

LA REFORMA DE LA EDUCACIÓN MEDIA Y UN NUEVO ENFOQUE DE ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

Eduardo Castro Silva

El nuevo régimen curricular de la enseñanza media que se introduce con la promulgación del Decreto N°220 que fija para este nivel los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios, plantea un cambio sustancial en los estilos de resolver pedagógicamente el carácter propio de la Enseñanza de la Ciencia. Se funda el cambio de perspectiva, en el reconocimiento de que un sistema de convivencia cada vez más regido por la impronta de la revolución científica tecnológica y fuente de trascendentales y complejos desafíos para la vida humana personal y grupal, obliga a configurar calidad de enseñanza en que el saber científico se contextualiza y examina en función de sus significados sociales, culturales y éticos. Teniendo a la vista este nuevo horizonte, el trabajo pone de relieve el nuevo paradigma curricular a partir de cuatro ideas fuerza: la distinción entre ciencia y conocimiento científico; la idea contemporánea de objetividad científica, el concepto de alfabetización científica y, las articulaciones existentes entre ciencia, tecnología y cambio social.

49

Uno de los soportes de la nueva estructura curricular de la enseñanza media que introduce el Decreto N°220 de fecha 18/05/98, lo constituye la revolucionaria forma de concebir la Enseñanza de la Ciencia. Nos atrevemos a caracterizar esta forma como "revolucionaria" no solamente debido al notable enriquecimiento que la enseñanza de este sector de aprendizaje experimente en términos de una información más contemporánea en torno del saber científico, de sus posibilidades de aplicación y de sus impactos en la vida social; sino que, fundamentalmente, debido al giro que experimenta la manera de enfocar el carácter que debe tener hoy esta enseñanza dentro de los liceos.

Reducidos a los últimos 50 años, el país supo en 1967 y en 1981 de los esfuerzos que se hacían por modernizar esta clase de enseñanza. Sin embargo, más allá de lo importante que estos cambios curriculares pudieron haber sido, lo concreto es que se limitaron básicamente a *poner al día* los contenidos propios de la enseñanza científica, sin una preocupación decidida por provocar una transformación profunda en la manera de concebir las finalidades formativas de esta clase de enseñanza y en la selección de las experiencias pedagógicas que podrían ser pertinentes para cumplir esos propósitos.

Revisemos sumariamente la forma tradicional de abordar esta enseñanza. Al igual que en otros países (Gil, 1991), en el liceo chileno la formación científica del alumno ha girado tradicionalmente en torno de una enseñanza desagregada o disciplinaria del saber científico, la instrucción verbalizada y libresca, el aprendizaje memorístico de conocimientos atomizados, datos fragmentarios e informaciones puntuales, y una comprensión de la ciencia descontextuada del mundo cotidiano y de las necesidades de la vida social (situación que, por demás, es parecida a la que presenta la escuela básica). Por consiguiente, no es de extrañar la existencia de una crítica que pone en cuestión el significado formativo y la relevancia social del currículum escolar vigente en el nivel.

50 Por otra parte, los resultados de la investigación educacional y de las pruebas nacionales destinadas a evaluar logros del aprendizaje en este tipo de materias son desconsoladores. Bajo esta óptica, además de constatarse en los jóvenes problemas en el razonamiento abstracto; en las habilidades intelectuales y operacionales para la resolución de problemas; en el desarrollo de las capacidades formales para deducir, analizar, extrapolar e integrar; etc., se observan déficits notables en la adquisición de los conocimientos que esa misma enseñanza tiene programados. Y esto aún cuando los programas vigentes de enseñanza en matemáticas y ciencias se encuentran notoriamente desfasados respecto del estado contemporáneo de ambos tipos de saber. En este sentido, se tendrá presente que nuestros programas no incluyen formulaciones científicas planteadas en un alto nivel de abstracción o cuyo manejo requiere del empleo de procedimientos matemáticos complejos: mecánica cuántica, teoría de la relatividad (algo de ella se enseña a partir de 1990), geometrías no euclidianas, avances de teorías de campo unificado, cálculo diferencial, especialmente. Tampoco estos programas incluyen ciertos desarrollos del saber científico que constituyen el soporte de aplicaciones tecnológicas de gran impacto en la vida moderna, lenguaje binario y lógica de sistema (computadoras y calculadoras) química de polímeros (fibras sintéticas y sustancias termoestables); física del estado sólido (transistores, chips, circuitos integrados).

