaciones a partir de una muestra, usando diversos métodos de estimación, e identificando las ventajas, desventajas y los supuestos necesarios para el uso de cada uno.</p> <p>Identifica las propiedades de cada estimador puntual, seleccionando el mejor en base a criterios estadísticos.</p> <p>Conjetura a partir de simulaciones propiedades tales como: Teorema Central del Límite, distribución muestral de la varianza, interpretación del nivel de confianza de un intervalo.</p> <p>Identifica las hipótesis que se deben contrastar y lleva a cabo el procedimiento correcto para seleccionar una de ellas.</p> <p>Detecta falacias en la formulación de afirmaciones que utilizan el lenguaje estadístico.</p> <p>Realiza un proyecto de análisis de datos y lo lleva a cabo siguiendo los pasos de una investigación.</p> <p>Analiza libros de textos, materiales curriculares, evaluaciones, registros de clases, producciones de los estudiantes, teniendo en cuenta guías elaboradas para tal fin.</p> <p>Identifica si los datos obtenidos en alguna experiencia, encuesta u organismos públicos presentan una relación</p>	<p>zar pequeñas investigaciones, donde se puedan estimar o comparar medias de dos poblaciones, por ejemplo: si el rendimiento en Matemática es distinto en los estudiantes que hacen y no hacen la tarea.</p> <p>Elabora e implementa proyectos de investigación para sus estudiantes.</p> <p>Transfiere algunos resultados obtenidos en investigaciones educativas a la práctica docente.</p> <p>Analiza los obstáculos epistemológicos, didácticos y ontogenéticos para la revisión, elaboración, y reformulación de las secuencias didácticas.</p> <p>Elabora problemas vinculados a lo estadístico y lo probabilístico teniendo en cuenta la edad de los estudiantes, el tipo de procedimientos que se requiere para su resolución, el nivel de complejidad de la situación propuesta, las formas de argumentación y/o validación de la solución, teniendo control sobre el proceso de resolución, los marcos de abordaje, el número de soluciones, etcétera.</p> <p>Diseña instrumentos de evaluación para ser usados en distintos momentos del proceso formativo de los estudiantes.</p> <p>Organiza experiencias docentes para un abordaje de lo estadístico y lo probabilístico con distintas finalidades: talleres, seminarios, ateneos, etcétera.</p> <p>Diseña material didáctico con distintos formatos (impresos, videos, presentación de diapositivas, blog) para el desarrollo de sus clases, para una ponencia, etcétera.</p> <p>Formula ejemplos o pequeñas investigaciones que permitan a los estudiantes ver que asociación no siempre</p>

<p>Nivel I. Alpromediar la formación inicial</p>	<p>Nivel I. Al finalizar la formación inicial</p>	<p>Nivel III. En los primeros años del desempeño profesional</p>
<p>Conjetura intuitivamente a partir de datos o gráficos qué variables influyen en el comportamiento de otras.</p> <p>Realiza inferencias intuitivas acerca del comportamiento de dos variables. Por ejemplo: cuando aumenta la independiente también aumenta la dependiente, pero sin precisiones numéricas.</p>	<p>lineal. En caso afirmativo, la estima, contrasta su significatividad y estudia los residuos para analizar la validez de los supuestos realizados. En caso negativo, estudia la posible incidencia de otras variables, o propone otros modelos.</p> <p>Predice valores de una variable, en función de los valores de otra/s, reconociendo y fundamentando el rango de validez en el que se puede realizar las predicciones.</p> <p>Interpreta el significado de los coeficientes de la regresión y contrasta su significatividad.</p> <p>Selecciona la/s variable/s que mejor explican a otra, argumentando la elección con criterios estadísticos.</p> <p>Analiza secuencias didácticas, identificando los supuestos en los que se basa, los problemas que resuelve cada contenido, la adaptación de los contenidos para su enseñanza, los obstáculos que intentan superar.</p> <p>Realiza un proyecto de investigación que involucre una relación de tipo estadístico entre variables y lo lleva a cabo siguiendo los pasos de una investigación.</p>	<p>significa causalidad.</p> <p>Confecciona secuencias didácticas para que sus estudiantes generen datos donde se presenten fuertes, moderados o débiles asociaciones entre las variables usando una planilla de cálculo, con el fin de que puedan comprender la correlación. Analiza los resultados de su práctica profesional usando métodos estadísticos. Por ejemplo, si el rendimiento de sus estudiantes está vinculado con el rendimiento en otras áreas afines, con la participación en olimpiadas, con la cantidad de horas de estudio semanales, o con alguna actividad extracurricular que realizan.</p> <p>Diseña actividades de investigación simples para sus estudiantes. Por ejemplo: si el rendimiento en ciertas actividades de educación física está relacionado con el peso, la masa corporal o la estatura.</p>

Versión preliminar

Referencias bibliográficas

DE GUZMÁN, M. (2007): "Enseñanza de las Ciencias y la Matemática" en Revista iberoamericana de educación, Número 43, pp. 19-58.

PUIG, L., CALDERÓ, J. (eds.) (1996): Investigación y didáctica de las matemáticas, Madrid, Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica, pp. 67-85.

Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, Secretaría de Educación y Cultura, Dirección General de Planeamiento, Dirección de Curriculum (1998): Matemática. Documento de trabajo N°5. La enseñanza de la geometría en el segundo ciclo. Actualización curricular.

COLACELLI, S., GARCÍA, P., GARCÍA, A. M. y ZORZOLI, G. (1997): "Propuesta didáctica: ¿dónde está el punto perdido? Lápiz y papel. EGB 3° Ciclo", en Lugares geométricos Matemática 2.

COLOMBANO, V. y Rodríguez, M. (2009): "Una propuesta para atender la persistencia del modelo dinámico-práctico luego de la enseñanza de límite funcional" en Memorias del 10° Simposio de Educación Matemática, formato CD.

PIAGET, J. y GARCÍA, R. (1984): Psicogénesis e Historia de la Ciencia, Madrid, Siglo XXI.

NEWMAN, J (1997): El mundo de las matemáticas, Tomo 4, Barcelona, Grijalbo.

CHEVALLARD, Y.; BOSCH M.; GASCÓN J. (1997): Estudiar matemáticas. El eslabón perdido entre enseñanza y aprendizaje, Barcelona, Horsori.

ZON, N. (2004): "Un análisis pormenorizado de esta tarea para el nivel secundario", Tesis de Maestría en Didáctica de la Matemática perteneciente, UNRC.

versión preliminar

Química

- Mónica Blanco (Instituto Superior de Formación Docente “Antonio Ruiz de Montoya”, Misiones),
- Rubén Dominguez (Instituto de Formación Docente N°4, Misiones).
- Alicia Hojberg (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste)
- Liliana Lacolla (Instituto Superior de Formación Docente N° 174, Villa Ballester),
- Sandra Leschiutta (Instituto Nacional Superior del Profesorado “Joaquín V. González”, CABA))
- Adriana Liserra (Instituto Nacional Superior del Profesorado “Joaquín V. González”, CABA)
- Teresa Quintero (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto)
- María Eva Woll (IPES, Santa Cruz)
- Cristina Zamorano (Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, Universidad Nacional de Cuyo)
- Lilian Zigaretti (Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Río Cuarto)

- Coordinación: Liliana Olazar (Instituto Nacional Superior del Profesorado “Joaquín V. González”, CABA)

Versión preliminar

Sumario

Introducción	183
Núcleo I: Estructura de la materia	186
Fundamentación	186
Metas a alcanzar	187
Experiencias de aprendizaje propuestas	188
Mapa de progreso	189
Núcleo 2: Las transformaciones de la materia y la energía	191
Fundamentación	191
Metas a alcanzar	193
Experiencias de aprendizaje propuestas	193
Mapa de progreso	195
Núcleo 3: Producción del conocimiento químico	197
Fundamentación	197
Las metas de aprendizaje	199
Experiencias de aprendizaje propuestas	200
Mapa de progreso	202
Núcleo 4: Química en contexto	206
Fundamentación	206
Metas a alcanzar	207
Experiencias de aprendizaje propuestas	208
Mapa de progreso	209

Versión preliminar

Introducción

La enseñanza de las ciencias presenta nuevos desafíos en este siglo. La búsqueda de mayores niveles de cobertura y la redefinición de la equidad y de la calidad en el marco del derecho a la educación y la construcción de la ciudadanía genera desajustes con respecto a la enseñanza tradicional y la formación de los docentes que llevan a cabo dicha enseñanza.

Las investigaciones señalan que las dificultades que se presentan al momento de aprender y enseñar disciplinas científicas como la química, se extienden en todo el mundo. Pero, de manera simultánea, se reconoce la importancia de generar espacios de aprendizaje para garantizar la alfabetización científica de los futuros ciudadanos como así también generar las bases para aquellos que prosigan estudios superiores.

Los estudiantes de profesorado requieren de una sólida formación que les permita adecuarse a los requerimientos de esta sociedad. En el país se perciben deficiencias en la formación de los profesores de química aun en aquellos establecimientos con diseños curriculares que intentan dar respuesta a la problemática de enseñar esta ciencia en la escuela secundaria para una extensa población.

Algunas de las hipótesis formuladas acerca del bajo interés de los estudiantes de escuela media por esta disciplina se vinculan con el hecho de que los contenidos de química se presentan en las aulas frecuentemente descontextualizados de las evidencias experimentales, de su génesis histórica y de sus aplicaciones en la vida diaria. Los profesores reproducen la forma en que ellos aprendieron, lo que significa que si no se propone una discusión centrada en las experiencias que deben transitar para aprender química y para enseñarla no serán suficientes los cambios en los diseños curriculares de los profesorado.

La enseñanza química en la escuela media ofrece contenidos que se encuentran muy alejados de los intereses de los alumnos y de los problemas que intentan resolver los profesionales de ésta área del conocimiento en la actualidad y de los métodos que ellos utilizan. En general, durante su enseñanza, no se contempla el carácter humanístico de la química ni sus implicaciones sociales y se tienen

poco en cuenta las interrelaciones con otras disciplinas como la biología, la física, la matemática o las ciencias de la tierra. Se emplean estrategias didácticas que favorecen poco la participación del alumno. Se dedica poco tiempo a la realización e interpretación de experiencias, a la planificación y realización de investigaciones, lo que conduce a no desarrollar en los alumnos habilidades tales como: observar, interpretar, argumentar, sacar conclusiones, redactar un informe, presentar un trabajo oralmente, participar en un debate, etcétera. Pocas veces se relaciona la química con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y durante la evaluación, la mayoría de las veces, la actividad se centra en describir hechos o conceptos o en la resolución de ejercicios numéricos repetitivos. Estas prácticas son las que el estudiante al recibirse replica con sus alumnos.

En el marco algunas investigaciones realizadas tanto en el país como en otros lugares surgen preguntas para pensar la formación docente desde un lugar diferente. A partir de estas cuestiones se inicia la búsqueda de respuestas tendientes a desplazar el eje de la discusión desde el lugar de los “contenidos” y la elaboración de un listado lo más extensivo y completo de los mismos, para iniciar el camino hacia la indagación por aquellas experiencias que permitirían al futuro profesor comprender en profundidad su disciplina para poder enseñarla.

En el caso de la química, si la discusión se centrara en una larga nómina de contenidos, seguramente no se avanzaría demasiado, ya que en los últimos veinte años los avances científicos disciplinares han sido de tal número y envergadura y los cambios tecnológicos tan significativos que es muy difícil imaginar un diseño que contenga listados exhaustivos que siempre resultarán inacabados. La química ha avanzado en su desarrollo hacia territorios frontera, donde los objetos no son propios o exclusivos de esta disciplina sino que resultan del trabajo colaborativo con otras ciencias.

Por ello ante la convocatoria de este programa, los integrantes de este equipo de trabajo han tratado de hacer un aporte que se espera tenga la virtud de invitar al inicio de la discusión acerca de las experiencias que se tendrán que

generar en los profesorados para garantizar una formación inicial de calidad de los futuros profesores.

