

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES**  
**DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA**  
**Tesis Licenciatura en Sociología**

**Relevancia y factibilidad del enfoque CTS en  
la educación media: percepción de actores del  
sistema educativo y la academia**

**Mariana González Burgstaller**  
Tutora: Judith Sutz

**2012**

## **Agradecimientos**

Agradezco primero a Ema y Gerardo, mis padres. No es necesario aclarar por qué ya que a ellos todo les debo.

A Seba, mi amigo y hermano.

A mi tío, a quien admiro y quizás deba parte de esta vocación.

A mi abuelo, a quien muchos libros supe “robar” de su biblioteca.

A mis amigas de la ruta sociológica, que hace rato son amigas de la vida: Fira, Paty, Lu, Majo y Fer.

A mis amigos del alma y vida: Checha, Caro, Mati, Mi, Polli, Tona Chofa, Emi y Néstor.

Este trabajo está enteramente dedicado a quienes están y a la vez no están, y siempre serán mi pilar: Abe, abuela y tití.

# Indice

1. Introducción.....	3
2. Justificación .....	4
3. Objetivos de la investigación.....	4
4. El curriculum en la educación: selección y transmisión de la cultura.....	5
4.1 El contenido del curriculum .....	5
4.2 El texto en su contexto: los niveles del curriculum .....	6
5. Educación científica: relevancia y finalidades.....	8
5.1 Contexto actual: ¿declive del interés en la ciencia? y <i>la mitad perdida</i> .....	9
5.2 Alfabetización científica.....	11
6. Los estudios <i>Ciencia Tecnología y Sociedad</i> como campo académico .....	13
6.1 Tradiciones académicas bajo el paraguas CTS.....	13
6.2 El (tácito) acuerdo fundamental.....	17
7. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación .....	18
7.1 ¿Cómo es la enseñanza CTS? Rasgos y características .....	19
8. Aproximaciones y modalidades de introducción del enfoque CTS .....	20
8.1 Posibles enfoques generales de CTS .....	20
8.2 Modalidades y aplicaciones prácticas de CTS en la educación media .....	23
8.3 Fortalezas y debilidades de la enseñanza CTS .....	26
9. Diseño de investigación .....	27
9.1 Selección de los entrevistados: subsistema Educación Media .....	27
9.2 Entrevistas subsistema academia y gestores de innovación.....	28
10. Percepciones sobre finalidades de la enseñanza de la ciencia y tecnología .....	30
10.1 Las opiniones de los docentes-inspectores de educación media .....	30
10.2 Las opiniones de los académicos y gestores de innovación.....	34
11. Percepciones en torno a Educación & CTS .....	37
11.2 La visión de los actores de la academia y gestión de innovación .....	38
12. Modalidades del enfoque y valoraciones sobre su factibilidad .....	40
13. La implementación y su contexto (local).....	46
13.1 El caso de la enseñanza media técnico-profesional .....	46
13.2 El caso de Secundaria .....	49
14. Dificultades percibidas para implementar CTS .....	51
15. Relevancia del enfoque CTS .....	60
16. Reflexiones finales .....	62
Bibliografía .....	65

# 1. Introducción

¿Cuán relevante y factible es la inclusión de la perspectiva *Ciencia Tecnología y Sociedad* (CTS) en la educación media para la enseñanza de las ciencias naturales?

El presente trabajo, constituye una investigación primordialmente exploratoria en pos de evaluar las posibilidades de un cambio curricular hacia formatos de tipo CTS.

En tal sentido, problematiza en primer lugar debates en relación al enfoque de los currículums en ciencias naturales y las finalidades que persigue la educación científica.

A su vez, y en consonancia con lo anterior, indaga teóricamente en la línea de la alfabetización científica en la cual se enmarca el tipo de enfoque, al asociarse con objetivos democráticos y de ciudadanía en la enseñanza de las ciencias. La incorporación del enfoque *Ciencia Tecnología y Sociedad* (CTS) en la educación media va en sintonía con estas metas.

La actual situación mundial de declive del interés y gusto por las ciencias por parte de los jóvenes interpela sobre las posibilidades de innovación curricular. El contexto educativo uruguayo, signado por una diagnosticada crisis de desafiliación del sistema educativo de una gran proporción de la población estudiantil en la enseñanza media, parece tener una relación problemática con el modo en que se imparten las disciplinas científicas en este nivel educativo.