Por otra parte, los programas escolares enfatizan el aprendizaje de conocimientos puntuales desprovistos tanto de integración entre sí como de potencia práctica. No se aprecia mayor preocupación por fomentar la capacidad del razonamiento lógico y científico y mediante estas materias y avanzar hacia una visión homogénea de la realidad. A la ciencia se la ve desconectada de la vida práctica y sería difícil -sino imposible- que un alumno recién egresado de enseñanza media, pueda explicar medianamente los principios y los procesos científicos implicados en una fotocopiadora de última generación o en un horno de micro ondas.

No sin razón, pues, el Informe del Comité Técnico de la Comisión Nacional de Modernización de la Educación Chilena ("Informe Brunner") afirmaba en 1995 que desde su dimensión científica nuestra enseñanza media liceana "ofrece en la mayoría de los casos una visión enciclopédica y obsoleta del conocimiento que no consigue transmitir las virtudes reales del saber científico ni proporciona siquiera las vías de acceso a él. No logra por lo mismo configurar una imagen contemporánea del mundo físico y humano y de las características de las prácticas de la investigación". (pág. 43).

Las mediciones efectuadas por el SIMCE tanto en Matemáticas como en Ciencias Naturales, por sobre los leves progresos interanuales que se observan, no sólo demuestran resultados promedios mediocres, también permiten visualizar una tendencia según la cual, los índices de rendimientos obtenidos en ciencias son más bajos a medida que los niveles escolares son más altos (esto, considerando SIMCE 4° y 8° básico, 2° medio y las Pruebas Específicas del sistema del ingreso universitario).

Los resultados de las Pruebas de Conocimientos Específicos en disciplinas científicas del sistema de postulación a la universidad que rinden los egresados de enseñanza media, son más bajos de lo que el público habitualmente supone. Si se los analiza desde el punto de vista de una contrastación entre el número de ítems que contienen los tests o pruebas y el número de respuestas correctas, se aprecian resultados promedios con variaciones interanuales insignificantes que en ninguna disciplina llegan al 20% de rendimiento. Se quiere significar con esto, que cualquiera que sea el año elegido, los resultados serán muy semejantes entre un año y los restantes. Ejemplo 1993: PCE Biología, 8 respuestas correctas en 48 ítems; PCE Matemática, 9 en 50; PCE Física, 6 en 40; PCE en Química, 10 en 40.

Sin duda que la realidad antes descrita se encuentra muy vinculada con una concepción curricular, una organización del plan de estudios y con unas metodologías de enseñanza que, además de anacronismos y reduccionismos, no contribuyen a que el alumno comprenda la dimensión social del conocimiento científico, las formas reales de su construcción y el rol que desempeña en la resolución de las necesidades prácticas de la vida social. El decreto de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de Enseñanza Media que acaba de promulgar el Ministerio de Educación (Decreto N° 220, mayo, 1998), pretende provocar un *giro copernicano* en esta situación, mediante un enfoque que no se reduce meramente a *actualizar* conocimientos (como es lo habitual en los cambios que se introducen al curriculum científico), sino que también comprende como la cuestión más significativa, una remoción de los principios y criterios que conforman el paradigma tradicional de esta clase de enseñanza.