Se cambia entonces el eje de la discusión llevándolo hacia el aprendizaje de los alumnos y las condiciones que deben generarse para que puedan aprender de diferentes maneras atravesando las más variadas experiencias.

Para poder definir los núcleos que estructuran los contenidos que un futuro docente tiene que comprender profundamente de la disciplina fueron necesarios algunos acuerdos vinculados con algunas preguntas tales como:

- ¿Qué significa comprender Química hoy?
- ¿Cuáles son sus objetos de estudio?
- ¿Cómo se articulan en esta formación los metacontenidos vinculados con la enseñanza de la disciplina?
- ¿Qué lugar ocupan las didácticas específicas?
- ¿Qué distancia existe entre los objetos de estudio de la Química y los contenidos propios de la química escolar en los diferentes niveles?
- ¿Cuál es el rol de la experimentación en la ciencia y en la enseñanza de la ciencia?
- ¿Cómo se construye la práctica profesional?

Algunos de los acuerdos a los que se ha llegado en el seno de este grupo de trabajo han sido los siguientes.

- La química en tanto ciencia es un producto cultural y social.
- La química implica la búsqueda de soluciones a situaciones problemáticas que influyen de manera sustantiva en la vida del hombre y en el ambiente.
- El rol del experimento en una ciencia concebida desde sus orígenes como una ciencia experimental adquiere una nueva dimensión a la luz de las didácticas específicas.
- Los químicos necesitan de modelos, analogías y metáforas para comprender el recorte del mundo a estudiar
- Uno de los puntos centrales que hacen a la complejidad de la enseñanza

de la química es la conjunción de tres niveles superpuestos de representación que los químicos transitan casi sin discriminar: el macroscópico, el submicro y el simbólico (Gabel, 1999; Johnstone, 1993).

- El lenguaje simbólico propio de la disciplina tiene una función representacional, comunicativa e instrumental.

Estos acuerdos permiten proponer que cualquier proceso de formación de docentes en Química tiene sentido si los estudiantes transitan un conjunto de experiencias que ofrecen situaciones y problemáticas a las cuales ellos tienen que dar respuesta. En este sentido es que se trabajó para abrir la discusión acerca de cuáles son las competencias que debería acreditar un profesor novel al cabo de su formación inicial.

Un profesor novel debería estar en condiciones de resolver las siguientes cuestiones.

- ¿Qué contenidos se eligen para enseñar en un determinado curso?
- ¿Cuáles son las situaciones problemáticas que se pueden proponer para enseñar dichos contenidos?
- ¿Cuáles son las animaciones que se aproximan al modelo propuesto?
- ¿Cómo se enseña a argumentar y dar razones?
- ¿Cómo se explicitan los niveles representacionales para un dado problema?
- ¿Cuáles son contenidos estructurantes de esta disciplina?
- ¿Cómo se vincula la química con otras ciencias?
- ¿Cómo se articulan los contenidos disciplinares con las interacciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente?

Estas cuestiones, que no son las únicas ni las últimas, ponen en evidencia que los aprendizajes a lo largo de la formación docente inicial deben ofrecer un sólido basamento para el profesional pueda dar respuestas superando el espontaneísmo ingenuo docente.

Sobre esta base se propone que el estudiante de profesorado en Química debe ser capaz de aprender a preguntar, cuestionar, generar problemas y respuestas

provisorias, revisar los objetos químicos a la luz de los marcos teóricos vigentes en un momento de la historia por ejemplo. Estos procesos reflexivos son los caminos que deberán recorrer en su formación.

Por esto y para alcanzar una formación docente de calidad, en este documento se acerca un modesto aporte que permita comenzar a:

- Discutir los contenidos actuales de la química, evaluando su relevancia en función de las finalidades de la educación que se espera.
- Contextualizar los contenidos de química en relación a aspectos de la vida cotidiana, necesidades sociales tales como alimentación, vestimenta, salud, higiene, cosmética, recursos energéticos, entre otros sin olvidarnos de los temas medioambientales.
- Introducir los conceptos y los modelos químicos de forma progresiva, teniendo en cuenta la relación existente entre los problemas teóricos que dan lugar a su elaboración y las evidencias experimentales.
- Adoptar nuevas estrategias de enseñanza que tengan en cuenta las dificultades de aprendizaje de los estudiantes sus motivaciones y expectativas académicas y profesionales.
- Actualizar o ajustar el enfoque con que se realiza el trabajo experimental, de modo que se permita no solo la reproducción de la experiencia en sí sino que además contemple la observación e interpretación de fenómenos, promoviendo el aprendizaje de los procedimientos de investigación y planificándolo como un instrumento imprescindible en la elaboración de los modelos químicos.
- Incorporar, en la formación docente, el uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación.
- Enseñar estrategias de evaluación que le permitan a los futuros profesores, evaluar a sus alumnos, de modo tal que la evaluación actúe como reguladora de los aprendizajes y que cumpla una función formativa.

Para dar posibles respuestas a estas cuestiones, en este documento se presenta:

- un conjunto de **esquemas conceptuales** que vertebran la comprensión de la Química para la formación docente inicial que se organizan en cuatro núcleos;

- el enunciado de **metas de aprendizaje** que establecen el alcance y profundidad en el abordaje de los esquemas conceptuales presentados;
- una propuesta de **experiencias de aprendizaje** que se proponen a los estudiantes de profesorado para el logro de tales metas;
- matrices que explicitan criterios de evaluación y sus descriptores que permiten identificar **mapas de progreso** del aprendizaje de los estudiantes.

En este marco se han considerado como imprescindibles los siguientes núcleos que involucran aquellos contenidos que los futuros profesores deben comprender en su formación inicial para poder enseñar Química:

- Estructura de la materia
- Transformaciones de la materia y energía
- Química en contexto
- Producción del conocimiento científico



Núcleo 1: Estructura de la materia

Fundamentación

Enseñar Química es una tarea compleja, porque como se indicó en la introducción de este documento, se trabaja de manera simultánea en tres niveles representacionales: el macroscópico, el submicroscópico y el simbólico.

Quienes van trabajar enseñando esta ciencia, asiduamente deben explicitar estos saltos entre los distintos niveles, para evitar dificultades e interpretaciones erróneas al momento del aprendizaje. Construir modelos que permitan explicar las propiedades de entidades submicroscópicas, realizar predicciones acerca de las conformaciones espaciales y encontrar diferentes formas de representarlas, es una tarea que requiere de una profunda comprensión de la naturaleza de las partículas involucradas.

A esto se le suma otra dificultad que radica en la polisemia de muchos de los términos más utilizados por los químicos y que en el lenguaje cotidiano, tienen otro significado o se utilizan como sinónimos (por ejemplo, elemento, sustancia, síntesis, etcétera). Muchos de estos términos encierran conceptos que para la química son estructurantes y cuyo significado es muy específico.

En este núcleo se propone agrupar aquellos esquemas conceptuales vinculados con el estudio de las propiedades de la materia y su relación con las partículas constituyentes. El abordaje de estas temáticas requiere un permanente salto entre un nivel y otro de descripción, algo que por lo general se realiza sin explicitación pero que debería constituirse en un aspecto esencial del proceso metacognitivo y que debería ser propuesto como otro objeto de estudio en nuestra práctica cotidiana.

Se incluyen también numerosas teorías y modelos que el futuro profesor deberá comprender y a los que deberá recurrir para explicar el ordenamiento de los elementos en la Tabla Periódica, las uniones químicas y su naturaleza, las propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de sustancias, entre otros ejemplos.

Para comenzar a transitar éste núcleo es necesario un primer acercamiento a la concepción de modelo. Probablemente sea aquí donde el futuro profesor hará su primera aproximación a los modelos científicos y escolares como una herramienta para tratar de explicar el mundo, lo que va mucho más allá que el mero aprendizaje de los variados modelos de los que se ha valido el hombre a lo largo de la historia de la concepción de la estructura de la materia.

Explicar las propiedades de la materia requiere que los materiales sean concebidos a la luz del modelo cinético corpuscular. Esto significa que las propiedades que son observadas en el nivel macroscópico de la vida cotidiana, demandan hipótesis que las justifiquen en base a presunciones de nivel submicroscópico. Por ejemplo, el hecho de que un gas pueda ser comprimido sólo se explica entendiendo que las partículas que lo constituyen ocupan apenas una porción del volumen del recipiente, y el resto es espacio vacío.

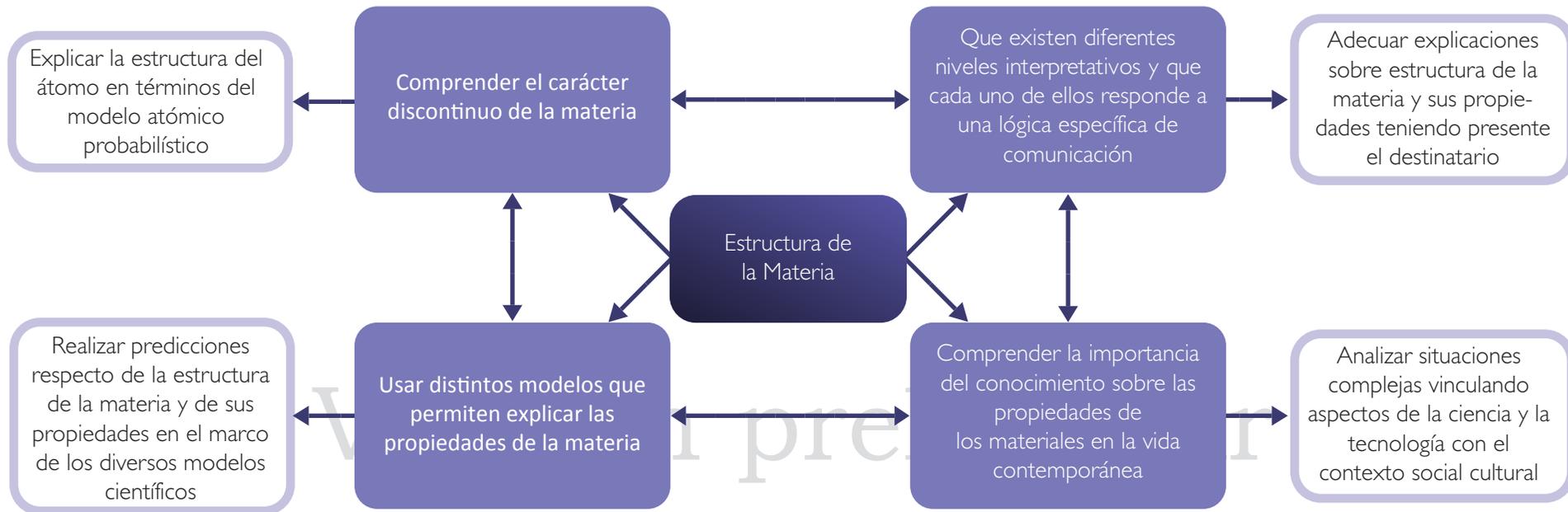
Por otro lado, el estudio de los sucesivos modelos atómicos que han pretendido explicar la constitución del átomo y sus respectivas limitaciones, muestran la manera en que se han ido planteando cuestiones fundamentales que han posibilitado la aparición de nuevos modelos y teorías a lo largo del tiempo.

Así, Los átomos, las partículas subatómicas, las moléculas, los iones, sus estructuras, sus propiedades, sus transformaciones, las formas en que se agregan para dar lugar a otras estructuras y la manera en las que se representan, son parte central de este núcleo.

Otro de los grandes esquemas incluidos en este núcleo es el referido a las relaciones entre la estructura y las propiedades de las sustancias. La comprensión de estos aspectos permite interpretar, entre otros, la práctica de la química contemporánea, es decir, cómo se proyectan síntesis de nuevos compuestos y materiales, cómo se explican y predicen las propiedades de diferentes sustancias en función de sus constituyentes, cómo se investiga la estructura de distintas sustancias naturales, por ejemplo.

