

MARCO GENERAL  
**CIENCIAS NATURALES**



---

ORIENTACIÓN: ESCUELA SECUNDARIA ORIENTADA EN CIENCIAS NATURALES

TÍTULO A OTORGAR: BACHILLER EN CIENCIAS NATURALES



# INTRODUCCIÓN

La Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales se propone la formación científica y humanística de jóvenes de acuerdo con lo planteado en el Marco General de los diseños curriculares para la Educación Secundaria (Resolución N° 2495/07). En este marco se promueve:

- ofrecer situaciones y experiencias que permitan a los estudiantes la adquisición de saberes para continuar sus estudios;
- fortalecer la formación de ciudadanos y ciudadanas para el ejercicio de una ciudadanía activa en pos de la consolidación de la democracia;
- vincular la escuela y el mundo del trabajo a través de una inclusión crítica y transformadora de los estudiantes en el ámbito productivo.

De acuerdo con estos fines, la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales es una institución en la cual se continúa la formación secundaria de los jóvenes comenzada en el Ciclo Básico, orientándola en los saberes y modos de producción de conocimiento de estos campos disciplinares, concebidos como una forma de la cultura integrada en la sociedad actual y atravesada por sus problemáticas.

Más que promover la formación de futuros científicos, propone constituirse en un espacio formativo de profundización y ampliación de conocimientos en las temáticas de estas ciencias, su divulgación y su impacto sobre la sociedad; ofreciendo un espacio físico e institucional para desarrollar prácticas y saberes tanto en lo relacionado con las problemáticas de carácter específico de cada uno de estos campos, como otras de corte multidisciplinario que ofrecen importantes aportes como es el caso de las temáticas ambientales o las vinculadas con la salud.

Desde este punto de vista la alfabetización científica y tecnológica (ACT), que ha sido el enfoque de enseñanza durante los primeros tres años de la secundaria, se enriquece y complejiza en el Ciclo Superior con el aporte de nuevas y más poderosas herramientas teóricas y prácticas. Estas contribuyen a la formación de jóvenes capaces de analizar críticamente el impacto de las ciencias sobre las instituciones y el imaginario social acerca de la actividad científica. Al mismo tiempo, ofrecen nuevos elementos para comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad y participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo.

Para cumplir con los propósitos arriba enunciados, se han seleccionado materias que, por una parte, toman en cuenta el conocimiento, la visión disciplinar y los impactos tecnológicos alcanzados en las últimas décadas y, por otra, dan una primera aproximación a otros campos, ya no de corte disciplinar sino más complejos e integrados, cuyas producciones provocan fuerte impacto en la vida de las personas y las sociedades. En cada una de las materias no sólo se desarrollan teorías, conceptos y metodologías propias de estas ciencias sino que también se incluyen temas de debate y reflexión acerca de la relación ciencia-tecnología-sociedad y ambiente.

## FUNDAMENTACIÓN

La creación de una Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales en el territorio de la provincia de Buenos Aires está precedida por la decisión política y pedagógica de sostener en este Ciclo Superior una formación integral para los jóvenes. Se sostienen y profundizan las concepciones didácticas y epistemológicas que sustentaron la selección de las materias, los contenidos y los enfoques para la enseñanza de las Ciencias Naturales durante el Ciclo Básico.

Una escuela de Ciencias Naturales debe comprenderse en el marco de las transformaciones que se vienen desarrollando durante las últimas décadas en lo económico y ambiental, y desde la relación cada vez más evidente entre el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la sociedad. La propia ciencia como institución ha sufrido grandes cambios en cuanto a sus formas de producción y validación de conocimiento así como también en las percepciones que sobre ella se construyen.

La sociedad actual está atravesada por múltiples discursos científicos, provenientes de distintas ciencias: las ciencias sociales, las ciencias naturales, la medicina, las ciencias económicas, entre otras. Las ciencias naturales aportan sus resultados a la comprensión actual de los fenómenos y constituyen una de las formas de construcción de conocimiento que impregna la cultura. Desde este punto de vista, han cobrado gran importancia en la actualidad.

Las ciencias –en particular las naturales en el caso de esta Orientación– aparecen de manera inevitable en la percepción del mundo que nos rodea; ya sea desde los términos que incesantemente se incorporan al discurso diario, ya desde los debates que se generan acerca del impacto tecnológico o político de determinada investigación. En este sentido, los términos que desde lo científico se incorporan a lo cotidiano, portan significados y, de esta manera, contribuyen a la interpretación que los ciudadanos hacen de su realidad y de la actualidad. A su vez, sus producciones constituyen aportes necesarios a la hora de comprender y decidir sobre las acciones individuales y sociales a desarrollar frente a las numerosas problemáticas que encuentran explicaciones en las interpretaciones científicas.

Esta Escuela es un espacio en el que, más que formar a los estudiantes como especialistas en este campo de saberes, *se pretende educarlos como ciudadanos a partir de estas ciencias y en conjunción con otros saberes*, buscando una formación integral de los jóvenes que les permita una mirada crítica sobre la producción científica y su impacto en la vida de las personas. Por ello, la propuesta intenta dinamizar y enriquecer los conocimientos e intereses de los estudiantes y abrirles la posibilidad de participar socialmente, integrándose a una comunidad a partir de los saberes, de las preguntas y problemas que estos estudios les provean. En este sentido, se resalta que *no se trata solo de una formación en ciencias sino también sobre las ciencias considerando tanto sus saberes como sus procedimientos*.

Al abordar la formación científica de los estudiantes es necesario considerar a quiénes se dirige y hacia dónde se la orienta. En el Ciclo Básico de la Educación Secundaria se ha adoptado una perspectiva central sobre la que se sustenta la educación en ciencias, que se profundiza en el Ciclo Superior y en esta Orientación en especial. Se trata de un enfoque de las ciencias y su enseñanza a partir de la Alfabetización Científica y Tecnológica (ACT) como forma de aproximar a los estudiantes tanto a los contenidos de ciencias como a los saberes acerca de las ciencias,

desde un enfoque superador de la enseñanza tradicional apoyada en contenidos exclusivamente disciplinares. La ACT, tal como se la concibe en el enfoque adoptado constituye una metáfora de la alfabetización tradicional, en tanto brinda herramientas fundamentales para interactuar de modo racional con un mundo cada vez más atravesado por los productos y discursos de la ciencia y la tecnología, y que permite a la ciudadanía participar y fundamentar sus decisiones con respecto a temas científico-tecnológicos que afectan a la sociedad en su conjunto.

En este sentido, la ACT constituye una forma específica de la formación ciudadana que le permite al estudiante incluirse como actor en cuestiones vinculadas a lo científico tecnológico y que lo interpela como protagonista de la vida política, social y cultural de su comunidad.

En este Ciclo Superior la ACT se profundiza, en tanto aumenta la complejidad de sus objetos de conocimiento y se avanza en la participación ciudadana incentivando a los estudiantes a intervenir socialmente, con criterio científico, en ciertas decisiones sociales y políticas. Del mismo modo, se avanza en los aspectos culturales que involucran la comprensión de la naturaleza de la ciencia, el significado de la ciencia y la tecnología, su incidencia en la configuración social y su articulación con otros campos de saberes.

Es frecuente que en la escuela se produzca una división entre materias humanísticas o sociales y científico tecnológicas, que a menudo se perciben como opuestas. Por el contrario, en esta Orientación se busca que, a lo largo de la formación, los estudiantes construyan una visión crítica del quehacer de la ciencia y de su integración con otras áreas del saber no tecnológicas.

Por eso, la ACT en esta Escuela no sólo se propone formar en saberes científicos, sino formar de manera tal que los jóvenes visualicen la integración de estos saberes en contextos culturales específicos y así contribuir a reducir la brecha entre dos culturas: la científica y la humanística.

Ello implica proporcionar una imagen menos distorsionada de la ciencia y la tecnología, mostrando sus aspectos como producción humana, cultural y social, históricamente situada, y atravesada por las mismas complejidades que caracterizan a la sociedad en la que se desarrolla. Del mismo modo, se promueve una sensibilidad crítica acerca de los impactos sociales y medioambientales de aquellas, y educar para la participación pública en su evaluación y control. Esto implica ampliar los horizontes disciplinares de la cultura de los estudiantes de ciencias, mejorando su formación en los aspectos humanísticos básicos de la ciencia y la tecnología.

Por otra parte, es necesario tener en cuenta que el saber ciencias, y el saber acerca de las ciencias no necesariamente promueve la participación ciudadana, ni el compromiso. No basta con estar informado para creer en la necesidad de ser un actor en los procesos de cambio. La información es una condición necesaria para tener una visión crítica y participar como ciudadano, pero no basta con ello. Es necesario proponerse una formación en la que el aprendizaje a partir de las ciencias no sólo profundice en los saberes científicos, sino que forme ciudadanos conscientes de la necesidad de su inserción en la comunidad para la construcción social de nuevas alternativas frente a las problemáticas científicas, tecnológicas o ambientales.

Por ello es que en esta escuela tienen lugar tanto los contenidos axiológicos –valores culturales y sociales– como las actitudes, sentimientos y emociones, ya que las decisiones personales y grupales sobre las cuestiones científico-tecnológicas están atravesadas por estos aspectos. Por ello, los estudiantes deberán disponer de suficientes espacios institucionales y prácticas escola-

res para reflexionar sobre las ideologías que impregnan la producción científica y acerca de los valores que se ponen en juego cuando ellos toman sus propias decisiones.