Se esboza aquí una propuesta de cambio curricular, un camino relativamente poco explorado y potencialmente fértil en sus posibilidades de acercar a los estudiantes a las ciencias la: introducción de CTS como enfoque o abordaje curricular. Para ello se realiza una introducción al campo académico CTS, aportando un panorama sobre las tradiciones académicas asociadas al mismo, para desembocar en la caracterización del vínculo de CTS con el campo educativo y las modalidades específicas de aplicación de esta perspectiva.

A través de este recorrido, el trabajo indaga en las posibilidades de una innovación curricular en el caso de la enseñanza media general (Secundaria-CES) desde la perspectiva de docentes-inspectores y asesores en materia curricular por un lado; y por otro, desde la mirada de académicos consolidados de la Universidad de la República y gestores de innovación científico-tecnológica.

En definitiva se trata de una investigación que, en tono propositivo, explora sobre un terreno poco estudiado en el contexto uruguayo, al tiempo que busca brindar insumos para la evaluación de las potencialidades y puntos críticos que pueden estar en juego en la innovación curricular hacia formatos CTS en la enseñanza media.

## 2. Justificación

¿Por qué podría resultar relevante estudiar las posibilidades de un cambio curricular orientado hacia CTS en la enseñanza de las ciencias?

Porque CTS constituye un enfoque que tiene como potencial acercar a los jóvenes a la ciencia y la tecnología, y viceversa.

Porque hay diagnósticos a nivel mundial que señalan que el gusto e interés por la ciencia está en descenso, y si bien en Uruguay no hay estudios longitudinales que permitan hablar de “declive”, sí se aprecia una baja valoración de algunas asignaturas científicas del currículo actual y particularmente por el modo en que son impartidas las mismas.

Porque los objetivos de la enseñanza de la ciencias en nuestro país deberían expandirse hacia metas que prioricen la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados, que superen y complementen la formación exclusiva para estudios terciarios. En la educación media (secundaria) uruguaya los formatos educativos en ciencias naturales han tendido a ser propedéuticos y la posibilidad de cambio está en la agenda.

Porque la enseñanza CTS provee de una particular perspectiva que permite visualizar a la ciencia y la tecnología en un contexto real y más amplio al que tradicionalmente se circunscribe la educación científica, poniendo a la sociedad toda o conjuntos de ésta en interacción con lo que la esfera científico-técnica produce.

Porque si bien CTS es un campo novedoso, tiene experiencias vivas en la educación técnica uruguaya y a nivel mundial que puedan constituir insumos interesantes.

Porque hay una propuesta en el aire asociada al cambio curricular, y este parece ser un camino plausible e interesante de recorrer.

## 3. Objetivos de la investigación

### Objetivo general

Indagar en las opiniones y percepciones de docentes-inspectores y hacedores de programas por un lado, y de académicos y gestores de innovación científico-tecnológica por otro, sobre la relevancia y factibilidad de la introducción de la perspectiva de *Ciencia Tecnología y Sociedad* a la enseñanza de las ciencias en la educación media.

### Objetivos específicos

El trabajo busca indagar en las opiniones de los entrevistados en relación a:

- I. las finalidades principales de la enseñanza de las ciencias;
- II. cuán factible se considera la introducción del enfoque CTS en Secundaria;
- III. qué modalidades CTS se consideran más aptas para el contexto local;
- IV. cuán relevante es la perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias; y
- V. qué fortalezas y debilidades evidencian los entrevistados en relación a la aplicación de la mencionada perspectiva de enseñanza científica.

## 4. El currículum en la educación: selección y transmisión de la cultura.

Las conceptualizaciones de la teoría del currículum en los estudios educativos resultan imprescindibles como referencia al introducirse en el tema educación científica y para poder, posteriormente, profundizar en torno a eventuales innovaciones curriculares. En este caso, al que atañe a la incorporación del enfoque CTS en el campo educativo.