El tercer aspecto que se incluye en este núcleo es el vinculado con las clasificaciones: de materiales, de partículas, de elementos, de sustancias, de propiedades, etcétera. Se proponen aquí el tratamiento de las discusiones relativas a por qué

es necesario clasificar; cuáles son los criterios empleados y cuáles son las ventajas, desventajas y limitaciones que presentan dichos criterios.



Metas a alcanzar

Para dar respuesta a la pregunta ¿qué es lo que el futuro profesor debe comprender de la disciplina para poder enseñarla?, en lo referido a éste núcleo de contenidos se propone que, durante la formación inicial el futuro profesor comprenda:

- La relación que existe entre las propiedades macroscópicas y las partículas que constituyen la materia sobre la base de diferentes modelos y que la materia es discontinua.
- Que la materia es un complejo sistema de partículas en continua interacción.
- La realidad a partir de modelos que contribuyen a interpretar la natu-

raleza de la materia y sus propiedades.

- La relación y los alcances de los distintos niveles de representación de la materia.
- El papel que juegan los modelos atómicos, basados en hechos experimentales y modificables o sustituibles cuando se observan hechos que no explican.
- Que pueden usarse distintos modelos que permiten explicar las propiedades de la materia.
- Que se pueden construir diferentes representaciones para dar cuenta de diferentes propiedades de los materiales.

- Como llevar adelante el diseño, puesta en marcha y análisis de resultados de distintos tipos de trabajo prácticos en función de los propósitos a alcanzar.
- La importancia del conocimiento sobre las propiedades de los materiales en la vida contemporánea
- las relaciones e interacciones de la Química con la Tecnología y la Sociedad.
- Que existen diferentes niveles interpretativos y que cada uno de ellos responde a una lógica específica de comunicación
- La importancia del uso del lenguaje simbólico químico como forma de comunicación.

Experiencias de aprendizaje propuestas

Ante la propuesta de pensar la formación en términos de aquello que un futuro profesor debe ser capaz de realizar al terminar su formación inicial y para res-ponder preguntas tales como:

- ¿Qué pueden hacer los estudiantes para desarrollar y demostrar su comprensión sobre la producción del conocimiento químico?
- ¿Cómo puede saberse que los estudiantes están construyendo comprensión acerca de la producción del conocimiento químico?

Algunas de las experiencias sugeridas son:

- Buscar y seleccionar información acerca de la estructura de la materia en distintas fuentes.
- Caracterizar y representar la estructura y estados de la materia mediante diferentes modelos.
- Realizar predicciones respecto de la estructura de la materia y sus propiedades en el marco del modelo considerado.
- Analizar e interpretar información sobre propiedades de materiales y establecer relaciones con su estructura.
- Interpretar los distintos modelos atómicos (Thompson, Rutherford, Bohr,

actual).

- Explicar la estructura del átomo en función de diferentes modelos de acuerdo con los aspectos a enseñar.
- Identificar los principales aspectos que han permitido la clasificación de los elementos y reconocer que la ciencia es un conjunto estructurado de conocimientos en continua evolución.
- Elaborar criterios de clasificación de los materiales en función de sus propiedades.
- Explicar el concepto de periodicidad de los elementos en la tabla periódica, relacionándolo con la configuración electrónica.
- Relacionar las propiedades de las familias de compuestos con sus características estructurales.
- Distinguir compuestos orgánicos naturales y sintéticos de importancia para los seres vivos basándose en sus grupos funcionales.
- Explicar las propiedades de compuestos orgánicos en función de su estructura tridimensional.
- Explicar las diferentes concepciones de la materia y como se construyeron las mismas a lo largo de la historia del conocimiento químico, físico y biológico.
- Reformular modelos para explicar diferentes propiedades de los materiales para transformar el saber científico en un saber posible de ser enseñado.
- Realizar predicciones respecto de la estructura de la materia y de sus propiedades en el marco de los diversos modelos científicos.
- Diseñar y construir modelos analógicos que faciliten la enseñanza enfatizando sus alcances y limitaciones
- Diseñar experiencias de laboratorio que permitan clasificar a los materiales en función de su estructura y propiedades
- Utilizar distintas técnicas analíticas e instrumentos y equipamiento habituales en los laboratorios de investigación y analizar e interpretar los datos obtenidos del trabajo experimental.

- Analizar situaciones complejas vinculando aspectos de la ciencia y la tecnología con el contexto socio cultural.
- Explicar las propiedades de los materiales recurriendo a las interacciones entre las partículas que los constituyen y/o a sus características químicas.
- Recurrir a modelos y/o analogías para explicar la estructura y propiedades de la materia a la luz de los conocimientos históricamente contextualizados
- Analizar los cambios que experimentaron los modelos, respecto de la estructura de la materia, a lo largo del tiempo.
- Utilizar y relacionar las reglas de nomenclatura con la composición de las sustancias.
- Construir y utilizar diferentes analogías para favorecer la comprensión de la estructura y propiedades de la materia.
- Seleccionar y discernir la confiabilidad de distintas fuentes de información.
- Relacionar los nombres comunes o vulgares de las sustancias usadas en la vida cotidiana con la nomenclatura química.
- Utilizar diferentes tipos de representaciones (gráficos, esquemas, maquetas, etcétera) para explicar la estructura de la materia y sus propiedades.
- Utilizar diferentes medios para la comunicación de la información.
- Adecuar explicaciones sobre estructura de la materia y sus propiedades

teniendo presente el destinatario.

- Elaborar informes acerca de las actividades realizadas.
- Valorar la coherencia entre estructuras y lenguaje químico.

Mapa de progreso

Tal como se indicó en la introducción los mapas de progreso establecen una relación entre currículum y evaluación, orientando lo que es importante evaluar y entregando criterios comunes para observar y describir cualitativamente el aprendizaje logrado; son un modelo para describir la evolución de los aprendizajes.

En este núcleo se espera que los futuros profesores desplieguen sus competencias de razonamiento y saber hacer, íntimamente conectadas a los contenidos químicos propios vinculados con los contenidos, con el qué se debe comprender, cómo se construye este conocimiento, cuál es la importancia de lo que se aprende y cómo se comunica el conocimiento.

Las metas elegidas no son las únicas ni las últimas, se han elegido las que permiten establecer relaciones entre las propiedades de los materiales y su estructura, la articulación entre el trabajo experimental y los modelos propuestos a nivel submicroscópico.

Metas		Estructura de la materia Descriptor del alcance de la comprensión	
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
Que la materia es un complejo sistema de partículas en continua interacción y la relación entre las propiedades macroscópicas y las partículas constituyentes.	<p>Caracteriza y representa la estructura y estados de la materia mediante diferentes modelos fisicoquímicos.</p> <p>Conoce algunos modelos atómicos (Thompson, Rutherford, Bord, actual).</p>	<p>Elabora criterios de clasificación de los materiales en función de sus propiedades, estructura, niveles de organización de los seres vivos, entre otros.</p> <p>Explica las interacciones entre las partícu-</p>	<p>Establece correlaciones entre propiedades a escala atómico-molecular y propiedades físicas macroscópicas de las sustancias.</p> <p>Relaciona las propiedades físicas de los</p>

Metas	Descriptores del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Como llevar adelante el diseño puesta en marcha y análisis de resultados de distintos tipos de trabajos prácticos relativos a estructura y propiedades de los materiales.</p>	<p>Explica la función que desempeñan los electrones en la naturaleza eléctrica de la materia.</p> <p>Explica el concepto de periodicidad de los elementos en la tabla periódica, basándose en la configuración electrónica.</p> <p>Describe compuestos y soluciones con sus respectivas concentraciones relacionadas con necesidades humanas y/o problemáticas ambientales.</p> <p>Relaciona la electronegatividad y la energía de ionización con la formación de enlaces y la polaridad de los enlaces</p> <p>Busca y selecciona información acerca de la estructura de la materia en distintas fuentes</p>	<p>las constituyentes y propiedades en diversos materiales.</p> <p>Relaciona las propiedades de las familias de compuestos con sus características estructurales.</p> <p>Distingue compuestos orgánicos naturales y sintéticos de importancia para los seres vivos basándose en sus grupos funcionales.</p> <p>Explica las diferencias estructurales de compuestos orgánicos a partir del uso de modelos estereoquímicos.</p> <p>Explica las diferentes concepciones de la materia y como se construyeron las mismas a lo largo de la historia del conocimiento químico, físico y biológico.</p> <p>Expresa la relación entre ordenación periódica y la estructura de la materia.</p> <p>Relaciona las líneas espectrales con las transiciones de los electrones entre niveles de energía.</p> <p>Explica la formación y la polaridad de los enlaces en función de la electronegatividad y la energía de ionización.</p> <p>Realiza predicciones respecto de la estructura de la materia y de sus propiedades en el marco de los diversos modelos científicos.</p>	<p>materiales con su estructura microscópica.</p> <p>Propone diferentes situaciones problemáticas asociadas a las propiedades de algunas sustancias para cuya resolución es necesario el diseño de actividades experimentales.</p> <p>Selecciona y retraduce los mensajes producidos por divulgadores científicos de reconocida solvencia sobre estructura y propiedades de los materiales.</p> <p>Selecciona contenidos científicos y técnicos que contribuyan a interpretar más acabadamente el mundo de la ciencia actual o mejorar la calidad de vida.</p> <p>Reduce la brecha entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar a partir de una sólida formación.</p> <p>Reformula modelos para explicar diferentes propiedades de los materiales para transformar el saber científico en un saber posible de ser enseñado.</p>

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
	<p>Analiza e interpreta información sobre propiedades de materiales y establece relaciones con su estructura.</p> <p>Analiza e interpreta de manera coherente los datos y los resultados obtenidos del trabajo experimental.</p> <p>Realiza experiencias de laboratorio que permiten clasificar a los materiales en función de su estructura y propiedades.</p>	<p>Diseña experiencias de laboratorio que permiten clasificar a los materiales en función de su estructura y propiedades</p> <p>Utiliza distintas técnicas analíticas, instrumentales y equipamientos habituales en los laboratorios de investigación.</p>	<p>Diseña y construye modelos analógicos que faciliten la enseñanza enfatizando sus alcances y limitaciones.</p> <p>Propone la realización de trabajos prácticos como pequeñas investigaciones acompañando y guiado a sus alumnos en un acercamiento a la metodologías de investigación científica.</p>

Versión preliminar

Núcleo 2: Las transformaciones de la materia y la energía

Fundamentación

La comprensión de la Química depende del aprendizaje de las transformaciones que sufren los materiales, los cálculos que permiten predecir cantidades de reactivos, productos y energía y el manejo de símbolos, ecuaciones y representaciones acordes.

Se incluye en este apartado todo aquello que se relaciona con los cambios que se producen en la materia, tanto a nivel macroscópico como a nivel submicroscópico, los cálculos asociados con estas transformaciones, como así también la notación simbólica que surge del lenguaje químico.

Se ha pensado en no hacer expresa referencia a materias en particular para no caer en lugares ya transitados, sin importar si la reacción a analizar es una esterificación o una óxido reducción, las cuales podrían aprenderse en Química Orgánica, en Química Industrial, en Química General, en Físico Química, en Química analítica, etcétera. También se han considerado los principios de la reactividad: la relación entre la transferencia de energía y las reacciones químicas, la direccionalidad de las mismas y su cinética.

Los requerimientos energéticos de las transformaciones químicas deberían ocupar un lugar destacado en este espacio, como así también su vinculación con los combustibles (tradicionales y alternativos) y las formas de generar electricidad. Considerando, además, aquellas experiencias vinculadas con el trabajo

experimental, con las simulaciones y las TICs, la resolución de problemas vinculados con la fabricación de nuevos materiales y de los tradicionales.