## LOS DESAFÍOS DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA EN LA ACTUALIDAD

La finalidad de la enseñanza de las ciencias ha ido variando a lo largo de las últimas décadas, a medida que se ha logrado una mayor universalización en la enseñanza, es decir, que se ha extendido la educación a niveles cada vez más amplios de la población. Si en un principio se consideraba que dicha finalidad era formar futuros intelectuales o científicos, en la actualidad los objetivos de enseñanza deben ser educar científicamente a la población para que sea consciente tanto de las posibilidades de desarrollo que las producciones de las ciencias naturales pueden brindar a las sociedades, como del impacto negativo que las mismas puedan provocar. Es decir, es necesario poner en discusión a la actividad científica como producción humana, desnaturalizando los elementos históricos, sociales y culturales que la impregnan.

El significado que tiene esta educación científica queda reflejado en las siguientes palabras de Marco Berta<sup>1</sup>: "Formar ciudadanos científicamente no significa hoy dotarles sólo de un lenguaje, el científico –en sí ya bastante complejo– sino enseñarles a desmitificar y decodificar las creencias adheridas a la ciencia y a los científicos, prescindir de su aparente neutralidad, entrar en las cuestiones epistemológicas y en las terribles desigualdades ocasionadas por el mal uso de la ciencia y sus condicionantes socio-políticos".

Como se ha señalado, esta ACT sería estéril si no estuviera íntimamente ligada a una educación *de y para* la ciudadanía. Es decir, que los estudiantes, como parte de la población, sean capaces de comprender, interpretar y actuar sobre la sociedad, participar activa y responsablemente sobre los problemas del mundo, con la conciencia de que es posible cambiar la propia sociedad, y que no todo está determinado desde un punto de vista biológico, económico o tecnológico.

La necesidad de una alfabetización científica y tecnológica como parte esencial de la educación general aparece claramente reflejada en numerosos informes de política educativa de organismos internacionales de gran prestigio, tales como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), entre otros.

Es conveniente tener en cuenta que la concepción de ciencia de los estudiantes se construye gradualmente a lo largo de toda la escolaridad y también fuera de ella. Es decir, concebimos la ACT como un continuo de conocimientos y prácticas sobre los mundos natural y artificial, con diferentes grados y niveles de consecución respecto a la edad de los estudiantes, los temas abordados y los contextos culturales y sociales.

Puesto que lo deseable es que la ACT se desarrolle durante todo el proceso de educación, no sólo durante la escolarización, resulta claro que la enseñanza del profesor por sí sola no puede ser el único canal de esta alfabetización. Debe tenerse en cuenta que existen muchas otras instancias que proporcionan aprendizajes acerca de la ciencia, como las diferentes formas de divulgación científica, los medios de comunicación (prensa, radio, televisión, internet, etc.), en diversos ti-

<sup>1</sup> Marco Stiefel, Berta, *Alfabetización científica: un puente entre la ciencia escolar y las fronteras científicas*. Cultura y educación, Vol. 16, N° 3, 2004.

pos de museos de ciencia y tecnología, así como los propios entornos del trabajo, el hogar y, en general, la propia vida, proporcionan también contextos de enseñanza y de aprendizaje que la escuela debe incorporar, como una forma más de vincular la ciencia a la escuela, y a las aulas.

## IMAGEN DE CIENCIA Y ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

La ACT, como se ha presentado, va mucho más allá de lo que se concibe como una función exclusivamente propedéutica, es decir, como enseñanza preparatoria para el estudio de una disciplina, aunque esta también forma parte de los fines de la Educación Secundaria. Existen diversas maneras de entenderla en el sistema escolar, de acuerdo con las concepciones que sobre la actividad científica se plantee. Dependiendo de para qué se considere relevante la ciencia escolar, podrá variar el significado y el alcance que se dé a esta alfabetización. Esto necesariamente tendrá fuertes implicancias en la organización escolar, en la planificación, en el diseño y puesta en práctica de la propuesta en el aula.

Por ello es necesario preguntar qué imagen de ciencia queremos construir en el trabajo con los estudiantes para, en función de ella, poder precisar qué significará un sujeto alfabetizado científicamente.

En el imaginario social existe una idea de ciencia que asocia el saber científico con la idea de "verdad" o "verdadero", que concibe a la ciencia como la manera correcta de observar e interpretar el mundo. Esta idea se asienta sobre la base de algunos supuestos sobre la ciencia y la actividad científica construidos históricamente: la objetividad, la motivación puramente epistémica y la existencia de un método científico infalible.

La objetividad científica, uno de estos supuestos más fuertes, asume que las teorías científicas representan a la realidad tal cual es debido a la existencia de un método científico con base experimental. Se concibe entonces que el conocimiento científico avanza perfeccionando estas representaciones y así se aproxima cada vez más a "la realidad misma".

Esta idea está parcialmente sostenida sobre la creencia de que el conocimiento científico puede ser demostrado mediante experimentos y que es enunciado de una manera clara y sin influencias políticas, ideológicas o éticas. Es decir, la ciencia aparece como "verdadera" porque está fundada en un método "infalible" propuesto por los propios científicos: "el método científico".

A esta idea de objetividad se asocia otra que considera a las investigaciones y producciones científicas como desinteresadas, y sólo orientadas por el deseo de saber y conocer, de "desentrañar los misterios de la naturaleza", al margen de condicionantes políticos e ideológicos. Para muchos pensadores y científicos, ciencia y ética se constituyen como áreas separadas y separables. Así la ciencia queda vinculada exclusivamente con cuestiones relativas al conocimiento empírico, lo que derivará en la actualidad, en una estrecha relación con la tecnología.

Estas mismas creencias, otorgan a la ciencia un carácter de incuestionable. Desde esa perspectiva, todo conocimiento científico es positivo y tiende a mejorar la vida de las personas. Si ello no ocurre es porque la sociedad hace un "mal uso" de los conocimientos que la ciencia produce. De este modo, se la pone al margen de los mecanismos de disputa de poder que atraviesan las sociedades en las que la ciencia se desarrolla.

También por estas razones se otorga a la ciencia y al conocimiento científico una autoridad desmedida: lo científico cobra carácter de verdadero e incuestionable y suele ser invocado desde ámbitos diversos para justificar posturas y acciones que afectan al conjunto de la sociedad y que no siempre pueden dirimirse desde esta óptica, o al menos no exclusivamente desde ella. Estas visiones idealizadas, simplistas, pero no siempre ingenuas de la ciencia, conllevan posturas acerca de cómo debe enseñársela en el contexto escolar:

- las clases de ciencias se basan en la transmisión de un conocimiento que se da como indiscutible;
- la función de la observación y la experimentación es la de ilustrar o comprobar las verdades explicadas en los textos o por el docente.

Estas representaciones de la ciencia y su enseñanza condicionan tanto la mirada de los docentes, como la de los propios estudiantes. Esta concepción refuerza imágenes estereotipadas, que en vez de ser cuestionadas o revisadas, suelen consolidarse en la escuela. En tal sentido tienden a pensar, por ejemplo:

- que las ciencias naturales son muy difíciles de aprender y que sólo están al alcance de los estudiantes más capacitados de la clase;
- que lo que se dice en los libros de textos son verdades indiscutibles;
- que lo que se observa es "real" y nos dice cómo son las cosas, en cambio la teoría es lo que se piensa, son supuestos, abstracciones sin relación con los hechos;
- que los científicos trabajan en los temas elegidos por ellos libremente, ignorando que los presupuestos para investigación se definen en organismos públicos y privados y se corresponden con propósitos no solamente científicos.

Desde el punto de vista de la ACI que se sostiene en los diseños curriculares para la Educación Secundaria se pretende desmitificar la producción científica proporcionando a los estudiantes una mirada crítica sobre la misma que permita valorar sus alcances y limitaciones, comprendiendo que la ciencia no posee respuestas para todo ya que tiene los límites de sus propios marcos de interpretación y de sus condiciones particulares de producción de conocimiento en consonancia con la sociedad y la cultura en las que se desarrolla.

Una visión diferente de la ciencia debe incorporar otras problemáticas a la enseñanza: la necesidad de mostrar el contexto de producción de los conocimientos científicos, tanto como sus resultados. Esta dimensión incluye el marco histórico, las actitudes y los valores, es decir, toda la dimensión social y cultural de la práctica científica. Las consecuencias de esta concepción para la educación en ciencias se traducen en la necesidad de presentar los contenidos teniendo en cuenta cuándo surgieron, quién o quiénes lo produjeron y en qué contextos sociales, es decir, a qué preguntas se está respondiendo con dicho conocimiento.

Si la ciencia no es un conjunto acabado de verdades definitivas e inamovibles, la educación científica no puede consistir en la transmisión de conocimientos que los estudiantes deben recordar y memorizar. Por el contrario, la enseñanza de estas materias debe mostrar correspondencias con los aspectos básicos del quehacer científico mediatizado por una concepción de ciencia como actividad social constructora de conocimiento. En esta concepción desempeñan un papel fundamental las cuestiones metodológicas (la observación controlada, la elaboración de modelos, la puesta a prueba de hipótesis y su investigación, la obtención de datos, su presentación en gráficos y otros tipos de texto, la elaboración de conclusiones, entre otras) y las



actitudes (que incluyen valores y normas), entre las que cabe destacar las relativas al trabajo en equipo, la visión crítica de las relaciones ciencia-sociedad y la carga valorativa de la investigación, las referentes a la resolución de problemas, al proceso de construcción del conocimiento científico, la comprensión y expresión de mensajes científicos, entre otras.

En contraposición con las visiones estereotipadas de la ciencia y su enseñanza, la concepción que se sostiene en esta Orientación de la Educación Secundaria puede sintetizarse en los siguientes aspectos que resultan adecuados para su enseñanza en las escuelas secundarias de la Provincia.