51

Si nuestra reflexión se concentra tanto en las orientaciones y conceptos que sobre la enseñanza de la ciencia incluye el citado decreto, como en la estructura de Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios (OF-CMO) que se establece para los sectores de Ciencias Naturales y de Educación Tecnológica; si la reflexión repara, además, en los alcances formativos y pedagógicos que tienen los Objetivos Transversales de Enseñanza Media relativo a *Desarrollo del Pensamiento*, se podrá apreciar que el nuevo enfoque curricular encuentra su principal soporte en cuatro ideas-fuerza:

- la distinción entre ciencia y conocimiento científico.
- el concepto de objetividad científica como concordancia intersubjetiva
- el concepto de alfabetización científica
- las articulaciones existentes entre Ciencia, Tecnología y Cambio Social.

Ciencia y Conocimiento Científico

Muchos de los problemas que origina la enseñanza de la ciencia parece residir en el hecho de que algunos profesores confunden la ciencia con el conocimiento científico; confusión nada de irrelevante toda vez que implicaría el error de confundir un proceso de carácter histórico cultural como lo es la ciencia, con los productos o logros lógico-gnoseológicos de esa misma actividad. En este sentido, el nuevo esquema curricular reconoce que el conocimiento científico (con todo el valor o importancia que tiene) no es más que una de las dimensiones lógicas de la actividad científica. Desde sus orígenes la ciencia ha sido una **práctica social teórica**, es decir una actividad histórica, social y concreta que se realiza con el propósito de obtener conocimientos; conocimientos que permiten representarse la realidad y comprender sus manifestaciones, para actuar eficazmente sobre problemas y necesidades propias de una época (Bernal, 1967).

Al proyectar este principio curricular sobre la enseñanza, debiera generar una forma de trabajo pedagógico que permita al alumno:

- reconocer que la ciencia no es más que uno de los tantos episodios del drama de la sobrevivencia humana (White, 1972);

52 - reconocer que durante el proceso de la investigación, con independencia de sus deseos de ser objetivo, el hombre de ciencia tiene vacilaciones, titubeos, confusiones; está afecto al peso de sus pasiones y supuestos extra-teóricos y, por lo mismo, puede cometer errores que muchas veces se trasladan a los resultados de su trabajo (Bachelard, 1940);

- reconocer que la actividad de búsqueda del conocimiento científico ocurre dentro de un cierto clima cultural que, a través de sus principios, creencias y supuestos, determina en buena medida lo que el científico ve y lo que no ve; o, lo cual viene a significar lo mismo, determina la perspectiva (y cierre) de la observación (Conant, 1947);

- reconocer que, históricamente, la ciencia ha ido variando. De ser una actividad amateur y de carácter personal, ha pasado a ser una actividad profesional, de carácter institucional y socialmente organizada. La antigua imagen del científico solitario, que con inteligencia y esfuerzos se sobreponía a todos los desafíos intelectuales, se esfumó en el tiempo. Hoy, la investigación científica es de carácter grupal, profesional, altamente especializada (demanda acreditación, diplomas), se la financia desde el exterior de donde ella se ejecuta y está organizada de una manera bastante parecida al modelo burocratizado de una fábrica o de una empresa productiva cualquiera (Barber, 1952).

- reconocer que para obtener el rango de "conocimiento científico", además de la concordancia que deben observar con las evidencias empíricas, las conclusiones (o productos lógicos) de una investigación, deben contar con la aprobación de unas borrosas agrupaciones de científicos de una misma especialidad que, como verdaderos **gobiernos invisibles**, controlan de una manera anónima revistas, con-

gresos y seminarios de reconocido prestigio internacional. Estas agrupaciones y eventos son quienes actualmente sancionan la validez de los trabajos que los investigadores presentan, de acuerdo con el respeto y consistencia que ellos tienen con los principios y cánones procedimentales establecidos no explícitamente por sus miembros (Price, 1963).

¿Qué beneficios para los procesos formativos de la juventud acarrea esta distinción aparentemente academicista?