Este núcleo ofrece un marco para profundizar la comprensión de los estudiantes del profesorado y orientar su futuro trabajo. Está dirigido al desarrollo de la capacidad de análisis y a la importancia de la toma de posición frente a situaciones problemáticas del contexto, asociando las transformaciones de la materia y la energía, con su aplicación en las decisiones que tiendan a mejorar la calidad del aprendizaje, la enseñanza, y por ende, la alfabetización científica de la población

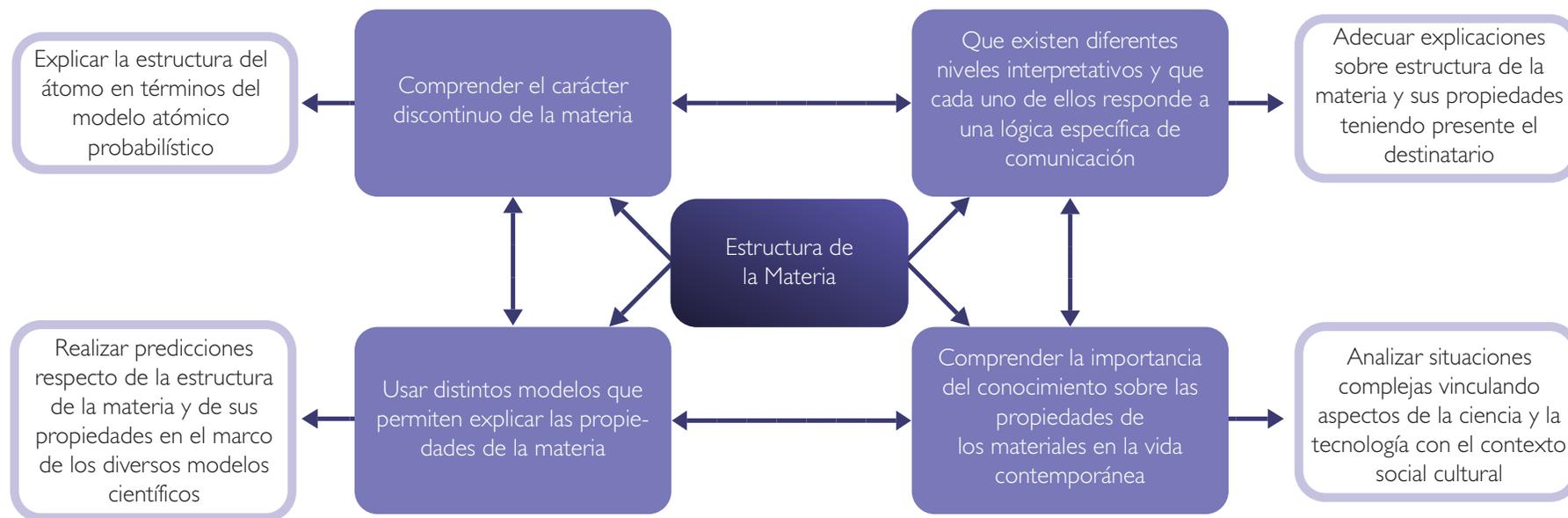
La noción de cambio es inherente a la vida y al entorno, todos los aspectos de la misma están atravesados por diferentes transformaciones: la fotosíntesis, la respiración celular, los procesos metabólicos, los procesos industriales, las reacciones nucleares, son sólo algunos ejemplos de distintos tipos de transformaciones, cuyo tratamiento debe ser parte de la formación docente en el nuevo siglo.

Los procesos de cambios permanentes de la estructura de la materia tienen como base transformaciones químicas o nucleares, asociadas a variaciones de la energía. La determinación de la cantidad de energía puesta en juego en una

transformación o la explicación de su carácter espontáneo o no, constituyen algunas de las cuestiones requeridas en la interpretación de las mismas para comprender su incidencia en la vida y en el ambiente.

En el siglo en el que la educación debe afrontar nuevos desafíos, como aprender a aprender y aprender a vivir juntos (Tedesco, J.C., 2003.), el docente debe priorizar en su tarea el logro de un proceso de aprendizaje en el que los postulados mencionados, referidos al aspecto cognitivo y al establecimiento de un nuevo orden social, sean los que regulen el proceso de enseñanza. El tratamiento de los contenidos de cualquiera de las disciplinas científicas en el aula debería considerar a la ciencia como un lenguaje producto de la acción humana, y como todo desarrollo humano debe comprender el desarrollo conjunto de las autonomías individuales, de las participaciones comunitarias y la conciencia de pertenecer a la especie humana (Morín, E., 1999).

Las transformaciones de la materia y la energía constituyen un núcleo de contenidos que deben enseñarse en función de las ideas previas de los alumnos, mediante actividades basadas en problemas auténticos del entorno, atendiendo a las complejas relaciones individuo-comunidad-especie y con el objetivo de formar para una identidad planetaria.



Metas a alcanzar

Para definir las metas a alcanzar, en este núcleo, se han considerado dimensiones que permiten identificar los contenidos, los métodos, los propósitos y la comunicación, como aspectos deseables en la formación de los futuros docentes.

Se han seleccionado cuatro preguntas que se consideran fundamentales para definir dichas metas en relación a los contenidos.

- ¿Qué tipos de transformaciones pueden producirse en la materia?
- ¿Cómo se identifican las transformaciones de la materia?
- ¿Cuáles son las propiedades de la materia que se modifican en los diferentes tipos de cambios y cuáles permanecen invariables?
- ¿Cómo se interpretan y explican las transformaciones de la materia?

Para encontrar algunas respuestas a los interrogantes precedentes se sugiere considerar contenidos que permitan que los alumnos comprendan:

- cómo se relacionan la estructura de la materia y el tipo de transformaciones producidas;
- que hay propiedades de la materia que cambian durante las transformaciones y que otras se mantienen invariables;
- que en las transformaciones químicas y físicas los elementos químicos que constituyen la materia no modifican su número atómico ni su número másico;
- que existen transformaciones de la materia en las que los núcleos de los átomos se desintegran, y otras en las que se fusionan;
- que en las transformaciones nucleares se produce variaciones en el número másico y atómico de los núcleos atómicos;
- las explicaciones de las transformaciones son representaciones elaboradas en función de modelos y que éstos tienen validez mientras no se presenten hechos que entren en contradicción con ellos o no aparezcan modelos superadores;

- la importancia de desarrollar operaciones de metacognición, reestructuración y diferenciación conceptual;
- la importancia de valorar las transformaciones de la materia y la energía en relación al entorno y a la vida;
- que el conocimiento producido por la ciencia es un patrimonio común y debe estar al servicio de la humanidad;
- que los cambios producidos en la materia se pueden representar y comunicar de diversas formas según convenciones y reglas establecidas;
- el valor de comunicar y compartir la producción de conocimiento sobre las transformaciones de la materia.

Experiencias de aprendizaje propuestas

A continuación se sugieren algunas experiencias de aprendizaje que podrían favorecer el alcance de las metas planteadas.

- Explicar los distintos tipos de cambios producidos en la materia empleando distintos modelos, en particular el modelo de partículas.
- Identificar semejanzas y diferencias en las propiedades que presenta la materia sometida a cambios físicos o químicos.
- Predecir a partir de distintos reactivos y diferentes condiciones el tipo de transformación química y los productos a obtener.
- Relacionar las transformaciones químicas con la estructura de la materia
- Interpretar las reacciones químicas como procesos de ruptura y formación de uniones, en las que los átomos se reordenan, pero no modifican su número másico ni su número atómico.
- Relacionar el proceso de ruptura y reordenamiento de los átomos, en una transformación, con la energía de activación, la entalpía y la energía libre, entre otras.
- Interpretar diagramas de energía en función de coordenadas de reacción.
- Escribir, emplear e interpretar ecuaciones que representen reacciones de procesos químicos generales y específicos.

- Analizar la conservación de la masa y la energía en diferentes transformaciones
- Aplicar distintas operaciones matemáticas en resolución de problemas que involucren transformaciones de la materia.
- Aplicar en forma adecuada la terminología química, nomenclatura, convenciones y unidades, en la resolución de problemas que involucren transformaciones de la materia.
- Explicar cómo influyen en el equilibrio químico y en la velocidad de las reacciones químicas, factores como: la concentración, la temperatura y la presión.
- Predecir la espontaneidad de una reacción química, basándose en el cálculo de la variación de energía libre.
- Relacionar los procesos de transferencia de electrones con reacciones tales como la corrosión de metales, la respiración celular, la obtención de metales puros, etcétera.
- Interpretar los cambios producidos en la conceptualización de la energía y su relación con las transformaciones químicas y físicas a lo largo de la historia.
- Interpretar transformaciones producidas en núcleos radiactivos y fundamentar las bases del uso de la energía nuclear evaluando beneficios y/o riesgos, por ejemplo en la generación de energía eléctrica, la radioterapia, la irradiación de alimentos o la contaminación ambiental radiactiva.
- Aplicar conceptos, principios y teorías fundamentales de la Química y la Física en problemas cualitativos y cuantitativos que involucren transformaciones de distinto tipo de materia e intercambios de energía.
- Recurrir a diferentes tipos de representaciones, por ejemplo: gráficos, enunciados, ecuaciones, etcétera, para caracterizar y explicar los distintos tipos de transformaciones.
- Desarrollar diseños experimentales que permitan distinguir diversos tipos de transformaciones y clasificarlos en función de sus características.
- Analizar situaciones problemáticas del contexto inmediato relacionadas con las transformaciones de la materia y planificar estrategias para posibles soluciones.
- Utilizar diferentes técnicas para analizar las transformaciones químicas realizadas en el laboratorio.
- Interpretar y evaluar datos, de observaciones y mediciones de transformaciones químicas experimentales, relacionándolos con un marco teórico.
- Manejar instrumental de laboratorio en forma eficiente y eficaz y llevar a cabo procedimientos estándares implicados en trabajos experimentales.
- Realizar evaluaciones de los posibles riesgos relativos al uso de sustancias peligrosas, materiales radiactivos y procedimientos de laboratorio.
- Diseñar metodologías de trabajo para el laboratorio químico, organizar, dirigir y llevar a cabo su implementación.
- Evaluar las consecuencias de los distintos tipos de transformaciones de la materia sobre la vida y el ambiente y aplicar los conocimientos químicos en procesos de desarrollo sustentable.
- Identificar los cambios químicos y energéticos que favorezcan la preservación del ambiente.
- Argumentar respecto de las transformaciones de la materia que se producen en el entorno, en el marco de las leyes, teorías y principios de la Química.
- Construir analogías y utilizar modelos y/o simulaciones/aplets para explicar las transformaciones de la materia.
- Analizar los modos de construcción de conocimientos sobre las transformaciones de la materia y la energía, a lo largo de la historia de la humanidad.
- Relacionar las transformaciones químicas, físicas y nucleares que ocurren en procesos industriales con sus implicancias sobre los desarrollos sociales y ambientes contemporáneos.
- Interpretar y elaborar gráficos que relacionen las distintas variables que intervienen en las transformaciones de la materia, por ejemplo: concentración vs. tiempo, evolución de una transformación vs. energía, etcétera.
- Representar los cambios de la materia mediante multiplicidad de len-

guajes comunicacionales, por ejemplo: ejercicios narrativos, ejercicios de verbalización, teatralización, comics, etcétera.

- Seleccionar, interpretar, clasificar y evaluar la información proveniente de distintos contextos y formatos.

Mapa de progreso

Se incluye una matriz, a modo de ejemplo, elaborada en función de algunas de las metas aprendizajes.