**La ciencia no representa la realidad, la interpreta.** La explicitación de este aspecto resulta central, porque desde esta visión la ciencia no produce una imagen especular de la realidad y, por tanto, las construcciones científicas no son verdaderas ni válidas para todo tiempo y lugar. Es necesario dejar claro a los estudiantes cuál es el papel que juegan las teorías y modelos científicos en el desarrollo de la ciencia. Heisenberg (1985) lo expone con total claridad: "La ciencia no nos habla de la Naturaleza: nos ofrece respuestas a nuestras preguntas sobre la Naturaleza. Lo que observamos no es la Naturaleza en sí misma, sino la Naturaleza a través de nuestro método de preguntar. De hecho la relación del hombre con la naturaleza a través de la ciencia ha ido variando a lo largo de la historia, en función de la concepción que tenía el hombre de sí mismo y de sus finalidades en el mundo".<sup>2</sup>

**La ciencia no es un cuerpo acabado de conocimientos.** En este sentido, se entiende como un proceso de construcción de conocimientos e interpretaciones. Las ciencias naturales, como actividad humana y como forma de interpretar la realidad elaboran modelos, explicativos y predictivos, que permiten el control y el estudio de algunos fenómenos naturales. Esto indica que el discurso que la ciencia elabora de los distintos fenómenos nunca es definitivo ni completo, porque en la esencia del uso de modelos está la del recorte arbitrario del objeto. La comunidad científica construye y sostiene estos sistemas de interpretación en la medida en que no entran en conflicto con otras suposiciones, aunque es sabido que en ciertos momentos, no sólo las leyes se modifican sino que también caen ciertas visiones generales como el fijismo en Biología, el geocentrismo o la teoría del éter en la Física.

**El valor de la observación no es absoluto, sino relativo, y depende de la teoría que orienta al observador.** Los objetos científicos tanto conceptuales como observables son muchas veces "recortes" que sólo puede interpretar una mente entrenada. Por ejemplo, un observador sentado frente a un telescopio puede ver manchas en el cielo pero no podrá llamarlas galaxias si cree que el Universo termina en el sistema solar. De alguna manera, sólo es posible ver aquellas cosas que nuestras teorías dictan como existentes. En la medida en que la comunidad científica "crea" sus objetos para estudiarlos, entonces también delinea en ese proceso, las características observables del mismo y las formas de observar. Por ello, decir que no hay observación sin teoría, significa que la manera de mirar el mundo que el científico adopta condiciona fuertemente aquello que puede ver. De modo que tanto las observaciones sistemáticas como los diseños experimentales son deudores del cuerpo teórico en cuyo marco estas observaciones y estos experimentos se llevan a cabo. Por ejemplo, la construcción de un termómetro sólo tiene sentido a la luz de una buena comprensión de las nociones de calor y temperatura, pero su realización concreta exige resolver problemas prácticos en un proceso complejo con todas las características del trabajo tecnológico.

<sup>2</sup> Heisenberg, W., La imagen de la naturaleza en la física actual. Barcelona, Orbis, 1985.

**No hay un único "método científico".** Aquí se despliegan dos cuestiones importantes. Por un lado, el supuesto "método" científico es una forma que la comunidad de las ciencias naturales adopta para admitir como válidas ciertas afirmaciones en su seno. No es de manera alguna un método para guiar la tarea científica, ni una garantía de correctos descubrimientos. La realización de experimentos reproducibles es una de las formas más específicas de validación del conocimiento científico, pero las circunstancias en que se diseñan esos experimentos y los contextos en los cuales se llevan a cabo son muy diversos. En este sentido, el método experimental es un aspecto (pero no el único ni excluyente) del complejo proceso de investigación. Por otro, las distintas comunidades dan un lugar diferente a este "método": no es lo mismo lo que hace un ornitólogo en el proceso de definir una nueva especie, que lo que debe hacer un estudioso de genética molecular para validar una teoría. No hay un método científico, sino metodologías propias de las ciencias. Esta afirmación tiene importantes consecuencias en la enseñanza. Aún se continúa pensando que el método, seguido rigurosamente, lleva al desarrollo de la ciencia. De este modo, se deja al margen la subjetividad de las personas a las personas que realizan ciencia, y se minimiza el valor que tiene la creatividad en la evolución del pensamiento científico.

Frente a estas creencias es preciso resaltar el papel jugado en la investigación por el pensamiento creativo, que se concreta en aspectos fundamentales y erróneamente relegados en la invención de hipótesis y modelos o en el propio diseño de experimentos. No se razona, en términos de certezas más o menos basadas en "evidencias", sino en términos de hipótesis que se apoyan, es cierto, en los conocimientos adquiridos, pero que son contempladas como "tentativas de respuesta". Entonces, resulta importante reconocer que ese carácter tentativo se traduce en dudas sistemáticas, en replanteamientos, en búsqueda de nuevos caminos, que muestran el papel esencial de la invención y la creatividad, contra toda idea de método riguroso o algorítmico como única vía de investigación.

**La investigación científica se desarrolla, la mayor parte de las veces, en el marco de confrontaciones de intereses.** Por ser una actividad humana que se desarrolla en un contexto cultural e histórico determinado, la investigación científica forma parte de la puja de intereses entre distintos sectores que disputan el poder, cada vez más evidentemente entrelazados con los grandes centros que dirigen las economías mundiales. Asimismo, el trabajo científico, es una actividad en la que no está ausente un cierto grado de subjetividad, atravesada también por las rivalidades entre personas y/o equipos. La competitividad como valor y la evaluación de proyectos para la obtención de financiamiento provocan ocultamiento y manipulación de la información. Así se evidencia por ejemplo en la crónica del descubrimiento de la estructura del Ácido Desoxiribonucleico (ADN) (Watson, 1987)<sup>3</sup>, o recientemente en las polémicas sobre la prioridad en la identificación del virus del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) y sobre la fusión fría. Además, la repercusión social del conocimiento científico guarda estrecha relación con su campo de aplicación tecnológica, o, en otras palabras, con la forma en que puede afectar a las condiciones de vida de la especie humana o a los intereses económicos, aun cuando estas aplicaciones no siempre sean evidentes en un primer momento.

<sup>3</sup> Watson J. D., *La doble hélice*. Madrid, Alianza, 2000.

## LA CIENCIA ESCOLAR

Esta Orientación propone establecer en el interior de las instituciones en las que cobre vida, una comunidad de aprendizaje, en la que los estudiantes tengan la oportunidad de construir, desde sus saberes, las concepciones que dan cuenta de los fenómenos naturales y tecnológicos acorde con los modelos científicos actuales y a la vez accesibles a su comprensión. Sin embargo, es preciso aclarar que la ciencia escolar no es la ciencia de los científicos, sino una versión elaborada para su aprendizaje en los ámbitos escolares. El camino a recorrer será, entonces, desde los saberes de los estudiantes, hacia la comprensión y la interpretación de los modelos y teorías científicas. La ciencia, tal como el estudiante la reconstruye durante la escolaridad, es un puente entre el conocimiento cotidiano con el que se enfrenta habitualmente al mundo y los modelos y marcos teóricos desde los que los científicos interpretan y analizan los fenómenos naturales.

En este sentido, la finalidad de la escuela no es la de formar científicos, sino ciudadanos que deben tener acceso a información actualizada y posibilidades de seguir aprendiendo. La formación científica específica se produce en los ámbitos académicos con su lógica, sus demandas y exigencias, que son posteriores a la escolaridad obligatoria. En este nivel de la escolarización, común y obligatoria, lo que debe estar presente junto con la apropiación de los contenidos de las respectivas materias, es la adquisición de herramientas que permitan a los estudiantes construir conocimiento y desarrollar estrategias para el aprendizaje autónomo, a partir del trabajo conjunto con sus compañeros y docentes.

Existe una creencia generalizada de que pueden enseñarse los contenidos científicos "tal cual son", suponiendo que pudiera hacerse una traslación de prácticas y conceptos del ámbito de las disciplinas científicas al aula. Esta concepción es errada porque no toma en cuenta las singularidades propias de cada uno de estos ámbitos, ciencia y escuela.

Frente a esta postura, se propone considerar a la *ciencia escolar* como "una visión selectiva de contenidos [...] de tal forma que la selección consiste en un relevamiento de los conceptos estructurantes de diversas disciplinas científicas, adaptados a su máxima profundidad según las condiciones de entorno de cada situación de enseñanza en particular (edad de los estudiantes, recursos de diferente índole, condicionantes socioculturales, etcétera)".<sup>4</sup> Esta aproximación implica que cada estudiante al final de la educación obligatoria conocerá determinados conceptos científicos que podrá relacionar con fenómenos naturales con los que convive, informaciones que recibe a través de los medios de comunicación o explicaciones que lee o escucha. También adquirirá una idea acerca de cómo la ciencia construye saberes y los valida, sus límites y posibilidades y de cuál puede ser su lugar en los debates científicos y tecnológicos que ocurran en su comunidad o en su entorno. Este enfoque ha sido la base de la construcción de las disciplinas escolares de ciencias naturales durante los tres primeros años de la Educación Secundaria y continúa con mayor profundidad conceptual e integradora en los tres años de la Orientación.

Serán los estudios superiores en un área científica específica, los que aportarán a quienes elijan esa dedicación, los conocimientos necesarios para el quehacer profesional en dicha área.

<sup>4</sup> Aduriz Bravo, A. Galagovsky, L., "Modelos y Analogías en la enseñanza de las ciencias" en *Enseñanza de las ciencias*, N° 19, Volumen 2, 2001.

## LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LOS DERECHOS CIUDADANOS

La ciencia y la tecnología se perciben con dos caras, una de seducción y otra de desencanto; la enseñanza de las ciencias, por tanto, se inserta actualmente en este contexto. Por un lado, los objetos tecnológicos son parte de nuestra cotidianeidad y a veces simplifican muchas tareas arduas y, por otro, su comprensión requiere aparentemente de un caudal de saberes que nunca podrían alcanzarse por completo. Ambos puntos de vista comprometen la enseñanza de las ciencias.

Aunque la ciencia y la tecnología están casi omnipresentes en las sociedades actuales, los hábitos sociales tienden a excluirlas en las relaciones cotidianas. Paradójicamente, el conocimiento científico y tecnológico no suele formar parte de las relaciones sociales y culturales, ni del acervo necesario para la convivencia y la ciudadanía. De hecho, la ciencia y tecnología son percibidas como un conocimiento hermético e inaccesible para la mayor parte de las personas, y también como peligrosos instrumentos de opresión y control social al servicio del poder político, económico, militar y de minorías elitistas. Esta percepción negativa de la ciencia y la tecnología genera desconfianza, cuando no un abierto rechazo, tanto entre estudiantes como en sus familias, sobre todo ante algunas decisiones científico tecnológicas públicas, como puede ser la implementación de determinadas biotecnologías, los ensayos nucleares, el uso de transgénicos, etcétera.

Ahora bien, las razones para este desencanto no sólo son externas. Algunas provienen de la propia ciencia y tecnología, sobre todo por la escasa atención que la mayoría de los científicos suelen prestar a la comunicación de la ciencia a la sociedad. Así visto, el ciudadano común no entiende las controversias científicas que a veces se le plantean, ni se siente parte de ellas, con el consiguiente perjuicio para su participación ciudadana, lo que se traduce en la delegación de las decisiones a expertos y políticos, generando una tendencia a favor de la tecnocracia.

Acceder a los conceptos, procedimientos, metodologías y explicaciones propias de las ciencias naturales no es sólo una necesidad sino un derecho de los estudiantes por lo que implica respecto de su formación presente y futura. La escuela debe garantizar que este campo de conocimientos que la humanidad ha construido a lo largo de la historia, para dar cuenta de los fenómenos físicos, químicos, biológicos, astronómicos y geológicos entre otros, se ponga en circulación dentro de las instituciones de esta Orientación, se comparta, recree y distribuya democráticamente.

Aun cuando en la actualidad la información circule con mayor fluidez y resulte más sencillo el acceso a los datos, esto no garantiza que la misma se distribuya igualitariamente o que se la pueda comprender sin preparación anterior. Con frecuencia, se dispone de gran cantidad de datos que no alcanzan a constituirse en información por falta de marcos referenciales que permitan contextualizarlos.

Enseñar ciencias no es exclusivamente transmitir información. Se enseña ciencias para ayudar a comprender el mundo que nos rodea, con toda su complejidad, y para dotar a los estudiantes de estrategias de pensamiento y acción que les permitan operar sobre él, conocerlo y transformarlo. Esto requiere de habilidades que sólo pueden desarrollarse poniendo en interacción la percepción y las explicaciones personales sobre el mundo con las teorías científicas que lo modelizan; que sólo pueden desarrollar los estudiantes a través de la participación activa y comprometida con su aprendizaje, y que requiere modalidades de enseñanza que lo impliquen y lo interpelen como protagonista de esa apropiación de significados y sentido.

# PROPÓSITOS

Conforme a los fines planteados en la Ley Provincial de Educación, para que la Educación Secundaria promueva y consolide la formación de los estudiantes como ciudadanos, los prepare para la continuidad de los estudios superiores y vincule la escuela con el mundo del trabajo y la producción, y en consonancia con la visión de las ciencias y de su enseñanza, la Escuela Secundaria con Orientación en Ciencias Naturales se propone:

- garantizar el abordaje, tratamiento y adquisición de conocimientos actuales y relevantes de los diversos campos científicos, sus principales problemas, contenidos y aproximación a sus métodos, a través de propuestas de enseñanza que resguarden la especificidad de dichos campos, para favorecer una más compleja comprensión del mundo;
- desplegar una variedad de estrategias didácticas e institucionales que garanticen el abordaje, tratamiento y adquisición de conocimientos científicos, conjuntamente con la inclusión, permanencia y continuidad de los estudiantes en el sistema educativo;
- promover la planificación y desarrollo de propuestas y actividades (investigaciones, seminarios, exposiciones de temas científicos o del impacto de la ciencia en lo social) que promuevan una progresiva autonomía en la organización del estudio y alienten el trabajo colectivo con crecientes niveles de responsabilidad y toma de decisiones;
- propiciar modos de construcción del conocimiento escolar que profundicen el vínculo de la institución educativa con otras instituciones, tanto en el ámbito productivo como en el académico, para sostener una formación escolar en ciencias situada y estratégicamente ubicada en un proyecto de desarrollo provincial, nacional y regional;
- habilitar y promover la organización de propuestas y actividades áulicas e institucionales que favorezcan el desarrollo de una mirada crítica y autónoma sobre la diversidad de opciones que presentan los diferentes campos de las ciencias con el fin de permitir una adecuada elección profesional, ocupacional y de estudios superiores de los adolescentes, jóvenes y adultos que la transitan;
- sostener discursos y acciones consistentes con el reconocimiento de las diferencias culturales sin que ello signifique la naturalización de las desigualdades sociales, y habilitar instancias de construcción del conocimiento escolar en las que se articulen la enseñanza de las disciplinas científicas y el reconocimiento del derecho de distintos grupos y comunidades a la construcción de su identidad basada en sus propias creencias y valores culturales;
- disponer las medidas organizativas y académicas que promuevan la realización de salidas de estudiantes y docentes a instituciones de otros ámbitos, así como también la visita de investigadores y técnicos a la institución, según lo demande cada proyecto, velando constantemente por el sentido pedagógico y didáctico de estas actividades;
- habilitar y establecer espacios institucionales para favorecer la coordinación de tareas compartidas entre distintos profesores, de acuerdo con las necesidades de los proyectos y las posibilidades de la institución;
- establecer y acordar al interior de cada institución una organización escolar que asegure el uso racional y coordinado de laboratorios, biblioteca, sala de informática y el conjunto de recursos de tecnología educativa con que se cuenta.

# EL EGRESADO DE LA ESCUELA SECUNDARIA

Al terminar su formación, el egresado de la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales estará en condiciones de:

- sostener una visión integradora y actualizada tanto de las diferentes disciplinas científicas, como del papel de la ciencia en la sociedad;
- reconocer a la ciencia como una producción histórica y socialmente situada, relevante en su entorno cultural, cuyos resultados son provisionales y tentativos dentro de los marcos en los que trabaja;
- elaborar juicios propios y autónomos frente a argumentos que se esgrimen en nombre de la ciencia y del conocimiento científico;
- identificar los distintos intereses y relaciones de poder que son parte del proceso de producción, distribución y consumo de los conocimientos científicos;
- valorar el papel de la producción científica y tecnológica como posibilidad de mejorar la calidad de vida del conjunto de la sociedad desde una concepción humanista y democrática de la ciencia;
- interpretar, organizar y procesar datos propios o de otros a través del manejo de herramientas informáticas básicas y específicas;
- leer, analizar e interpretar diversos textos y formatos no textuales referidos a información científica reconociendo su pertenencia disciplinar y su verosimilitud;
- utilizar los datos provenientes de diversas fuentes (bibliográficas, experimentales, etc.) al trabajar sobre un problema;
- fundamentar sus opiniones y comunicar sus resultados a otros mediante de herramientas discursivas, convencionales o informáticas que seleccione para la presentación;
- participar en proyectos de gestión o investigación escolar comprendiendo los recortes establecidos y las variables seleccionadas, adoptando las estrategias necesarias para su implementación y desarrollo.

## ORGANIZACIÓN CURRICULAR

El Ciclo Superior se organiza en una doble direccionalidad. Por un lado, continúa con la concepción curricular de los tres primeros años, en tanto tiene los mismos objetivos, profundiza la prescripción didáctica y centraliza a nivel jurisdiccional las definiciones de temas y contenidos, y por otro, busca la formación específica para la próxima inserción laboral, la continuidad de los estudios y el ejercicio de los derechos y las responsabilidades de la ciudadanía política en ciernes. La conjugación de una sólida formación común y general con el logro de precisión en la formación específica es la matriz de esta estructura.

La organización curricular de la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales es disciplinar y por materias. Si bien las materias tienen como referentes conceptuales a determinado grupo de disciplinas académicas, mantienen, en el Ciclo Superior, el carácter de disciplinas escolares ya que se constituyen a partir de:

- consideraciones de tipo epistemológicas expresadas en la fundamentación;
- consideraciones acerca de las conceptualizaciones y paradigmas socialmente significativos de los campos de conocimiento de referencia;

- consideraciones de tipo pedagógico-didácticas en función de los propósitos formativos del Ciclo y la experiencia educativa de los estudiantes.

La organización curricular busca un necesario equilibrio entre la formación común y los saberes específicos de esta Orientación. Así, las materias se organizan en dos grandes campos:

- **Materias de la formación común:** se desarrollan en todas las orientaciones de la Escuela Secundaria como parte de una formación general para todos los estudiantes de la Provincia. Estas materias son: Arte, Biología, Educación Física, Geografía, Historia, Inglés, Introducción a la Física, Introducción a la Química, Literatura, Matemática-Ciclo Superior, Política y Ciudadanía, Salud y Adolescencia, Nuevas Tecnologías de la Información y la Conectividad (NTICx), Trabajo y Ciudadanía.
- **Materias de la formación orientada:** aportan conocimientos conceptuales y metodológicos específicos que completan y amplían los de la formación común. Profundizan la formación dentro del campo de la Orientación y están en relación con la concepción de ciencia sostenida en esta escuela secundaria. Mientras algunas de ellas profundizan dentro de campos disciplinares específicos, otras son de carácter integrador. Estas materias son: Biología, genética y sociedad, Física, Física clásica y moderna, Introducción a la Química, Química del Carbono, Ciencias de la tierra, Filosofía e historia de la ciencia y la tecnología y Ambiente, desarrollo y sociedad.