Entre otros efectos, la diferencia que la nueva estructura curricular establece entre Ciencia y Conocimiento Científico debe contribuir a fundar una didáctica que contextualice en una doble dimensión el conocimiento o saber científico que debe ser estudiado por los alumnos: de una parte, otorgándole a ese conocimiento relevancia social y significatividad personal sobre la base de su inserción y proyecciones dentro de la variedad de contextos sociológicos y personales en que cabe comprender y vivir la vida contemporánea; de otra parte, conectando los conceptos científicos que deben ser estudiados, con condiciones propias del momento histórico en que ellos surgen y se desarrollan (Koyre, 1966).

Expresiones de esta dimensión del nuevo enfoque curricular, la constituyen Contenidos Mínimos Obligatorios como los siguientes (y que han sido seleccionados un tanto al azar).

Historia del uso médico de la inmunización artificial (vacunas), incluyendo los experimentos de Louis Pasteur. Biología, 4º año.

53

Efectos de drogas, solventes y otras sustancias químicas. Discusión informada sobre su mal uso y el contexto social y cultural. Biología, 1er. año.

Análisis de la contribución de la química orgánica a la producción y almacenamiento de alimentos; aditivos alimentarios; sustancias tóxicas en los alimentos. Química, 3er. año.

Reconocimiento del efecto Doppler en situaciones de la vida diaria. Su explicación cualitativa en términos de la propagación de ondas. Física, 1er. año.

Contexto histórico en que se descubrieron los fenómenos asociados a la electricidad y el magnetismo a través de figuras tales como Ampere, Faraday, Watt, Maxwell, Thomson, etc. Física, 1er. año.

La objetividad científica como concordancia intersubjetiva

Otro de los efectos positivos que para la formación científica de la juventud tiene la diferenciación entre ciencia y conocimiento científico, dice relación con una adecuada comprensión de la idea de **objetividad científica**. En este sentido cabe señalar que el reconocimiento del carácter histórico de la actividad científica, de manera alguna significa que el producto de la investigación, esto es el conoci-

miento científico propiamente tal, sea **relativo** en el sentido de que su validez se reduce únicamente al tiempo histórico en que ha sido elaborado. La historicidad del conocimiento científico tiene que ver sólo con su génesis y no con el valor explicativo y predictivo que poseen las proposiciones científicas lógicamente estructuradas. Al respecto basta recordar que desde una representación del sistema solar todavía imperfecta desde la perspectiva de la ciencia contemporánea, como es la de Copérnico (movimientos circulares de los planetas), es posible predecir actualmente eclipses o que mediante una concepción de la mecánica newtoniana sustentada en principios y conceptos superados por la mecánica relativista sea hoy posible enviar exitosamente naves al espacio, para entender que la validez del conocimiento científico no se agota dentro de las coordenadas de la época histórica en que se lo construye. En consecuencia, tratándose de la ciencia positiva, sería incorrecto sostener que bajo la óptica de su validez, las proposiciones científicas poseen valor de conocimiento sólo dentro de un determinado tiempo histórico. Por el contrario, su validez trasciende el marco temporal y conserva su valor descriptivo, explicativo y predictivo dentro de las mismas condiciones observacionales y técnicas que los investigadores han trabajado.

54 Asumiendo entre otras cosas, el hecho de que partiendo de principios y conceptos opuestos a los de Newton, ha podido él explicar científicamente los mismos fenómenos, Albert Einstein ha llegado a decir que los **conceptos de la ciencia son una libre creación del espíritu humano** (Einstein, 1952). Esta opinión, de general aceptación en los círculos científicos, importa un cambio radical respecto de la idea de sentido común de ser los conceptos científicos, representaciones, reflejos mentales o copias de los componentes de una realidad autosuficiente, independiente del observador. Hasta fines del siglo pasado se pensó que los conceptos científicos (conceptos, leyes, teorías) trasuntaban casi de un modo fotográfico la estructura esencial del mundo real, lo cual -obviamente- llevaba al reconocimiento de que las representaciones elaboradas por la actividad científica eran verdaderas, inmodificables (en tanto representaciones), objetivas en el sentido de expresar exactamente los rasgos propios del objeto indagado.