Metas	Las transformaciones de la materia y la energía Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
hay propiedades de la materia que cambian durante las transformaciones y otras se mantienen invariables, como la masa y la energía total	Analiza las propiedades de algunos sistemas materiales y las clasifica en intensivas y extensivas. Provoca modificaciones en sistemas materiales mediante cambios en las variables que los afectan (calor, pH, electricidad). Identifica las propiedades de la materia que se modifican y las que permanecen constantes. Utiliza la tabla periódica de los elementos para explicar las transformaciones de las propiedades de la materia. Compara las propiedades de los sistemas en un estadio inicial con el estadio final, para identificar los cambios producidos en los mismos. Interpreta guías de laboratorio que le per-	Reconoce estrategias que permiten abordar favorecedores de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las transformaciones físicas y químicas de la materia. Planifica actividades sobre transformaciones de la materia con diferentes niveles de complejidad. Selecciona material bibliográfico sobre transformaciones de la materia. Utiliza marcos teóricos para explicar las transformaciones de la materia. Selecciona experiencias para caracterizar los diferentes tipos de cambios que se producen en la materia. Considera a la información presente en	Desarrolla unidades didácticas en las que las actividades propuestas sobre las transformaciones de la materia se relacionan con el contexto del alumnado. Utiliza estrategias de enseñanza considerando el contexto del alumnado Promueve actividades sobre transformaciones de la materia que generen compromiso con problemáticas sociales del contexto, como por ejemplo la explotación de minas, los basurales a cielo abierto, etcétera. Presenta al alumnado situaciones problemáticas abiertas sobre las transformaciones de la materia. Incursiona en Investigaciones didácticas sobre las ideas del alumnado, para mejorar

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Los seres humanos han construido un lenguaje que permite establecer acuerdos internacionales en los modos de representar y explicar los diferentes tipos de transformaciones de la materia.</p> <p>Es importante escribir y hablar correctamente siguiendo las convenciones y reglas establecidas para explicitar las producciones científicas</p> <p>Comunicar y compartir la producción de conocimiento sobre las transformaciones de la materia es una contribución a la cultura.</p>	<p>miten realizar algunas experimentaciones sencillas.</p> <p>Utiliza ejemplos de reacciones químicas y físicas existentes en los textos de uso corriente.</p> <p>Aplica la ecuación de conservación de la masa y energía en transformaciones químicas y nucleares.</p> <p>Realiza anticipaciones sobre el comportamiento de los reactivos en una transformación química. Lo sacará no es de comunicación</p> <p>Aplica las recomendaciones de la IUPAC sobre los símbolos y la terminología al escribir un informe, de modo de expresarse con claridad y precisión en el uso del lenguaje de la Química.</p> <p>Escribe ecuaciones para representar y comunicar reacciones químicas o transformaciones nucleares</p> <p>Elabora cuadros comparativos de las propiedades de la materia en distintos estadios de transformación para comunicar los cambios producidos.</p>	<p>la tabla periódica una herramienta básica para explicar el comportamiento de las transformaciones que ocurren en la materia.</p> <p>Explica cómo resolver ejercicios y problemas cualitativos y cuantitativos, que involucran intercambios de energía. Lo sacará no es de comunicación</p> <p>Elabora análogos concretos para facilitar la interpretación de los modelos explicativos sobre las transformaciones físicas, químicas y nucleares.</p> <p>Utiliza diferentes tipos de representaciones semióticas para caracterizar las transformaciones químicas, por ejemplo, gráficos, enunciados, ecuaciones, UVE de Gowin.</p> <p>Explica las transformaciones en forma</p>	<p>la enseñanza y el aprendizaje de las transformaciones físicas y químicas.</p> <p>Explica las evidencias experimentales que establecen que la materia y la energía son equivalentes por medio de transformaciones, empleando nuevas estrategias de enseñanza y aprendizaje.</p> <p>Ensayo en sus clases investigaciones realizadas por pedagogos reconocidos sobre las interpretaciones que hacen los alumnos de las transformaciones de la materia.</p> <p>Selecciona y/o elabora ejemplos de reacciones químicas para explicar cómo resolver ejercicios y problemas cualitativos y cuantitativos, que involucran intercambios de energía.</p> <p>Selecciona problemas vinculados con situaciones ambientales que afectan la calidad de vida de su localidad para que sus alumnos ensayen la argumentación de distintas posturas en debates.</p> <p>Selecciona diversas formas de comunicación y distintos soportes, para transmitir los conocimientos en forma significativa a diferentes audiencias (alumnos, docentes,</p>

Metas	Descriptorios del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
		clara y precisa, utilizando las recomendaciones de la IUPAC sobre los símbolos y la terminología. Organiza debates y argumenta sobre transformaciones de la materia que se producen en el entorno, en el marco de las leyes, teorías y principios de la Química.	etcétera.) Orienta al alumnado en la elaboración de estudios de casos para que los utilicen como herramientas útiles para contribuir a la alfabetización científica. Promueve el uso de las TIC (blogs, páginas Web) como herramientas fundamentales para la alfabetización científica.

Versión preliminar

Núcleo 3: Producción del conocimiento químico

Fundamentación

El siglo XXI nos encuentra inmersos en un proceso de alto dinamismo económico, político, social, científico y tecnológico el que nos lleva a hablar de una cultura científica porque finalmente y después de mucho esfuerzo, se ha producido un cambio de paradigma y se acepta que el lenguaje de la ciencia, sus procesos de producción y sus métodos, constituyen una parte importante en la cultura de nuestros días, por lo que es necesario reorientar la educación en química, encaminándola hacia la implementación de una enseñanza mas acorde con los modos de producción del conocimiento científico.

El proceso de enseñanza involucra no sólo la mera transmisión de los saberes

socialmente válidos, sino también una reflexión acerca de qué son esos saberes, en qué contexto se han establecido, qué validez o limitaciones poseen e incluso, cómo eventualmente se los rechaza. Es decir, el conocimiento humano compromete cierta reflexión con relación a aquello que se sabe.

Estos discernimientos sobre los saberes Fourez (1998), cuando son explicitados, constituyen una introducción epistemológica porque implican una aproximación acerca de cómo construimos los conocimientos y adquirimos los saberes. Nuestro discurso nunca es neutro, siempre tiene la intencionalidad, responde a un cierto modelo didáctico que además está asociado, en forma consciente o

inconsciente, a una visión que poseemos respecto de la naturaleza de la ciencia (Caamaño, 1996) es decir una determinada concepción de ciencia. Esta visión está íntimamente asociada no solo con el modelo de enseñanza, sino también con los de aprendizaje y evaluación que ponemos en acción los docentes en nuestra tarea profesional.

Las ideas que los docentes poseen acerca de la ciencia tienen una gran influencia en su proceder en el aula. Esas ideas, tanto provenientes de sus preconcepciones como de ciertas instancias de su formación básica, aparecen implícita o explícitamente en su trabajo con los alumnos. Aquel docente que considera que los conocimientos científicos se elaboran a partir de la experimentación objetiva como única fuente, desconociendo que siempre se parte de un marco teórico, pretenderá que todos sus alumnos arriben a la misma conclusión luego de haber realizado una determinada actividad experimental. También, si se considera que las Ciencias Naturales tienen una única respuesta para cada pregunta, muy posiblemente se espere que todos los alumnos respondan de la misma manera ante un problema dado. Por otro lado, si se considera la ciencia como una actividad de unos pocos, reservada solo para genios, será poco factible pensar en una enseñanza de las ciencias para todos los futuros ciudadanos.

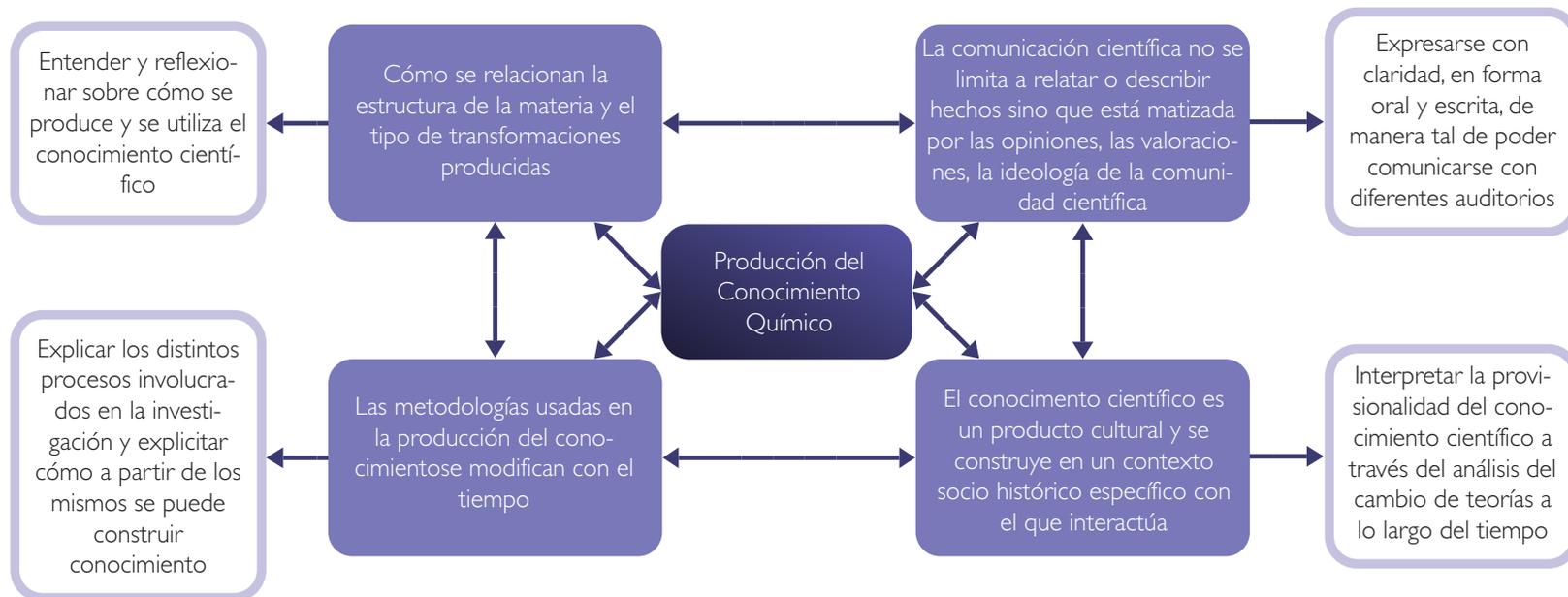
Para que la enseñanza de la Química sea coherente con una concepción actualizada de la naturaleza de la ciencia, ésta debe nutrirse de la epistemología, la filosofía, la historia, la sociología y los aspectos éticos de la ciencia. Comprender esto desde la formación inicial del profesorado es imprescindible para impulsar la educación científica. La ciencia es una actividad humana muy amplia, compleja y en evolución constante. Como diría Gerardo Fourez: “La ciencia se muestra como un proceso, hecho por humanos, para humanos y con humanos” (Fourez, 1994).

La comunidad científica desarrolla su actividad a través de grupos sociológicamente autorregulados. La racionalidad de la ciencia reside en su carácter abierto y comunicable ya que los resultados de las investigaciones de un determinado equipo científico quedan a disposición del resto de la comunidad científica.

Las teorías científicas son conjeturas de carácter hipotético, no encierran verdades absolutas sino que pueden cambiar con nuevas investigaciones, se pueden ampliar y en otros casos refutar. Por esto es que decimos que la ciencia tiene carácter provisional, dado que las teorías están en permanente revisión intentando explicar los fenómenos y construyendo con el tiempo la historia de la ciencia. Los conceptos y teorías como construcción colectiva no surgen directamente de hechos observables sino que son producto de “actos creativos de abstracción e invención” (Hodson, D., 1988).

La producción científica se da entonces en un contexto histórico, social, político y económico que la impregna y condiciona. Comprender esto implica considerar el saber científico como producto del desarrollo colectivo de equipos de trabajo al interior de la comunidad científica en un contexto en el que interacciona.