Materias de la formación común	Materias de la formación orientada
Arte	Ambiente, desarrollo y sociedad
Biología	Biología
Educación Física	Biología, genética y sociedad
Geografía	Ciencias de la tierra
Historia	Física
Inglés	Filosofía e historia de la ciencia y la tecnología
Introducción a la Física	Física clásica y moderna
Introducción a la Química	Fundamentos de Química
Literatura	Química del Carbono
Matemática-Ciclo Superior	
Política y Ciudadanía	
Salud y Adolescencia	
NTICX	
Trabajo y Ciudadanía	

A lo largo de los seis años, las materias se organizan tendiendo a una especialización progresiva desde primero a sexto año. Esta especialización se refleja en los contenidos y en el número de materias orientadas, progresivamente mayor, a lo largo del Ciclo Superior. De este modo, se ofrece a los estudiantes un período de transición en el cual puedan fortalecerse para la toma de decisiones con respecto a su formación futura.

En 5° y 6° año, además de la creciente especialización, también se promueve la vinculación con la comunidad en distintas instancias. Las materias promoverán la interacción de los estudiantes con instituciones académicas y laborales relacionadas con la ciencia y la tecnología, que funcionarán

como fuentes de datos, proveerán oportunidades de vincularse con instrumental, procedimientos y tecnologías no escolares, así como también con las problemáticas y formas de trabajo específicas de dichos ámbitos. El vínculo con técnicos, investigadores, académicos, personal de apoyo, trabajadores, será fuente de conocimiento acerca de oportunidades laborales en el área o de las posibilidades para estudios posteriores, favoreciendo la orientación vocacional.

## JUSTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN CURRICULAR

La organización del Ciclo Superior de la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales se fundamenta en tres criterios y/o principios interrelacionados:

- progresiva especificidad disciplinar y continuidad con las materias del Ciclo Básico: a medida que se avanza en el Ciclo Superior, se incluyen materias cada vez más específicas en sus contenidos disciplinares, generando mayor profundidad en los tratamientos de las problemáticas de cada campo, que vienen siendo abordadas desde el Ciclo Básico. Esta creciente especialización implica, por un lado, ampliar las miradas dentro de cada campo de conocimiento, haciéndolas cada vez más específicas y, por otro, trabajar los contenidos de cada materia con un nivel creciente de complejidad, profundizando la mirada y los alcances de cada una de ellas.
- la creciente especificidad de las materias a lo largo del Ciclo Superior: desde este punto de vista debe consignarse que la proporción de materias de la formación común y las de formación orientada varía durante los tres años. A medida que avanza la escolarización del estudiante las materias comunes disminuyen y dan lugar a las orientadas, además del aumento de la carga horaria;
- integración creciente de los campos de conocimiento: para evitar la fragmentación de saberes y aumentar las posibilidades de transferencia de conocimientos a contextos sociales en los que los jóvenes participan, se da entrada progresivamente a lo largo del Ciclo a materias de carácter integrador. En las mismas se integran saberes disciplinares con cuestiones vinculadas a la articulación entre ciencias y sociedad.

Las materias, tanto comunes como orientadas, tienen como referentes externos a los campos académicos de conocimiento. Sin embargo, por el carácter escolar de las mismas y por los enfoques de cada una de ellas, han sido organizadas como materias, atendiendo a su condición de *disciplinas escolares*. Esto significa que los recortes presentados dentro de cada materia, atienden, tanto a los referentes disciplinares académicos, como a las particularidades de la situación escolar. En este sentido, la selección de los contenidos y los enfoques de enseñanza refieren, simultáneamente a las finalidades de la Educación Secundaria y a los requerimientos académicos de los campos disciplinares sin que estos se conviertan en la única referencia de formación.

Las materias están diseñadas de modo tal que permiten una apropiación de los principales campos de la cultura actual, en una perspectiva que posibilite la transferencia de los conocimientos construidos durante la escolaridad a los ámbitos en los que los jóvenes desarrollan y habrán de desarrollar su actividad. De este modo, las materias son espacios de formación sistemáticos que implican aproximaciones cada vez más profundas y complejas a los diferentes campos de saber, tanto como a las implicancias y usos de los conocimientos de estos campos en el espacio social más amplio.



Las materias propias de la Orientación (Química, Física, Biología, etc.) están presentes todos los años y con una carga horaria que permite el desarrollo de las prácticas propias en cada una de ellas. La continuidad de las mismas a lo largo de todo el Ciclo Superior tiene por objeto cubrir los temas específicos de cada campo, aumentando la complejidad y profundizando su tratamiento.

El 4º año presenta las materias que son el fundamento de las ciencias naturales, permitiendo una primera aproximación a la Orientación y dando la oportunidad a los estudiantes de tomar decisiones posteriores mejor fundadas. Aparecen allí, materias como Biología, Introducción a la Química e Introducción a la Física. Mientras que Biología continúa el desarrollo de los contenidos iniciado en el Ciclo Básico, Introducción a la Química e Introducción a la Física presentan un panorama de los grandes temas de estos campos que por primera vez en esta Escuela Secundaria aparecen como materias separadas. Esta inserción en sus campos específicos, profundiza los temas disciplinares y sus aplicaciones que, si bien se iniciaron en el Ciclo Básico en la materia Físicoquímica, se delinearán con mayor especificidad a partir del Ciclo Superior.

En el 5º año, las materias de la Orientación aumentan en número y carga horaria de modo que posibilitan una formación más específica, sin descuidar la formación común. Así, Fundamentos de Química, Biología, Física y Ciencias de la tierra, van ampliando el panorama de las ciencias naturales, introduciendo perspectivas nuevas y enriquecedoras del campo.

El 6º año, está aún más orientado ya que junto con Física clásica y moderna, Química del Carbono y Biología, genética y sociedad, que continúan a las de 5º y amplían el panorama conceptual y metodológico de estos campos, aparecen otras nuevas que trascienden lo disciplinar ya que articulan saberes de distintos campos. Se trata de Ambiente, desarrollo y sociedad y Filosofía e historia de la ciencia y la tecnología. Estas materias permiten problematizar el campo de las ciencias naturales al aportar miradas críticas e integradoras de la práctica científica y su vinculación con problemáticas sociales, filosóficas y éticas.

Las diversas materias, tanto las de corte disciplinar como las integradoras, promueven el desarrollo de proyectos de investigación y de participación, brindando una oportunidad para que los estudiantes comiencen a enfrentarse a problemas de tipo científico-tecnológicos y que, en ese marco, establezcan los objetivos, se distribuyan las tareas, ejerzan funciones de coordinación, aprendan a superar las dificultades que se presenten tanto en los vínculos dentro del grupo como fuera del mismo. El aprendizaje de la colaboración entre pares es también un importante componente de la educación científica que esta Orientación debe fomentar. La autonomía de los estudiantes frente al conocimiento y a sus elecciones futuras, tanto académicas como laborales, debe ser concomitante con el reconocimiento de la inserción de los mismos en el mundo social.

Así durante los tres años del Ciclo Superior, se incrementa la carga horaria destinada a espacios de la Orientación, sus prácticas específicas y su problematización, y se promueve una creciente autonomía en los estudiantes.

## ESTRUCTURA CURRICULAR

4° año	5° año	6° año
Matemática-Ciclo Superior	Matemática-Ciclo Superior	Matemática-Ciclo Superior
Literatura	Literatura	Literatura
Educación Física	Educación Física	Educación Física
Inglés	Inglés	Inglés
Introducción a la Física	Física	Física clásica y moderna
Introducción a la Química	Fundamentos de Química	Química del Carbono
Biología	Biología	Biología, genética y sociedad
Salud y Adolescencia	Política y Ciudadanía	Trabajo y ciudadanía
Historia	Historia	Filosofía e historia de la ciencia y la tecnología
Geografía	Geografía	Ambiente, desarrollo y sociedad
NTICx	Ciencias de la tierra	
	Arte	

## PLAN DE ESTUDIOS

Año	Materias	Carga horaria semanal	Carga horaria total
4° año	Literatura	3	108
	Matemática-Ciclo Superior	3	108
	Educación Física	2	72
	Inglés	2	72
	NTICx	2	72
	Salud y Adolescencia	2	72
	Introducción a la Química	2	72
	Introducción a la Física	2	72
	Biología	2	72
	Historia	2	72
	Geografía	2	72
		24	864

<b>5° año</b>	Literatura	2	72
	Matemática-Ciclo Superior	3	108
	Educación Física	2	72
	Inglés	2	72
	Política y Ciudadanía	2	72
	Ciencias de la tierra	2	72
	Fundamentos de Química	3	108
	Física	3	108
	Biología	2	72
	Historia	2	72
	Geografía	2	72
Arte	2	72	
		<b>27</b>	<b>972</b>

<b>6° año</b>	Literatura	3	108
	Matemática-Ciclo Superior	4	144
	Educación Física	2	72
	Inglés	2	72
	Trabajo y Ciudadanía	2	72
	Química del Carbono	3	108
	Física clásica y moderna	3	108
	Biología, genética y sociedad	3	108
	Ambiente, desarrollo y sociedad	2	72
	Filosofía e historia de la ciencia y la tecnología	2	72
			<b>26</b>
Total carga horaria del Ciclo Superior de la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales		<b>77</b>	<b>2.772</b>

# CONTENIDOS MÍNIMOS DE LAS MATERIAS ORIENTADAS

## BIOLOGÍA

Se desarrollan los principales conceptos que permiten comprender la Teoría Sintética de la Evolución. A su vez, se aborda la cuestión de la Evolución humana. Cada unidad incorpora como contenido un tema de debate estrechamente vinculado a los conceptos estudiados.