Hoy en cambio, y por efectos de hechos tales como la crisis de la mecánica clásica, la formulación del llamado "principio de incertidumbre", la naturaleza de los sistemas de observación y la función de intermediación que ellos cumplen entre sujeto y objeto (investigador v/s materia investigada), la condición analítica del pensamiento científico y, entre otros, el falibilismo de la razón humana, han llevado al reconocimiento de que las visiones de realidad que la ciencia suministra son aproximadas y en permanente ajuste o corrección (Abbagnano, 1963), pero no son verdaderas en sentido metafísico. Se ha generalizado la conciencia de que los conceptos científicos son, según el acertado concepto acuñado por Henry Margenau, (1963) *constructos*, con lo cual se desea destacar el papel activo e impredecible que desempeña la inteligencia en su formación. Con la exigencia de que la ciencia **defina operacionalmente** sus conceptos se trata precisamente, de evitar arbitrariedades en la creación de los conceptos y de llevar a la comunidad científica a *entender de qué se habla* cuando alguno de sus componentes da cuenta de los resultados de su trabajo. Esta idea del *habla común* y el reconocimiento de los conceptos científicos no son copias de la realidad sino que meros constructos,

provocará la transformación de la inteligencia sobre la objetividad científica, y llevará a entenderla como aquello que es **intersubjetivamente válido**, como acuerdo o convención entre subjetividades individuales (Margenau, 1967).

En otras palabras, mediante este nuevo enfoque de la enseñanza de la ciencia, nuestros alumnos deberán aprender que la objetividad del conocimiento científico, no es más que la aceptación que el conjunto de los hombres de ciencia, manifiestan acerca del valor explicativo-predictivo de unos conceptos, de las relaciones que existen entre éstos, y de los procedimientos empleados para derivar desde las evidencias empíricas, la representación conceptual que simboliza una realidad a cuya estructura esencial no se tiene -por principio- acceso. De aquí, la idea difundida por Schrödinger (1954) de que las representaciones que nos entrega la ciencia, más que verdaderas, son **adecuadas** a la forma en que la realidad se expresa ante nosotros.

En el orden de ideas descrito cobra todo su valor, el Objetivo Fundamental de sesgo popperiano (Popper, 1962) establecido para el Subsector Biología, segundo año medio:

Conocer la historia de determinadas teorías científicas, comprendiendo la historicidad y el carácter dinámico, refutable y perfectible del conocimiento científico.

55

El concepto de alfabetización científica.

Se reconoce actualmente que ningún individuo podría sobrevivir -espiritual y/ o materialmente- en el mundo que se nos viene encima, si acaso no es depositario de una comprensión mínima acerca de la Ciencia, de sus procesos, y de las interacciones de ésta con la vida social, económica y cultural. La revolución científica tecnológica no sólo ha acrecentado las posibilidades de acceder a una mejor calidad de vida y, en dirección contraria, potenciado riesgos que ponen en cuestión la vida y el bienestar en general; también es ella fuente de trascendentales cambios en las pautas de convivencia social, al extremo que el piso cultural en que arraiga la existencia personal se ha tornado plástico, cambiante y desprovisto de esa solidez que tenía en el pasado. En estas condiciones, sin disponer y manejar una conceptualización básica sobre la ciencia y sus procesos, sin saber comprender e interpretar los cruces existentes entre la ciencia y la inventiva y acervo tecnológico, la vida personal se torna confusa, riesgosa, llena de incertidumbres y temores.