Por ello, durante la formación inicial el estudiante debería transitar experiencias que le permitan: comprender la naturaleza de la ciencia, la producción del conocimiento científico y desarrollar actitudes hacia el trabajo científico, con el objeto de que se ajusten con más fidelidad a la verdadera actividad científica y no a una imagen socialmente distorsionada de la misma.



Versión preliminar

Las metas de aprendizaje

Por todo lo anteriormente expuesto, desde la formación inicial, el futuro profesor de Química debe comprender:

- que el conocimiento científico es un producto cultural de carácter provisorio que se construye en un contexto socio-histórico específico con el que interactúa;
- cómo se construyen determinados modelos científicos que intentan explicar diversos fenómenos;
- que el estudio de la ciencia se realiza como forma de conocimiento no centrado exclusivamente en leyes, conceptos y teorías;
- la estructura del conocimiento y las formas que tienen los seres humanos de producirlo mediante investigaciones científicas;
- la relación entre un modelo científico y el sistema que él representa;
- qué relación hay entre teorías científicas y las explicaciones y/o predic-

ciones que hacen sobre el mundo;

- las diversas metodologías usadas a lo largo de la historia para producir conocimiento científico;
- que los modelos científicos son una construcción en el marco de una comunidad científica;
- cómo los avances en el saber científico dependen a la vez de los procesos de investigación y de las teorías previamente establecidas;
- que no hay una única manera de producir conocimiento y que dicho conocimiento no es aséptico;
- la necesidad de una alfabetización científica desde una perspectiva llamada socioconstructivista;
- que la naturaleza de la ciencia se transmite a través de las formas de pensamiento, discurso y acción puestas en marcha en las clases de ciencias naturales;

- que la comunicación científica no se limita a relatar o a describir “hechos” sino que está matizada por las opiniones, las valoraciones, la ideología de la comunidad científica;
- que la observación y elaboración de hipótesis está precedida por un marco teórico previo;
- que la comunicación es un proceso fundamental de validación del conocimiento científico, y que la investigación y comunicación interaccionan continuamente;
- que la naturaleza de la ciencia se transmite a través de las formas de pensamiento, discurso y acción puestas en marcha en las clases de ciencias naturales;
- que difundir los logros y avances obtenidos permite optimizar el uso de recursos.

En función de lo que se pretende que los alumnos comprendan dentro de este núcleo, se presentan a continuación algunas de las experiencias que se sugieren para desarrollar en la formación inicial.

Experiencias de aprendizaje propuestas

Ante la propuesta de pensar la formación en términos de aquello que un futuro profesor debe ser capaz de realizar al terminar su formación inicial surgen algunas preguntas.

- ¿Qué pueden hacer los estudiantes para desarrollar y demostrar su comprensión sobre la producción del conocimiento químico?
- ¿Cómo puede saberse que los estudiantes están construyendo comprensión acerca de la producción del conocimiento químico?

A continuación se sugieren algunas experiencias de aprendizaje que podrían favorecer el alcance de las metas planteadas.

- Interpretar la provisionalidad del conocimiento científico a través del análisis del cambio de teorías a lo largo del tiempo.

- Comprender el alcance y las limitaciones de la observación en la metodología experimental.
- Interpretar la validez y/o viabilidad de diversos métodos de investigación.
- Hacerse preguntas sobre los cuestionamientos que se hicieron los científicos.
- Reconocer la importancia de la metacognición en la construcción de su propio conocimiento químico.
- Explicitar los diversos modelos alternativos y desde su confrontación comprender las diferencias conceptuales en una reflexión metacognitiva.
- Establecer relaciones entre las ciencias, en particular la química y otras manifestaciones culturales.
- Explicar los distintos modelos usados en química y cómo se construyeron los mismos a lo largo de la historia del conocimiento químico.
- Reconocer las fuentes válidas de información científica y recurrir a ellas cuando hay que tomar decisiones.
- Analizar la presencia de paradigmas no vigentes en diversas fuentes.
- Integrar mediante reflexión y confrontación los modelos tanto científicos como educativos asumiendo sus propias concepciones sobre la ciencia.
- Reconocer el aporte que ofrece la educación científica al desarrollo de las ciencias de un país.
- Formular hipótesis y ponerlas a prueba experimentalmente, aplicar la teoría para anticipar y explicar los resultados en el trabajo de laboratorio.
- Seleccionar técnicas experimentales adecuadas para dar cuenta de diferentes procesos químicos y fundamentar su elección.
- Observar, describir y sacar conclusiones sobre los fenómenos que tengan lugar en el laboratorio.
- Interpretar la influencia de diversos paradigmas en la elaboración de hipótesis y conclusiones.
- Esquematizar y explicar los procesos utilizados en cada experiencia a realizar en el laboratorio comprendiendo los fundamentos del funciona-

miento del instrumental.

- Usar; armar y construir distintos equipos para realizar experiencias.
- Generar explicaciones provisorias al momento de registrar diferencias entre los resultados esperados y los obtenidos en el laboratorio.
- Utilizar herramientas matemáticas y físicas en la resolución de situaciones propias de la química.
- Explicar los distintos procesos involucrados en la investigación y explicitar cómo a partir de los mismos se puede construir conocimiento
- Resolver situaciones problemáticas de tipo abierto, en donde las condiciones no estén totalmente definidas.
- Participar en proyectos de investigación en los que se recorran todas las etapas de una investigación científica. Reconocer la existencia de errores sistemáticos y accidentales y minimizarlos.
- Realizar diseños de investigación como “investigadores noveles” y llevarlos a cabo.
- Diseñar actividades en coherencia con objetivos considerando fundamentalmente las relaciones entre conceptos, procedimientos y estrategias.
- Reflexionar sobre la íntima relación entre los procedimientos necesarios para hacer ciencia química y los necesarios para aprender química; evitándose así la restricción acerca de la instrucción al ámbito del conocimiento conceptual.
- Entender y reflexionar sobre cómo se produce y se utiliza el conocimiento científico y reconocer la diferencia con opiniones no fundamentadas.
- Valorar la importancia de la alfabetización científica y la socialización del conocimiento científico para poder fundamentar decisiones que modifiquen la vida de los ciudadanos.
- Reconocer tanto los límites como la utilidad de las ciencias en el bienestar de la sociedad.
- Relacionar los modos en que se enseña ciencia en el aula con la naturaleza de ciencia que el profesor detenta.
- Conocer la existencia de diversos modelos alternativos en la inter-

pretación y comprensión de la naturaleza.

- Desarrollar habilidades que les permitan reconocer, evaluar y construir diferentes representaciones de una misma idea o concepto con el fin de crear oportunidades de aprendizaje.
- Conocer la historia de la ciencia y los problemas que originaron la construcción del conocimiento científico
- Entender una visión dinámica de la química a través del análisis de los cambios que ha sufrido a lo largo de la historia en cuanto a objetivos, teorías, métodos, instrumentos, prácticas experimentales y sus formas de enseñanza.
- Analizar el contenido de la Química desde el punto de vista epistemológico, didáctico y de su construcción histórica.
- Identificar los problemas que se plantean en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química y analizar los factores que intervienen en dicho proceso.
- Elaborar informes sobre las experiencias que realice en el laboratorio, interpretando los resultados obtenidos.
- Construir e interpretar gráficos y esquemas que den cuenta de los resultados experimentales.
- Elaborar diferentes instrumentos de comunicación como informes, monografías, publicaciones, etcétera.
- Interpretar las formas en las que se valida el conocimiento científico.
- Expresarse con claridad, en forma oral y escrita, de manera tal de poder comunicarse con diferentes auditorios y distinguir las distintas maneras de generar estructuras de significados conectando los acontecimientos, hechos y conceptos.
- Aprovechar, entre otras, las posibilidades de motivación y compromiso con el aprendizaje que brinda la actividad de discusión grupal.
- Reflexionar sobre la íntima relación entre el diseño, planificación, desarrollo de Unidades Didácticas y la concepción de ciencia que los impregna.

Versión preliminar

Mapa de progreso

Los mapas de progreso establecen una relación entre currículum y evaluación, orientando lo que es importante evaluar y entregando criterios comunes para observar y describir cualitativamente el aprendizaje logrado; son un modelo para describir la evolución de los aprendizajes.

En este núcleo se espera que los futuros profesores desplieguen sus competencias de razonamiento y saber hacer, no en el vacío ni respecto de cualquier contenido, sino íntimamente conectadas a los contenidos químicos propios de cada uno de los niveles de aprendizaje.

¿Por qué seleccionamos tres metas en este núcleo?

La Ciencia es una empresa humana, productora de conocimiento científico, es un proceso y un producto condicionado por el medio. Si entendemos a la química como ciencia, no podemos acotarla a un solo aspecto, ni reducirla a una meta. Elegimos estas tres metas porque: a) la primera tiene en cuenta los factores de origen y condiciones filosóficas, sociales e históricas que condicionan la construcción del conocimiento químico, como así también la provisionalidad de dicho conocimiento; b) la segunda, tiene en cuenta la estructura, el modo en que se produce el conocimiento químico y como se desarrolla mediante investigaciones y c) la tercera meta rescata la comunicación como aspecto fundamental en la validación del conocimiento científico.

Metas	Producción del conocimiento químico		
	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
Que el conocimiento científico conforma la cultura, es provisorio y se construye en un contexto socio-histórico específico que lo condiciona.	<p>Reconoce algunas explicaciones sobre el origen de la ciencia.</p> <p>Explica algunos conocimientos y modelos químicos como construcciones históricas, filosóficas y sociales de carácter provisorio.</p> <p>Reconoce algunas características del conocimiento químico como conocimiento científico.</p> <p>Interpreta la provisionalidad del conocimiento científico a través del análisis del cambio de teorías a lo largo del tiempo</p> <p>Conoce aspectos centrales sobre la construcción del conocimiento químico en distintos momentos de la historia.</p>	<p>Explica las características del conocimiento científico y su modo de producción.</p> <p>Interpreta la validez y/o viabilidad de diversos métodos de investigación.</p> <p>Establece relaciones entre las ciencias, en particular la química, y otras manifestaciones culturales.</p> <p>Explica los distintos modelos usados en química y cómo se construyeron los mismos a lo largo de la historia del conocimiento químico.</p> <p>Maneja las coordenadas temporales básicas que permiten situar los principales hechos históricos de la química en un marco</p>	<p>Explica a la ciencia como un producto cultural, colectivo e histórico y sus relaciones con la tecnología y la sociedad.</p> <p>Integra jerárquicamente mediante reflexión y confrontación los modelos tanto científicos como educativos, asumiendo sus propias concepciones sobre la ciencia.</p> <p>Explica los problemas que originaron la construcción del conocimiento científico, como llegaron a articularse en cuerpos coherentes y cuáles fueron las dificultades encontradas en dicho proceso.</p> <p>Selecciona contenidos adecuados que proporcionen una visión actual de la ciencia, que sean asequibles a los alumnos y</p>

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La estructura del conocimiento científico y las formas que tienen los seres humanos de producirlo mediante investigaciones.</p>	<p>Conoce la metodología de trabajo, las teorías y los modelos y es capaz de comprender diferentes explicaciones sobre un determinado suceso.</p> <p>Reconoce a la ciencia como el producto de la investigación científica llevada a cabo por diversos métodos.</p>	<p>comprensible.</p> <p>Interpreta que el conocimiento surge como respuestas a cuestiones, lo que implica plantear el aprendizaje a partir de situaciones problemáticas.</p> <p>Interpreta a la ciencia como el producto de la investigación científica llevada a cabo por diversos métodos.</p>	<p>susceptibles de interesarles</p> <p>Relaciona los modos en que se enseña ciencia en el aula con la naturaleza de la ciencia que se transmite.</p> <p>Vincula la formación científica con otras áreas curriculares a través de los temas transversales con criterios de flexibilidad, participación y cooperación</p> <p>Diseña trabajos experimentales integrados en actividades globales de resolución de problemas y aprendizaje de conceptos en coherencia con los objetivos curriculares.</p> <p>Reconoce, evalúa y construye diferentes representaciones de una misma idea o concepto con el fin de crear oportunidades de aprendizaje.</p> <p>Promueve en sus alumnos la formulación de explicaciones alternativas para los fenómenos estudiados, así como el planteo de problemas y el propio diseño de experimentos.</p> <p>Plantea el aprendizaje a partir de situaciones problemáticas debido a que sabe que el conocimiento surge como respues-</p>