- **La Evolución humana.** Teorías y evidencias de la evolución humana. El lugar del hombre en el reino animal. El linaje homínido. La diversidad en el género homo. Hipótesis sobre los orígenes del Homo sapiens. Expansión y dominio del hombre sobre el planeta: el hombre como factor evolutivo. Evolución del cerebro humano. Concepto de cefalización en el mundo animal. Hominización y cerebralización: origen evolutivo del cerebro humano. Estructura y funciones básicas del cerebro humano. Cambio biológico y cambio cultural. El determinismo biológico a debate: genes, cerebro y comportamiento.
- **El origen de las especies.** Biología de las poblaciones. Principales características de las poblaciones. Estabilidad y cambio en las poblaciones. Variabilidad genética y ambiental. La población como unidad evolutiva. Principales modelos de especiación. *El mecanismo de la evolución a debate: modelos alternativos para explicar el cambio evolutivo.*
- **Bases genéticas del cambio evolutivo.** Origen de la variabilidad genética. Duplicación del material genético, transcripción y traducción de la información genética: la síntesis de proteínas. Genes y ambiente. Mutaciones genéticas y cromosómicas. Genes estructurales y genes reguladores. Consecuencias evolutivas del cambio genético. Cambios genéticos inducidos: tecnologías de ADN recombinante. El determinismo biológico a debate: conocimiento y modificación del genoma humano.

## FUNDAMENTOS DE QUÍMICA

Se presentan y profundizan los fundamentos de la interpretación actual del cambio químico, sus singularidades y las variables que operan en él. A partir de estas profundizaciones, se interpretan procesos biológicos, tecnológicos e industriales de importancia en nuestro país y en el mundo.

- **Agua y soluciones acuosas en la naturaleza.** La composición del agua de mar. Unidades de concentración. Molaridad y expresión de la concentración. La definición de agua potable del Código Alimentario Argentino. Propiedades de las soluciones: densidad, viscosidad, color, etc. Teorías de la disociación de electrolitos: Arrhenius, Brønsted y Lewis. Propiedades coligativas (ascenso ebulloscópico, descenso crioscópico y presión osmótica) y molalidad.
- **Equilibrios en solución.** Reacciones de precipitación. Equilibrios de precipitación en los océanos: carbonatos y sulfatos. Contaminación de los cursos de agua y equilibrios de precipitación: cromo, hierro y aluminio. Solubilidad. Ley de Henry y fracción molar. Disolución de oxígeno y dióxido de carbono en agua y demanda biológica de oxígeno. El transporte de dióxido de carbono en sangre. El comportamiento ácido-base del agua: autoprotólisis del agua. pH. Definición de ácido y base: Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis. Reacciones ácido-base. Equilibrio ácido-base. La regulación del pH en los océanos y en la sangre. Soluciones reguladoras. Ecuación de Henderson.

- **Electroquímica y almacenamiento de energía.** Reacciones redox. Hemirreacciones. Celdas electroquímicas. Pilas y baterías. La batería de plomo/ácido sulfúrico. Pilas secas. Pilas alcalinas. Disposición de las baterías: consecuencias ambientales. Alternativas. Electrólisis. Estequiometría en reacciones redox y leyes de Faraday de la electrólisis. Reacciones redox orgánicas y biológicas. Interconversión entre energía eléctrica y energía química en la fosforilación oxidativa y en las usinas eléctricas. Corrosión.
- **Química y procesos industriales.** La producción de ácido sulfúrico. Solubilidad. Calores de disolución y de dilución. Preparación de soluciones: dilución, mezcla y disolución. Velocidad de reacción. Dependencia con la temperatura, la superficie de contacto y las concentraciones. Modelo cinético-molecular y temperatura. Modelo de colisiones y modelo del complejo activado. Catalizadores. Las enzimas como catalizadores biológicos: procesos biotecnológicos. Estequiometría. El equilibrio químico como proceso dinámico: igualdad de velocidades de reacción directa y de reacción inversa.

## FÍSICA

Se propone desarrollar el estudio de uno de los campos de la Física que mayor impacto tecnológica ha tenido en los últimos 150 años: el electromagnetismo. La electricidad y el magnetismo son un caso paradigmático de desarrollo de ciencia y tecnología, por eso se ha elegido estudiar este campo de saberes a partir de los fenómenos eléctricos y magnéticos en nuestro alrededor y llegando luego hasta estudios más abstractos.

- **Fuerzas eléctricas y magnéticas.** La fuerza eléctrica. La electricidad observable: de Tales a Van de Graaff. El desarrollo de la noción de campo eléctrico. Interacción entre cuerpos con carga eléctrica. Ley experimental de Coulomb. Trabajo para mover una carga eléctrica. Concepto de diferencia de potencial. Energía electrostática.
- **Los materiales frente a la electricidad.** Conductores, aislantes y semiconductores. Modelo microscópicos de cada uno. Potencial de ruptura. Capacitores, dieléctricos.
- **Fuerzas magnéticas.** El campo magnético. Fuerzas sobre imanes y sobre corrientes. El campo terrestre. Variaciones seculares. Magnetosfera y protección terrestre.
- **Los materiales frente el magnetismo.** Diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo (anti-ferromagnetismo). Modelo microscópico de cada uno. Ejemplos. Imanes permanentes y temporales. Los imanes en la vida cotidiana. Comparación entre valores de las fuerzas provocadas por diferentes imanes
- **Corrientes y efectos.** Conducción en sólidos y líquidos: El fenómeno de conducción. Conducción electrónica y conducción iónica. Corriente eléctrica. Ley de Ohm. Dependencia de la resistencia con la temperatura.
- **Circuitos eléctricos.** Pilas y generadores de diferencia de potencial. Circuitos elementales. Circuitos serie y paralelo. Conservación de la energía y conservación de la carga. Leyes de Kirchhoff. Circuitos domiciliarios. Generación y transmisión de energía eléctrica: Corriente continua y alterna.
- **Efectos de la corriente eléctrica.** Termocuplas. Efectos magnéticos. Electroimanes. Parlantes. Protección y seguridad eléctrica: cable a tierra, llaves térmicas, termomagnéticas, disyuntores diferenciales.
- **Fenómenos electromagnéticos.** Interacciones electromagnéticas: Ley de inducción de Faraday. Concepto de flujo magnético. Un campo de fuerzas magnéticas como generador de una corriente eléctrica. Aplicaciones cotidianas. Motores sencillos. Generadores de electricidad.

- **Campo y ondas electromagnéticas.** El campo electromagnético. Aplicaciones de los fenómenos electromagnéticos en la vida cotidiana. Maxwell y Hertz. Ondas electromagnéticas y ondas mecánicas: diferencias y similitudes. La luz como onda. Diferentes tipos de ondas electromagnéticas. El espectro electromagnético. Usos y aplicaciones de ondas electromagnéticas.
- **Propagación de la luz.** La óptica geométrica: Las leyes de la óptica: Leyes fundamentales de la óptica geométrica. Lentes y espejos. Marcha de los rayos. El sistema óptico del ojo. Anteojos. Telescopios. Microscopios. Guías de onda y fibra óptica: Guías de onda de materiales dieléctricos y conductores. Modos de propagación. Aplicaciones. Fibras ópticas. Guías y fibras en la vida cotidiana. Aplicaciones en comunicaciones. Aplicaciones medicinales.

## CIENCIAS DE LA TIERRA

Se desarrollan conceptos relacionados con la historia y la dinámica del planeta y se abordan las bases geológicas que permiten comprender algunas problemáticas ambientales.

- **La geósfera y su dinámica. Estructura interna y composición de la Tierra.** Las ondas sísmicas y discontinuidades dentro del Planeta. Estructura geoquímica (corteza, manto núcleo) y estructura dinámica (litosfera, astenosfera, mesosfera y núcleo). Controversias sobre la Astenosfera. Tectónica de Placas. Origen, antecedentes. Controversias fijistas-movilistas sobre el origen de las Cordilleras. Fundamentos del supercontinente PANGEA. Fundamentos cronológicos y paleomagnéticos de la expansión del fondo oceánico y la deriva de los continentes. Placas Litosféricas: Causas del movimiento y los procesos geológicos en sus bordes activos (volcanismo, terremotos, cordilleras). Ciclo de Wilson.
- **El paisaje geológico. Materiales endógenos y exógenos.** El ciclo de las rocas. Ambientes geológicos (endógenos y exógenos) y los procesos formadores de minerales y rocas. Las rocas y sus cambios: deformación y meteorización. Interacciones entre la geosfera, atmósfera, hidrosfera, biosfera. Geoformas endógenas y exógenas. Las geoformas del paisaje como expresión superficial de las interacciones entre procesos endógenos y exógenos. Procesos modeladores endógenos (Tectónica de Placas, volcanismo) y procesos modeladores exógenos (eólico, hídrico, glaciario y de remoción en masa: sus geoformas de erosión y de acumulación).
- **Recursos y riesgos geológicos.** Diferencias entre recursos y reservas. Concepto de renovabilidad. Recursos mineros: tipos y aplicaciones. Recursos edáficos (suelos): su origen y evolución. Recursos hídricos: origen, calidad y volúmenes. El ciclo del agua (superficial y subterráneo). Recursos territoriales: características del relieve para el mejor aprovechamiento de él y de sus componentes. Las razones geológicas de la distribución de los recursos, en escala local, regional y global. Riesgos geológicos. Conceptos de Amenazas, Riesgos, Daños e Impacto ambiental. Riesgos, endógenos y exógenos (vulcanismo, terremotos, tsunamis, inundaciones, desmoronamientos, avalanchas, colapsos, erosión de suelos, salinización de acuíferos, etc.) Las razones geológicas de la distribución de las amenazas, en escala local, regional y global.
- **Historia geológica del paisaje. Espacio geológico.** Representación espacial y temporal de rocas y geoformas: mapas y perfiles geológicos (imágenes satelitales). El tiempo geológico. Principios básicos de la Geología (superposición, relaciones cruzadas, inclusión e intrusividad). Discordancias. Escalas de tiempo. Edades relativas y absolutas. Los fósiles, origen, edades. Historia Geológica del Paisaje. Principios básicos de la Geología (Actualismo, Horizontalidad original y Continuidad lateral de estratos). Historia geológica: Reconstrucción cronológica y espacial de los sucesos geológicos que justifican la configuración geológica de una región singular. Principios básicos de la geología. Geología e impacto ambiental.