Alfabetizar en este contexto es algo mucho más complejo que fortalecer en los jóvenes una cierta capacidad para leer, entender y expresar con relativa propiedad opiniones sobre temáticas científicas. En el mundo actual se conviene que una persona está *alfabetizada en ciencias*, cuando aparte de disponer de un poder mínimo para decodificar y codificar estas materias, es capaz de apreciar el carácter y alcances propios del saber científico; cuando igualmente es capaz de razonar de acuerdo con los cánones más elementales del razonamiento científico; cuando junto con tener manejo de los conceptos fundamentales de una disciplina, es

capaz de apreciar las relaciones que ésta guarda con otras; cuando posee capacidad, en fin, para evaluar los efectos prácticos del desarrollo del saber científico y, en especial, las repercusiones éticas y morales del mismo.

Si se contrastan las exigencias curriculares puestas por el imperativo de la **alfabetización científica**, con los objetivos y contenidos que tradicionalmente han constituido el cuerpo de la enseñanza de la ciencia, bien se podrá apreciar el tipo de desafío que deberán resolver los establecimientos educativos y los maestros en lo que toca a sus capacidades para innovar y reconvertir estilos de trabajo profesional. Por más rigurosa que haya sido antes la enseñanza de la ciencia, para que un individuo se desenvuelva y participe adecuadamente en el mundo de hoy, siempre será insuficiente como visión (y precaria desde el orden formativo), una calidad de enseñanza concentrada en la entrega de informaciones sobre hechos y procesos de carácter científico y que, excepcionalmente, se ha enriquecido dedicando esfuerzos al entendimiento y aplicación de principios científicos simples, o, al análisis de datos y empleo de procedimientos propios del razonamiento científico. La alfabetización científica no descarta ni descalifica, por cierto, la necesaria presencia de este tipo de contenidos en el programa de la ciencia. Pero, otorgarle significado verdaderamente formativo -y no meramente instruccional y memorístico- impone la necesidad de contextualizar histórica y culturalmente el conocimiento especializado que sirve de contenido de aprendizaje, y apreciar las consecuencias sociales, tecnológicas y éticas provocadas por su aplicación (Crombie, 1961).

56

No es de extrañar, por tanto, que el cambio y la renovación curricular que se viene produciendo en el ámbito de la pedagogía de la ciencia, repercuta instantáneamente en la reformulación del espectro de competencias profesionales que se encuentran en la base de los nuevos programas de formación de docentes. Así, por ejemplo, y por poner un caso de experiencias de formación docente bastante alejadas de nuestras tradiciones, podemos apreciar que una característica recurrente en la preparación de profesores de ciencia y educación tecnológica de los países miembros del Programa Asia Pacífico de Innovación y Desarrollo Educativo (APEID), consiste en incorporar objetivos de formación que están por sobre la mera comprensión y aplicación del conocimiento científico:

Desarrollar una comprensión de la naturaleza de la ciencia y facilitar una visión holística de la misma.

Adquirir capacidades para manejar el lenguaje científico (lecto-escritura) y para apreciar los aspectos sociales y éticos de la ciencia y la tecnología.

Analizar contenidos de carácter científico, en términos de conceptos, actividades y aplicaciones

Diseñar, identificar e implementar estrategias que contribuyan a desarrollar las habilidades correspondientes a los procesos científicos

Utilizar (en la enseñanza de la ciencia) experiencias de aprendizaje que son propias de la vida y del ambiente inmediato de los estudiantes

Identificar situaciones problemáticas de la vida real cuyas soluciones, siendo indeterminadas, podrían ser logradas -probablemente- mediante el trabajo conjunto de profesores y alumnos

Obtener capacidad para actuar como intérprete de las nuevas ideas y tecnologías dentro de la comunidad

Emplear el conocimiento científico para corregir falsas creencias, prejuicios y prácticas sociales

(Teacher Training for Science and Technology Education Reform. Unesco. Principal Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok. 1992.)

En el horizonte de la alfabetización científica propuesta por el nuevo régimen curricular del liceo, se encuentran Contenidos Mínimos Obligatorios como los siguientes:

Investigación sobre la relación entre el gasto y consumo energético en los estudiantes durante un periodo determinado. Representación en gráficos y tablas comparativas construidas mediante programas computacionales. Biología 1er. año.