Versión preliminar

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
	<p>Se cuestiona sobre los interrogantes que se hicieron los científicos.</p> <p>Identifica algunas metodológicas utilizadas en la investigación científica.</p> <p>Realiza relatos del comportamiento (natural o provocado) de fenómenos.</p> <p>Resuelve problemas cualitativos y cuantitativos según modelos previamente desarrollados</p> <p>Usa y arma distintos equipos para realizar experiencias.</p>	<p>Conoce las orientaciones metodológicas empleadas en la construcción del conocimiento, es decir, la forma en que los científicos abordan los problemas y las características más notables de su actividad.</p> <p>Reflexiona sobre cómo se produce y se utiliza el conocimiento científico.</p> <p>Utiliza adecuadamente el conocimiento químico y epistemológico de que dispone, para fundamentar el contenido.</p> <p>Planifica, diseña y ejecuta prácticas de química.</p> <p>Reconoce limitaciones y utilidades de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad.</p>	<p>ta a cuestionamientos.</p> <p>Conoce y pone en práctica herramientas conceptuales y procedimentales características de la investigación científica y tecnológico, para trabajar en proyectos de investigación.</p> <p>Aplica el razonamiento lógico e identifica errores en los procedimientos.</p> <p>Participa en investigaciones educativas de interés para la resolución de problemas en la enseñanza de la química.</p> <p>Trabaja de modo cooperativo con sus colegas de otras áreas, en proyectos educativos interdisciplinarios.</p> <p>Articula los contenidos en torno a preguntas claves y comprensibles para los alumnos, con un grado creciente de profundidad</p> <p>Establece relaciones entre los procedimientos necesarios para hacer ciencia química y los necesarios para aprender química, evitando restringir la enseñanza al ámbito del conocimiento conceptual.</p>

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Que la comunicación es un proceso fundamental de validación del conocimiento científico.</p>	<p>Expresa conocimientos científicos usando lenguaje oral y escrito con dificultades.</p> <p>Identifica la estructura general de los informes y los artículos científicos.</p> <p>Usa con limitaciones la terminología química y produce textos con lenguaje sencillo.</p> <p>Desarrolla capacidades cognitivo-lingüísticas, tales como describir, definir, explicar, justificar, argumentar, entre otras.</p> <p>Expresa conceptos, leyes, teorías en el marco de la disciplina.</p>	<p>Usa correctamente la terminología química y produce textos propios con lenguaje sencillo.</p> <p>Expresa mensajes científicos utilizando lenguaje oral y escrito con propiedad así como otros sistemas de notación cuando sea necesario.</p> <p>Desarrolla y consolida capacidades cognitivo-lingüísticas, tales como describir, definir, explicar, justificar, argumentar, entre otras.</p> <p>Busca información referida a distintos temas y evalúa su confiabilidad.</p> <p>Selecciona información de diversas fuentes y evalúa su confiabilidad.</p> <p>Usa correctamente conceptos, leyes y teorías en el marco de un modelo de ciencia vigente.</p>	<p>Analiza críticamente bibliografía y materiales utilizados para la enseñanza de la Química.</p> <p>Escribe informes y textos acordes con las características básicas del registro científico y sus convenciones.</p> <p>Presenta trabajos de investigación en enseñanza de la Química en, seminarios, congresos, etcétera.</p> <p>Integra en sus propios discursos los aportes de diversas fuentes.</p> <p>Elabora material de estudio riguroso y didácticamente organizado adecuado para cada nivel según las características del grupo.</p>

Núcleo 4: Química en contexto

Fundamentación

En el presente núcleo los esquemas conceptuales se organizan a partir de la idea de que los procesos químicos atraviesan todos los ámbitos de la actividad humana. Por tal motivo se considera que el futuro docente debería transitar, durante su formación, los posibles escenarios en donde la química se pone de manifiesto. Para alcanzar esta meta, se sugiere contemplar espacios curriculares en los cuales emerjan esquemas conceptuales vinculados con la industria, la salud, los alimentos, la fisiología, el análisis, los nuevos materiales, la nanotecnología y el ambiente, entre otros.

Al pensar la formación docente desde la pregunta ¿qué es lo que el futuro profesor debe comprender de la disciplina para poder enseñarla? se hace necesario reconocer las relaciones entre química y entorno, como así también explicar los fundamentos de sus aplicaciones y alcances; esto es lo que se ha denominado en este documento “química en contexto”. Se considera que para dar respuesta a la pregunta anterior, la enseñanza de la química debe ofrecer un aprendizaje que favorezca la interpretación histórica de la evolución de los conocimientos, las interacciones CTS (ciencia, tecnología, sociedad) en las que dichos conocimientos participan, las cuestiones éticas que subyacen a su aplicación y el impacto de estos saberes en la vida cotidiana.

Por otro lado, es necesario tener en cuenta las investigaciones que señalan que los profesores reproducen en su rol docente el mismo modelo bajo el cual han sido formados. Por lo dicho se considera necesario que el futuro profesor, durante su formación, no sólo tenga acceso a los conocimientos conceptuales del cuerpo de la química, sino que pueda vivenciar determinadas experiencias que le garanticen la posibilidad de abordar luego, en su práctica profesional, los procesos químicos que se producen día a día en diferentes escenarios. Se considera primordial promover el interés por conectar los conceptos científicos con las aplicaciones tecnológicas y la vida cotidiana ya que la enseñanza de la química en el presente siglo no debería abordarse de manera descontextualizada, es decir sin pensarla como un emprendimiento humano inserto en una sociedad.

A modo de ejemplo, para poder enseñar las propuestas de remediación para la contaminación de un curso de agua por acción de los efluentes de una papelería, el novel profesor debería haber aprendido en primera instancia aquellos núcleos vinculados con la estructura de la lignina y la celulosa, la industria del papel, la contaminación en los cursos de agua y su grado de peligrosidad, las técnicas de análisis, etcétera. Y estos saberes los habrá adquirido mediante diferentes estrategias como por ejemplo búsqueda de información en distintos soportes, estudio de casos, visitas a establecimientos, salidas de campo, recolección de datos, toma de muestras y elaboración de informes, entre una variada propuesta de actividades posibles.

Se considera que la alfabetización científica de toda la ciudadanía no puede llevarse a cabo sin esta nueva mirada de las relaciones que la química establece con el entorno y que las herramientas que los docentes necesitan para trabajar en esta perspectiva se adquieren durante su formación.

Esta propuesta apunta también a desarrollar en los estudiantes capacidades que los ayuden a interpretar el cuerpo de conocimientos de la química utilizando modelos progresivamente más cercanos a los consensuados por la comunidad científica. Sin embargo y dado que la comprensión de teorías y modelos no se produce de una sola vez, se plantea la necesidad de contemplar situaciones que progresivamente promuevan la elaboración de criterios razonados sobre las cuestiones científicas, así como también el pensamiento reflexivo crítico y el desarrollo de un sistema de valores que permita a los futuros profesores la construcción de una imagen de la ciencia como proceso de elaboración de modelos provisionales.

El tratamiento de estos contenidos científicos debería constituirse en una poderosa herramienta que permita la interpretación tanto de los procesos naturales como de los sistemas químicos producidos por el hombre, contribuyendo a superar la disociación que suele darse entre la química escolar y su contexto.

Metas a alcanzar

Para dar respuesta a la pregunta ¿qué es lo que el futuro profesor debe comprender de la disciplina para poder enseñarla?, en lo referido a éste núcleo de contenidos se propone que, durante la formación inicial deberían tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

Convencionalmente las múltiples relaciones que se establecen entre este espacio curricular con otros campos del conocimiento suelen utilizarse durante la enseñanza de la química, a modo de aplicaciones o ejemplos de la teoría. En este documento se quiere revertir esta tendencia, considerando la necesidad de abordar la enseñanza desde una visión contextualizada, partiendo de la incidencia de los factores químicos en distintos aspectos de la vida del hombre para desarrollar los contenidos conceptuales a partir de ellos.

En ese sentido, se propone por ejemplo tener en cuenta durante la formación, que los procesos biológicos se pueden concebir como complejos sistemas a interpretar desde la química. También se pueden abordar desde este punto de vista los numerosos sistemas naturales y artificiales presentes en nuestro planeta y los procesos que han intervenido en la composición de los suelos y la conformación de la atmósfera entre otros.

Se plantea también la posibilidad de analizar de manera crítica la incidencia de los factores químicos en los distintos campos de la actividad humana, y determinar de qué forma estas actividades humanas modifican el ambiente. A modo de ejemplo se pueden mencionar los costos ambientales del uso de combustibles fósiles o el tratamiento de aguas residuales y potabilización de la misma.

Es decir, se sugiere poner en evidencia las interacciones que se establecen entre la química, la sociedad y la tecnología en los numerosos cruces que se han establecido a lo largo de la historia en diferentes contextos. Dentro de estas relaciones se podrá destacar, por ejemplo, la manera en que influyen en la vida de los ciudadanos diferentes industrias químicas y el desarrollo de nuevas moléculas (plásticos, fibras, medicamentos, nuevos materiales, etcétera).

Como un ámbito más de las múltiples relaciones que se podrían estudiar en este

abordaje contextualizado, se considera imprescindible la enseñanza del análisis químico y las nuevas tecnologías de las que se vale para identificar sustancias y elementos.

En definitiva, creemos imprescindible que los alumnos de profesorado adquieran conocimiento acerca de las relaciones que tienen los procesos y conceptos químicos con los distintos campos de la actividad humana: salud, industria, ambiente, nuevos materiales, etc., pero no solamente a modo de aplicaciones o ejemplos.

Desde el conocimiento disciplinar de la química, durante su formación inicial, deberían dar cuenta entonces de los modelos explicativos que se construyen sobre el entorno y las interacciones que se producen entre sus componentes.

De esta manera, y utilizando los modelos explicativos que constituyen el campo disciplinar de la química, serían capaces de realizar predicciones acerca de las posibles interacciones entre los componentes de los sistemas estudiados. Y así podrían percibir que las predicciones basadas en los modelos de la química, permiten establecer líneas de acción para el quehacer humano.

Por otro lado, se espera que el futuro profesor tome conciencia de la importancia que posee el lenguaje en la conformación de los conceptos científicos.

En particular en éste núcleo se debería hacer hincapié en la relevancia de la comunicación en el proceso de alfabetización científica en temas vinculados con la química y su contexto. Esto es, en la necesidad de explicitar las interacciones de la química con la tecnología y la sociedad en diferentes lenguajes. En definitiva, se propone ahondar con los futuros docentes acerca de la importancia y el valor que asume el conocimiento químico en la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados.

Por último, consideramos imprescindible el estudio de la producción, estructura, propiedades y aplicaciones de nuevos materiales, medicamentos, combustibles, etc., desde el punto de vista de la capacidad de la química para dar respuesta a diferentes necesidades de la humanidad en distintas épocas.

Por todo lo anteriormente expuesto, desde la formación inicial, se espera que el futuro profesor de Química comprenda:

- las interacciones que se producen los numerosos sistemas naturales y artificiales presentes en nuestro planeta desde el punto de vista químico;
- la relación entre el conocimiento químico con la industria, la salud, los alimentos, los nuevos materiales;
- la relevancia de la comunicación en el proceso de alfabetización científica;
- la incidencia de los factores químicos en distintos campos de la actividad humana y de qué forma estas actividades modifican el ambiente;
- la importancia que posee el lenguaje en la conformación de los conceptos científicos;
- diseños experimentales que permitan explicar la incidencia de factores químicos en el entorno y la forma de adecuarlos a la ciencia escolar;
- la química desde su capacidad de dar respuesta a necesidades de la humanidad y en sus múltiples relaciones con el ambiente y la sociedad.