## QUÍMICA DEL CARBONO

Se desarrollan conceptos vinculados con la singularidad del carbono y los variados e importantes compuestos que a partir de este elemento se forman. Cuestiones como el comportamiento de las moléculas asociadas a la vida, la formación de polímeros, las reacciones de tratamiento de efluentes son interpretadas desde este marco teórico general.

- **El enlace covalente.** Modelo atómico actual. Niveles y subniveles de energía. Los orbitales atómicos. Configuraciones electrónicas. Relación entre la configuración electrónica de un elemento y su posición en la Tabla Periódica. Propiedades periódicas. Teoría de enlace de valencia. Teoría de la hibridación de los orbitales atómicos. Diferentes tipos de hibridación para el átomo de carbono.
- **Compuestos orgánicos: estructura, propiedades y reacciones químicas.** Predicción de propiedades físicas y químicas a partir de consideraciones estructurales en compuestos orgánicos. Sitios de reacciones orgánicas. Principales tipos de reacciones orgánicas.
- **Polímeros de importancia biológica.** Moléculas quirales. Estereoisomería. Series de cetosas y aldosas. Formas cíclicas de hemiacetal de un azúcar. Azúcares reductores y no reductores. Arreglos glicosídicos frecuentes en disacáridos naturales. Polisacáridos. Proteínas simples y proteínas compuestas. Hemoglobina. Modelos de acción enzimática. Cofactores. Factores que afectan la actividad enzimática.
- **Consideraciones generales sobre metabolismo.** Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Respiración y fermentación. Degradación de la glucosa. Regulación del metabolismo de la glucosa. Catabolismo de ácidos grasos. Integración metabólica.
- **Polímeros sintéticos.** Polímeros más frecuentes: monómeros y usos. Diferentes criterios para la clasificación de polímeros. Relaciones entre usos y estructura molecular. Comportamiento de los materiales poliméricos frente a la temperatura. Mecanismos de reacción. Rupturas homolíticas, rupturas heterolíticas e intermediarios de reacción.

## FÍSICA CLÁSICA Y MODERNA

Los contenidos se desarrollarán de acuerdo con los siguientes ejes:

- **Mecánica y partículas.** Movimientos y su descripción: descripción de movimientos mediante gráficos y ecuaciones. Parámetros de movimientos: velocidad y aceleración. Análisis cualitativo de movimientos diversos. Movimientos característicos: Movimientos variados y uniformemente variados. Movimientos en dos dimensiones. Composición de dos movimientos. Fuerzas, equilibrios y movimientos. Fuerzas e interacciones sobre partículas. Efectos de las fuerzas. Condiciones de equilibrio. Leyes de Newton. Estudio de sistemas sencillos. Movimientos rectilíneos y curvilíneos. Fuerzas elásticas y oscilaciones.
- **Mecánica y Fluidos.** Noción de presión en fluidos en equilibrio. Densidad de un fluido. Teorema fundamental de la hidrostática. Presión atmosférica. Variación de la densidad con la altura. Fuerzas sobre objetos inmersos en fluidos: Principio de Arquímedes.
- **Movimientos de Fluidos.** Descripción de fluidos en movimiento. Presión hidrostática y dinámica. Caudal. Teorema de Bernoulli: aplicaciones. Movimiento de fluidos viscosos. Noción de viscosidad, ejemplos
- **Conservaciones en Física.** Noción de cantidades conservadas en Física. Conservación de la cantidad de movimiento y de la energía mecánica. Fuerzas conservativas y no conservativas. Ejemplos.

- **Mecánica de cuerpos extensos.** Descripción de estados y movimientos: Centro de masa y de gravedad de cuerpo extensos. Cuerpos rígidos y deformables. Estado de deformación. Sistema del centro de masa. Descripción de los movimientos de un rígido. Rotación y traslación. Teoremas de conservación: Cantidades conservadas en cuerpos rígidos: Energía y cantidad de movimiento. Noción de momento angular y de momento de inercia. Conservación del momento angular ejemplos sencillos.
- **Física Moderna.** El fracaso de la física clásica: los problemas de la Física Clásica al inicio del siglo XX: la velocidad de la luz, y los espectros atómicos. Las primeras propuestas de solución: Einstein y Bohr: Relatividad y cuantificación. Órdenes de magnitud en donde se manifiestan las nuevas teorías. Corroboración y validez. La unificación de las fuerzas: las fuerzas en la Naturaleza. Las cuatro interacciones fundamentales. Campos y partículas. Noción de partículas mediadoras. La unificación electro-débil. La gran unificación.

## FILOSOFÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

La materia se propone una introducción a ciertos problemas de corte filosófico, epistemológico y metodológico que surgen a partir del desarrollo de las ciencias naturales. Se pone en discusión la forma de validar sus saberes y de contrastar sus teorías. El estudio se hace a partir de casos históricos. También se pone en debate el método científico y la manera en que se ven desde la actualidad ciertos descubrimientos históricos.

- **Cambio de teorías: la revolución copernicana.** Observación, datos, hipótesis, hipótesis *ad hoc*, anomalía, teoría, contrastación, hipótesis auxiliares, comunidad científica, cosmovisión. Carga teórica de la observación. Criterios de simplicidad, coherencia y éxito explicativo. Cambio teórico. Fuentes históricas. Instrumentos de medición. Distinción técnica-tecnología. Precisión y exactitud. Primeras nociones de progreso científico y progreso tecnológico.
- **Controversias científicas: Pasteur-Pouchet y la polémica sobre la generación espontánea.** Teorías rivales. Internalismo-externalismo. Comunidad científica. Experimento crucial y sus críticas. Perspectivas historiográficas y la noción de progreso. Desarrollo de instrumentos. Relativa autonomía del cambio tecnológico sobre la base de la noción de precisión.
- **Teorías y métodos: Mendel y la genética.** Método inductivo, método hipotético deductivo. Las teorías como estructuras. Los términos teóricos. Explicación científica. Articulación de teorías. Antecedentes en las ideas científicas. Instrumentos de medida. Racionalidad "de medios a fines" en tecnología. Racionalidad de fines.
- **Sucesión de teorías: evolucionismo en biología.**
- **Sucesión de teorías. Comunidad científica y consenso.** La inconmensurabilidad y la continuidad en los conceptos y resultados. La carga teórica en toda observación. Subdeterminación de la teoría por los datos. Discusiones sobre el progreso en ciencia en la nueva filosofía de la ciencia. Las teorías auxiliares. Y según el autor elegido para desarrollar (Kuhn, Lakatos, Laudan): Paradigmas, revoluciones científicas, ciencia normal y ciencia extraordinaria.
- **Programas de investigación.** Reconstrucción racional de la historia.
- **Valores, métodos y teorías.** Problemas empíricos y problemas conceptuales.
- **Articulación de teorías: la cosmología actual.** Articulación y unificación de teorías. Descubrimientos al azar. Sensibilidad de los instrumentos. Anomalía de acuerdo con la precisión y sensibilidad. Ciencia teórica y ciencia experimental. Ciencia básica y ciencia aplicada. Interacción entre estos campos. Desarrollo tecnológico y demanda social.



- **Ciencias formales: el surgimiento de las geometrías no euclidianas.** Ciencias formales y ciencias fácticas. Sistemas axiomáticos. Primitivos, fórmulas bien formadas, axiomas, teoremas. Verdad en ciencias formales. Completitud, consistencia e independencia de los sistemas. Axiomatización e interpretación. Modelos de un sistema axiomático. Razonamientos válidos y no válidos. Falacias. Método indirecto.
- **Ciencias sociales: el experimento de Milgram.** Positivismo. Historicismo. Leyes y normas y la predicción en ciencias sociales. Comprensión y explicación. Naturalismo y antinaturalismo. Tradiciones hermenéuticas. Círculo hermenéutico. Relativismo y antirelativismo. Historias hipotéticas. Aspectos éticos de la investigación científica.

## BIOLOGÍA, GENÉTICA Y SOCIEDAD

Se parte de casos paradigmáticos de fuerte impacto social para desplegar contenidos biológicos de gran actualidad que son requeridos para el ejercicio de una ciudadanía responsable.