Registro fósil como evidencia de la evolución orgánica. Distinción entre hechos y teorías. Biología 3er. año.

Elaboración de un informe sobre un tema integrador, como podrían ser las causas y consecuencias de la contaminación acústica, la acústica de una sala, etc., que contemple la revisión de distintas fuentes, incluyendo recursos informáticos. Física 1er. Año.

Presentación cualitativa de la teoría de gravitación de Isaac Newton. Su contexto histórico. Su excepcional capacidad de unificar fenómenos. Su formulación como ejemplo del método científico. Física 2° año.

Composición química y características físicas de catalizadores de uso en la vida cotidiana. Química 3er. año.

Articulaciones entre Ciencia, Tecnología y Cambio Social

Un principio importante para configurar la enseñanza de la ciencia en la escuela media dice relación con la necesidad de ayudar a reflexionar sobre las articulaciones que se producen entre investigación científica, aplicaciones tecnológicas y cambio social. Se trata que los jóvenes aprecien que el desarrollo de la ciencia y las innovaciones tecnológicas que resultan de sus aplicaciones provocan dos grandes efectos en la vida social (UNESCO, 1982):

- un efecto directo: transformación continua y progresiva de la organización y estructura del trabajo, del desempeño de las actividades productivas y de las pautas de la convivencia en sus más diferentes esferas;

- un efecto indirecto: como consecuencia tanto de la difusión y aplicación de los nuevos conocimientos como del desarrollo de la creación tecnológica, brotan en la vida social nuevas necesidades y problemas que, al no estar satisfechos, se convierten en renovados desafíos para la investigación de índole científica y de índole tecnológica.

La estructura de OF-CMO propuestos para la enseñanza de las ciencias naturales apunta ciertamente a vigorizar la relación circular o multidireccional que hemos señalado. Pero hay algo más. Como una de las muchas maneras de afianzar una cabal comprensión de las interacciones entre ciencia, tecnología y cambio, el nuevo régimen curricular establece una agrupación de OF-CMO referidos a Educación Tecnológica. Se trata en este caso de una organización de estudios y experiencias íntimamente vinculada con la enseñanza de la ciencia, destinada a desarrollar dimensiones del aprendizaje tales como la comprensión del papel que juega la tecnología en los cambios sociales; el análisis del basamento científico de los ingenios tecnológicos; la identificación y análisis de necesidades que pueden ser satisfechas mediante el uso de la tecnología; la elaboración y ejecución de proyectos de solución a problemas tecnológicos, el empleo de tecnologías en los procesos productivos, entre otros.

58

En general se desea que mediante una enseñanza más integrativa y relacional de la ciencia y de los impactos sociales y económicos de la tecnología, el joven desarrolle una visión relativamente homogénea de la realidad y, competencias prácticas para participar creadoramente y vivir sin zozobras marcadas, en un mundo cada vez más regido por la impronta de la revolución científico tecnológica.

Sin considerar los objetivos y contenidos correspondientes a Educación Tecnológica ni tampoco, los nuevos contenidos que podrían resultar de cruces entre este campo y el de las Ciencias Naturales, entre los Contenidos Mínimos Obligatorios de este último sector de aprendizaje que apuntan a dimensionar interacciones entre Ciencia, Tecnología y Cambio Social, se pueden espigar los siguientes:

Efectos directos e indirectos de la modificación del habitat por la actividad humana sobre la biodiversidad y el equilibrio del ecosistema: daño y conservación. Biología 2° año.

El espectro sonoro: infrasonido, sonido y ultrasonido, aplicaciones del ultrasonido en medicina y otros ámbitos. Física 1er. año.

Discusión acerca de las consecuencias negativas del malgasto de energía, en términos de la finitud de recursos como el petróleo, y de la responsabilidad individual frente al problema. Física 2° año.