Experiencias de aprendizaje propuestas

En la visión contextualizada de la enseñanza de la química que aquí se propone, se considera imprescindible la etapa de reflexión acerca de las metas a alcanzar, para poder diseñar los espacios curriculares que permitan llegar a ellas. De igual modo se asume como necesario el planteo de diferente tipo de experiencias de aprendizaje a llevar a cabo durante la formación inicial que podrían favorecer el desarrollo de este enfoque.

En este sentido, se proponen algunas experiencias de aprendizaje que deberían transitar los futuros docentes durante su formación para acercarlos a la visión de química en contexto que se plantea en este núcleo.

- Identificar los procesos químicos que se producen en distintos ámbitos de la vida cotidiana y en los cambios ambientales.
- Describir las relaciones entre la química y el entorno (con diferentes nive-

les de abstracción).

- Utilizar distintas analogías y modelos para explicar las interacciones química/entorno
- Elaborar y utilizar diferentes analogías y textos para favorecer la comprensión de los aspectos químicos relacionados con el entorno, adecuados a diferentes niveles.
- Recurrir a diferentes modelos para explicar la incidencia de factores químicos en la vida y el entorno (con diferentes niveles de abstracción).
- Buscar, seleccionar y discernir la confiabilidad de distintas fuentes bibliográficas y/o sitios de Internet en la recopilación de información relativa al campo de la química y el entorno.
- Explicar las propiedades de diversos sistemas (naturales y artificiales) en función de las interacciones químicas que en ellos se establecen
- Comprender los fundamentos químicos de las principales estrategias para la conservación, preservación y protección de los ambientes naturales.
- Interpretar el impacto sobre el ambiente y la sociedad de las aplicaciones tecnológicas relativas a diferentes procesos químicos.
- Comprender los fundamentos, principios y condiciones que regulan la fabricación de diferentes productos químicos en su contexto.
- Explicar las propiedades de los nuevos materiales en función de la estructura de los mismos y de las necesidades que les dieron origen.
- Explicar los conceptos y procesos involucrados en los aspectos químicos que se relacionan con la vida, la salud, el ambiente, la industria, etcétera.
- Plantear preguntas y sus posibles respuestas (hipótesis) relativas a la química en su contexto y responderlas en base a investigaciones de diferente tipo.
- Realizar predicciones respecto de la incidencia de la química en los diferentes sistemas del quehacer humano.
- Desarrollar diseños experimentales que permitan explicar la incidencia de factores químicos en el entorno, adecuados a la ciencia escolar (con diferentes niveles de profundidad).

- Poner en práctica los diseños experimentales planteados relativos a interacciones de la química y el entorno y observar, describir y sacar conclusiones sobre estas experiencias.
- Presentar y discutir resultados de investigaciones científicas en temáticas relacionadas con: cuestiones ambientales, de salud, de la industria, etcétera, en su cruce con la química.
- Recurrir a diferentes formas de comunicación para transmitir estas relaciones utilizando el lenguaje propio de las ciencias (cuadros, gráficos, ecuaciones, etcétera) acordes al interlocutor.
- Explicita las interacciones de la química con la tecnología, el ambiente y la sociedad en diferentes lenguajes.
- Argumentar científicamente en temáticas químicas relacionadas con el entorno.

- Indagar las múltiples relaciones que se establecen entre el contexto socio-histórico y la producción del conocimiento en el área de la química.
- Utilizar diferentes técnicas de análisis y reconocimiento de compuestos y elementos y analizar los cambios que en ellas se han producido a lo largo de la historia.

Mapa de progreso

Se plantea, a modo de ejemplo, una matriz en la cual se indican algunos criterios que permitirían reconocer los avances en los aprendizajes logrados al promediar la formación docente y al finalizar la misma así como también lo que sería deseable esperar en los primeros años de desempeño del profesor novel.

Metas	Química en contexto Descriptor de alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
Las interacciones que se producen los numerosos sistemas naturales y artificiales presentes en nuestro planeta desde el punto de vista químico	<p>Interpretar las relaciones que existen entre la química y el entorno (alimentos, contaminación, salud, industria, etcétera).</p> <p>Identificar las diferentes transformaciones que se producen en un sistema (natural o artificial) desde el punto de vista químico.</p> <p>Relacionar temas de química general, inorgánica, analítica, orgánica con procesos que se producen en los suelos, en el aire, en los cursos de agua.</p>	<p>Utilizar analogías y modelos que permiten explicar las relaciones química/entorno. (alimentos, contaminación, salud, industria, etc-)</p> <p>Comprender los fundamentos, principios y condiciones que regulan la fabricación de diferentes productos químicos en su contexto.</p> <p>Comprender los fundamentos químicos de las principales estrategias para la conservación, preservación y protección de los ambientes naturales.</p>	<p>Elegir y/o construir el modelo más adecuado al nivel y las características del curso/ para explicar la incidencia de la química en los diferentes sistemas analizados.</p> <p>Analizar los factores que confluyen en las transformaciones del entorno en relación con las actividades humanas (diseño de nuevos materiales, preparación de drogas de diseño, tratamiento de suelos y de agua).</p> <p>Argumentar científicamente en temáticas químicas relacionadas con el entorno.</p>

Metas	Descriptor de alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>La incidencia de los factores químicos en distintos campos de la actividad humana y de qué forma estas actividades modifican el ambiente.</p> <p>La importancia que posee el lenguaje en la conformación de los conceptos científicos.</p> <p>Diseños experimentales que permitan explicar la incidencia de factores químicos en el entorno, adecuados a la ciencia escolar.</p>	<p>Identificar los factores químicos que permitan resolver situaciones problemáticas relativas al entorno.</p> <p>Buscar información, seleccionar y discernir la confiabilidad de distintas fuentes bibliográficas y/o sitios de Internet en temáticas relacionadas con cuestiones ambientales, de salud, etc., en su cruce con la química.</p> <p>Esquematizar y explicar los procesos relativos al trabajo de laboratorio.</p> <p>Observar, describir y sacar conclusiones sobre distintas experiencias de laboratorio relativas a las relaciones química/entorno.</p>	<p>Plantear y resolver situaciones problemáticas relativas a la química y el entorno.</p> <p>Llevar a cabo pequeñas investigaciones guiadas a partir de problemáticas locales vinculadas con la industria, la preservación del ambiente o la salud.</p> <p>Analizar e interpretar los datos recogidos acerca de las relaciones química y entorno con diferentes criterios, en distintos soportes y organizarla de manera crítica para comunicarlos.</p> <p>Adaptar textos científicos como material de estudio para sus propios estudiantes.</p> <p>Leer críticamente la información que circula en los medios de información.</p> <p>Poner en práctica diseños experimentales que evidencian las relaciones química/entorno.</p> <p>Predecir lo que ocurrirá en distintas situaciones experimentales a partir de problemáticas cotidianas.</p> <p>Utilizar diferentes técnicas de análisis y reconocimiento de compuestos y elementos y analizar los cambios que en ellas se</p>	<p>Plantear situaciones problemáticas relativas a la química y el entorno vinculándolas con otras áreas del conocimiento.</p> <p>Indagar sobre los problemas concretos regionales y diseñar actividades de investigación escolar con sus alumnos.</p> <p>Producir documentos relativos a temáticas relacionadas con cuestiones ambientales, de salud, etc., en su cruce con la química para utilizar con diferentes grupos de alumnos.</p> <p>Contrastar la información de fuentes validadas científicamente con la circulante en los medios de comunicación masiva.</p> <p>Elaborar propuestas experimentales referidas a las relaciones química y entorno adecuadas al curso, nivel y grupo.</p> <p>Ser capaz de aprender el manejo y la manipulación del instrumental que mejora a partir de los avances tecnológicos.</p> <p>Incorporar nuevas técnicas de análisis/síntesis a partir de los nuevos equipos que se incorporan para el trabajo científico.</p>

Metas	Descriptor del alcance de la comprensión		
El alumno de profesorado debe comprender	Nivel 1. Al promediar la formación	Nivel 2. Al finalizar la formación inicial	Nivel 3. En los primeros años del desempeño profesional
<p>Diseños experimentales que permitan explicar la incidencia de factores químicos en el entorno, adecuados a la ciencia escolar</p> <p>La química desde su capacidad de dar respuesta a necesidades de la humanidad y en sus múltiples relaciones con el ambiente y la sociedad</p>	<p>Esquematizar y explicar los procesos relativos al trabajo de laboratorio.</p> <p>Observar, describir y sacar conclusiones sobre distintas experiencias de laboratorio relativas a las relaciones química/entorno</p> <p>Identificar señales del impacto que producen sobre el ambiente y la sociedad las aplicaciones tecnológicas relativas a diferentes procesos químicos</p>	<p>han producido a lo largo de la historia.</p> <p>Llevar a cabo técnicas de síntesis/fabricación de diversos productos de aplicación cotidiana.</p> <p>Poner en práctica diseños experimentales que evidencian las relaciones química/entorno.</p> <p>Predecir lo que ocurrirá en distintas situaciones experimentales a partir de problemáticas cotidianas.</p> <p>Utilizar diferentes técnicas de análisis y reconocimiento de compuestos y elementos y analizar los cambios que en ellas se han producido a lo largo de la historia.</p> <p>Llevar a cabo técnicas de síntesis/fabricación de diversos productos de aplicación cotidiana.</p> <p>Interpretar el impacto que pueden producir sobre el ambiente y la sociedad diferentes aplicaciones tecnológicas relativas a procesos químicos</p>	<p>Elaborar propuestas experimentales referidas a las relaciones química y entorno adecuadas al curso, nivel y grupo.</p> <p>Ser capaz de aprender el manejo y la manipulación del instrumental que se mejora a partir de los avances tecnológicos.</p> <p>Incorporar las nuevas técnicas de análisis/síntesis a partir de los nuevos equipos que se van incorporando para el trabajo científico.</p> <p>Utilizar diferentes analogías para favorecer la comprensión del impacto que pueden producir sobre el ambiente y la sociedad la aplicación de tecnologías relacionadas con la química.</p>

Versión preliminar

Referencias bibliográficas

CAAMAÑO, A. (1996): *La comprensión de la naturaleza de la ciencia*, Alambique 8, Barcelona, Ed. Graó,

GABEL, D. (1999): "Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future" en *Journal of Chemical Education*, volumen 76, Numero 4, April 1999.

FOUREZ, G.(1994): *La construcción del conocimiento científico*, Madrid, Ed. Narcea.

FOUREZ, G. (1998): *Saberes sobre nuestros saberes. Un léxico epistemológico para la enseñanza de la ciencia*, Buenos Aires, Ed. Colihe.

HODSON, D. (1988): "Filosofía de la ciencia y educación científica", en el libro *Constructivismo y enseñanza de las ciencias* compilado por PORLAN, Rafael, GARCIA, Eduardo y Cañal, Pedro., Sevilla, Díada Editora.

JOHNSTONE, A. H. (1993): "The Development of Chemistry Teaching. A Changing Response to Changing Demand" en *Journal of Chemical Education*, Volume 70, Number 9.

MORÍN, E. (1999): "Los siete saberes de la educación del futuro" en Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. [versión digital en <http://www.educar.org>].

TEDESCO, J. C.(2003): "Los pilares de la educación del futuro" ponencia impartida en el ciclo "Debates en educación" organizado por la Fundación Jaume Bofill y la UOC. Barcelona, octubre de 2003. [disponible en <http://www.uoc.edu/dt/20367/index.html>]

Versión preliminar