- **Herencia, identificación de personas y filiaciones. ADN y herencia.** El ADN nuclear: estructura y características. El concepto de genoma: el genoma humano. El parentesco genético, mecanismos de herencia. Genealogías. El papel de la genética en la historia reciente. Enfermedades hereditarias, diagnóstico y terapias génicas. La identificación de personas, identidad y filiación. Historia de las técnicas para establecer filiación: análisis de grupos sanguíneos; reconocimiento de lo propio y ajeno por medio del sistema inmunitario; variabilidad del ADN nuclear y marcadores genéticos como códigos de barra. ADN mitocondrial; marcadores genéticos en la saliva y el pelo; forma dentaria; uso de técnicas de multiplicación de ADN; secuenciación de DNA; antropología forense.
- **Clonación. Reproducción sexual y asexual. Desarrollo embrionario.** Distintos tipos celulares. Células madre: totipotencialidad, pluripotencialidad y multipotencialidad. Clonación. Fundamentos de la técnica. Historia de la clonación de organismos: clonación vegetal, clonación animal, clonación terapéutica, clonación de organismos transgénicos con fines productivos. Medicina regenerativa. Aspectos filosóficos, jurídicos, sociales y éticos. Marco legal y regulatorio.
- **Biotechnología y producción agropecuaria.** Recorrido histórico de la agricultura y la ganadería. Tecnologías tradicionales de mejoramiento de cultivos y animales para el consumo humano. La introducción de la ingeniería genética en la producción. Concepto de OGM. Ingeniería genética. Genes estructurales y genes reguladores. Interacciones entre genes. Tecnologías del ADN recombinante. Enzimas de restricción. Vectores para el transporte de secuencias del ADN. Obtención de proteínas recombinantes. Procesos industriales de producción mediante organismos transgénicos. Bacterias, animales y plantas transgénicas: métodos de obtención y usos potenciales. Introducción de organismos transgénicos en sistemas abiertos. Concepto de escape genético. Biocombustibles. Fundamentos y métodos de obtención. Ventajas, desventajas y riesgos de su producción y uso en nuestra región. Marcos regulatorios de las actividades biotecnológicas. Aspectos sanitarios, ecológicos y evolutivos. Aspectos económicos, sociales y éticos. Principales debates en torno a esta problemática a nivel internacional, regional y nacional.

## AMBIENTE, DESARROLLO Y SOCIEDAD

Esta materia tiene por objetivo brindar un panorama extenso y detallado de la naturaleza de las problemáticas ambientales en diferentes escalas espaciales, sus impactos actuales y futuros,

las respuestas planteadas por el hombre para la prevención, mitigación, remediación de esos impactos, así como familiarizar a los estudiantes con prácticas ciudadanas responsables que contribuyan a la construcción de un ambiente más saludable. La integración de contenidos específicos de las ciencias naturales y sociales aporta amplios marcos teórico-interpretativos de estas problemáticas.

- **Problemáticas atmosféricas.** Atmósfera. Composición. Contaminación del aire. Legislación, límites aceptables, rangos. Principales fuentes contaminantes. Evolución de los fenómenos ambientales extremos. Proyecciones a futuro. Desarrollo, paradigmas y su relación con las problemáticas. Evolución de las actividades antrópicas y las políticas asociadas. Medidas de prevención.
- **Problemáticas del agua.** El agua potabilizable en el planeta. Disponibilidad y calidad. Acuífero guaraní y su importancia para nuestro país y el mundo. Contaminación química y biológica, límites aceptables legales para su disposición en cursos de agua. Principales fuentes contaminantes. Orígenes y efectos de esa contaminación. Consecuencias para la biodiversidad. Eutrofización, uso de agroquímicos.
- **Problemáticas del suelo.** Contaminación del suelo. Principales fuentes contaminantes, legislación, orígenes y efectos. Consecuencias para la biodiversidad. Desarrollo, paradigmas y la consecuente evolución de las actividades antrópicas y uso del suelo. Erosión eólica e hídrica y su relación con la deforestación y el uso del suelo. Explotación. Tipos y consecuencias.
- **Respuestas.** Rol y responsabilidad individual y social. Huella Ecológica. Consumo vs. Consumismo. Herramientas de cambio desde la persona: Fuentes de energía renovable, reducción de los residuos, reciclado, principio de las 3Rs. Eficiencia energética. Tecnologías Alternativas eficientes. Tratados internacionales, Conferencias Mundiales y Propuestas Globales para la Acción.

# BIBLIOGRAFÍA

## DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

- Astolfi, J. P., *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla, Diada, 2001.
- Benlloch, M., *Por un aprendizaje constructivista de las ciencias*. Madrid, Visor, 1998.
- Cañal de León, P "Investigación escolar y estrategias de enseñanza por investigación" en *Investigación en la escuela*, Nro 38,1999
- Ceretti, H. y Zalts, A., *Experimentos en contexto: Química. Manual de laboratorio*. Buenos Aires, Prentice Hall, 2000.
- Del Carmen, L. y otros, *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona, ICE Horsori, 1999.
- Friedl, A., *Enseñar ciencias a los niños*. Buenos Aires, Gedisa, 2000.
- García, J. E. y García, F. F., *Aprender investigando*. Sevilla, Diada, 1989.
- Gellon, G. y otros *La ciencia en el aula. Lo que nos dice la ciencia sobre cómo enseñarla*. Buenos Aires, Paidós, 2005.
- Gil, D., "Tres paradigmas básicos en la Enseñanza de las Ciencias" en *Enseñanza de las Ciencias* Vo1 Nro. 1, 1983.
- Gil, D., y otros, *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona, ICE /Horsori, 1991.
- Giordan, A. *La enseñanza de las Ciencias*. Madrid. Siglo XXI, 1982.
- Jiménez, M. P. y Nieda, J., "Estrategias en la enseñanza de las Ciencias Experimentales" en *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcalá de Henares, Universidad de Alcalá, 1989.
- Jiménez Aleixandre, M. P. y otros, *Enseñar ciencias*, Barcelona, Grao, 2003
- Jorba, J., Gomez, I. y Prat, A., *Hablar y escribir para aprender*, Universidad Autónoma de Barcelona, Editorial Síntesis, 1998.
- Kaufman, M. y Fumagalli, L., *Enseñar Ciencias Naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires Paidos, 1999.
- Lacreu, L. (comp.), *El agua: saberes escolares y perspectiva científica*. Buenos Aires, Paidós, 2004.
- Liguori, L. y Noste, M. I., *Didáctica de las Ciencias Naturales*. Rosario, Homo Sapiens, 2005
- Marco, B., y otros, *La enseñanza de las Ciencias Experimentales*. Madrid, Narcea, 1987.
- - -, "Elementos didácticos para el aprendizaje de las Ciencias Naturales" en *Educación Abierta*. Universidad de Zaragoza, 1987.
- Minnick. Santa y otros, *Una didáctica de las Ciencias. Procesos y aplicaciones*. Buenos Aires, Aique, 1994.
- Nuevo Manual de la UNESCO para la enseñanza de las Ciencias. Buenos Aires, Sudamericana, 1997.
- Perales Palacios, F. y Cañal de León, P., *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alicante, Marfil, 2000.
- Porlan, R.; García, J. E. y Cañal, P. (comp.), *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*. Sevilla, Diada, 1988.
- Pozo, J. I., *Aprendizaje de la Ciencia y pensamiento causal*. Madrid, Visor, 1987.
- Pozo, J. I. y Gómez Crespo, M. A., *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, Morata, 2000.
- Serrano, T., y otros, "Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología) 4" en *Educación Abierta*, nº 85. Zaragoza, I.C.E. Universidad de Zaragoza, 1989.
- Shayer, M., y Adey, P., *La Ciencia de enseñar Ciencias*. Madrid, Narcea, 1984.

## DIVULGACIÓN EN CIENCIAS NATURALES

- Alzogaray, R., *Una tumba para los Romanov y otras historias con ADN*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2005.
- Camilloni, I y Vera, C., *El aire y el agua en nuestro planeta*. Buenos Aires, Eudeba, 2006
- Ghersa, C., *Biodiversidad y ecosistemas*. Buenos Aires, Eudeba, 2006.

- Golombek, D. y Schwarzbaum, P., *El cocinero científico: cuando la ciencia se mete en la cocina*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2004.
- Lozano, M. *Ahí viene la plaga: virus emergentes, epidemias y pandemias*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2004.
- Luzuriaga, J. y Pérez, R., *La física de los instrumentos musicales*. Buenos Aires, Eudeba, 2006.
- Rosenvasser Feher, E. *Cielito lindo: Astronomía a simple vista*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2005.
- Wall, L. *Plantas, bacterias, hongos, mi mujer, el cocinero y su amante*. Buenos Aires, Siglo XXI, 2004.

## HISTORIA DE LAS CIENCIAS

- Asimov, I., *Breve historia de la Química*. Madrid, Alianza, 1982.
- Ellenberger, F., *Historia de la Geología*. Volumen 1: De la antigüedad al siglo XVII. Madrid/Barcelona: MEC/ Labor, 1989.
- Gamow, G., *Biografía de la Física*. Madrid, Alianza, 1980.
- Hallam, A., *Grandes controversias geológicas*. Barcelona, Labor, 1985.
- Jahn, I.; Lother, R. y Senglaub, K., *Historia de la Biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Barcelona, Labor, 1989.
- Leicester, H. M., *Panorama histórico de la Química*. Madrid, Alhambra, 1967.
- Maason, S. F., *Historia de las Ciencias*. Madrid, Alianza, 1985.

## FILOSOFÍA Y SOCIOLOGÍA DE LA CIENCIA

- Aduriz Bravo, A., *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2005.
- Chalmers, A. F., *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia? Una valoración de la naturaleza y el estatuto de la Ciencia y sus métodos*. Madrid, Siglo XXI, 1982.
- Fourez, G., *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires, Colihue, 1998.
- Kuhn, T. S., *La estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, Fondo de Cultura Económica, 1975.
- Sebastián Aguilar, C., "La naturaleza de la Ciencia y sus implicaciones didácticas" en Sebastián, C. y otros, *Aspectos didácticos de Física y Química 1*. Zaragoza, Instituto de Ciencias de la Educación, 1985.