Descripción fundamentada de los métodos de preparación y uso de al menos

cinco nuevos materiales que hayan mejorado significativamente en calidad de vida de las personas. Química 4° año.

Contribución de los grandes procesos industriales químicos al desarrollo económico de Chile; perspectivas de desarrollo de la química fina en Chile. Química 1er. año.

En suma, el nuevo curriculum plantea un paradigma de enseñanza distinto del convencional y que exige a alumnos y maestros, de renovados estilos de trato con el saber científico. De acuerdo con este concepto, a la enseñanza le corresponderá fomentar en los alumnos capacidades para investigar; para enjuiciar, construir e integrar el saber; para contextualizarlos y apreciar sus significados a partir de sus determinantes sociales, culturales y económicos; para evaluar y valorar sus efectos prácticos; para aplicarlo y reconstruirlo cada vez que las necesidades humanas así lo requieran.

Bibliografía

- Gil Daniel y otros:** *La Enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria.* Horsori, Barcelona, 1991.
- Bernal, John D.:** *Historia Social de la Ciencia.* 2 volúmenes. Ediciones Península, Barcelona, 1967.
- White, Andrew:** *La lucha entre el Dogmatismo y la Ciencia en el seno de la Cristiandad.* Editorial Siglo XXI, México, 1972.
- Born, Max y Hedwing:** *Ciencia y Conciencia en la Era Atómica.* Alianza Editorial, Madrid, 1971
- Salomon, Michel:** *El Futuro de la Vida.* Editorial Planeta. Barcelona, 1982.
- Bachelard, Gastón:** *La Philosophie du Non. essai d'une philosophie du nouvel esprit scientifique.* P.U.F. París, 1940.
- Conant, John B.:** *On Understanding Science.* Yale University Press. New Haven. 1947
- Burt, Edwin A.:** *Los Fundamentos Metafísicos de la Ciencia Moderna.* Editorial Sudamericana. Buenos Aires, 1960.
- Barber, Bernard:** *La Ciencia y el Orden Social.* Ediciones Ariel. Barcelona, 1952.
- Price, D.J.S.:** *Little Science, Big Science.* Columbia University Press. N.Y. 1963
- Koyre, Alexandre:** *Études Galiléennes.* Herman. París, 1966.
- Einstein, Albert:** "Les Fondaments de la Physique Théorique". *Conceptions Scientifique, Morales. et Sociales.* Flammarion Editeur. París, 1952.

- Abbagnano, Nicola:** *Diccionario de Filosofía. (Ciencia).*
Fondo de Cultura Económica. México. D.F., 1963.
- Margenau, Henry:** *Open Vistas: Philosophical Perspectives of Modern Science.*
Yale University Press. New Haven. Connecticut, 1963.
- Margenau, H. y Park J.L.:** "La Objetividad en Mecánica Cuántica".
Delaware Seminar in the Foundations of Physics. Yale University Press.
New Haven. Connecticut, 1967.
- Schrödinger, Edwin:** *Science and Humanism.*
Cambridge University Press, 1954.
- Popper, Karl:** *La Lógica de la Investigación Científica.*
Editorial Tecnos. Madrid, 1962.
- Crombie, A.C. (editor):** *Scientific Change: Historical Studies in the Intellectual, Social and
Technical Conditions for Scientific Discovery and Technical Invention.*
Oxford Basic Books. New York, 1961.
- UNESCO:** *Repercusiones Sociales de la Revolución Científica y Tecnológica.,*
Tecnos-Unesco. Madrid, 1982.
- Born, Max:** *La Responsabilidad del Científico.*
Editorial Nueva Labor. Barcelona, 1968.



Eduardo Castro Silva

Profesor de Filosofía. Universidad de Chile.

Estudios de Postgrado en Chile y E.E.U.U.

*Asesor del Ministro de Educación y Representante del Presidente de la República en la Junta Directiva de la
Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación.*