Las acepciones del concepto de currículum en materia de la práctica educativa institucionalizada han sido amplias, abarcando diferentes énfasis en sus definiciones e incluso se ha llegado a señalar su carácter polisémico. Según Stenhouse (1991: 30), "*(...) un currículum es el medio con el cual se hace públicamente disponible la experiencia consistente en intentar poner en práctica una propuesta educativa. Implica no sólo contenido, sino también método y, en su más amplia aplicación, tiene en cuenta el problema de su realización en las instituciones del sistema educativo*".

La escuela<sup>1</sup>, en tanto institución social, tiene por misión poner a disposición de los estudiantes una selección del capital intelectual, emocional y técnico con el que cuenta la sociedad. Es a este capital al que Stenhouse (1991: 31) denomina *tradiciones públicas*. Éstas existen en tanto hechos sociales y constituyen temas de estudio para los científicos sociales, lo cual equivale al término amplio de *cultura*<sup>2</sup>.

Ahora bien, la escuela no puede transmitir toda la cultura de la sociedad, entonces, cuando transmite selecciona. Este es un punto controvertido pero central. Las escuelas tienden a destacar en sus currículum la enseñanza de conjuntos de conocimientos, artes, destrezas, lenguajes, convenciones y valores sobre otros (Stenhouse, 1991: 34-35).

El currículum tal y como se le presenta a los alumnos y profesores, y en definitiva a la sociedad toda, constituye una *opción históricamente configurada*, que se ha sedimentado en un determinado entramado sociocultural, político y escolar, y por tanto debe tenerse en cuenta que no es neutral y se encuentra, indefectiblemente, cargado de supuestos y valores (Sacristán, 1998: 15-16).

### 4.1 El contenido del currículum

*"Los contenidos no son metas,  
sino materiales para hacer competentes  
a quienes aprenden"*  
(Sacristán, 2004: 184)

¿De dónde provienen los saberes escolares? Los contenidos seleccionados por el sistema educativo para ser transmitidos por la institución escolar "*(...) aun cuando pueden hallarse transformados hasta cierto punto por la cultura de la escuela, su origen está fuera de este ámbito y poseen una existencia independiente. La escuela es un distribuidor de conocimiento, más que un fabricante del mismo, y esto supone la existencia de puntos de referencia situados fuera de ella respecto de los temas que enseña*" (Stenhouse, 1991: 35-36).

La escuela escoge y transmite conocimiento que ha sido producido por instituciones externas a ella en tanto sistema. Este conocimiento se considera "validado" o al menos corroborado (provisoriamente<sup>3</sup>) y por tanto considerablemente estable. Estos contenidos se han producido y arraigado fuera del sistema educativo, el cual los selecciona al considerarlos lo suficientemente relevantes y consensuados como para ser transmitidos a las nuevas generaciones. Los cuerpos de conocimientos son nada más y nada menos que las "disciplinas de académica". Así, se identifica a las culturas académicas como creadoras de aquellas disciplinas que encuentran expresión en las escuelas en tanto grupo de *asignaturas* de estudio.

A este respecto, se plantea que "*a través de muchos de los mecanismos del plan de estudios e institucionales, la escuela está enseñando contenidos que, más que poseer, ha tomado prestados. En la mayoría de los casos,*

<sup>1</sup> Por escuela se entiende a todo centro educativo de enseñanza formal, el énfasis está puesto en la enseñanza media y media superior.

<sup>2</sup> Para este autor, siguiendo la línea trazada por Parsons, la *cultura* es transmitida, aprendida y compartida. En ello radica la importancia de este concepto para el currículum, ya que el contenido de la educación cumple con tales características.

<sup>3</sup> Sin adentrarse en los debates epistemológicos sobre la *validación* o *verificación* conocimiento que postulan posturas identificadas con el positivismo lógico; o la *verosimilitud* y el carácter *provisional* de los conocimientos científicos, al que refieren posturas falsacionistas.

la posesión radica en algún grupo exterior a la escuela que actúa como lugar de referencia y fuente de normas. ¿Hasta qué punto constituyen dichos grupos exteriores a la escuela grupos de referencia en sentido sociológico? (Stenhouse, 1991: 39). Aquí el punto radica en cómo los grupos productores del conocimiento se transforman en *grupos de referencia*, en el sentido desarrollado por Merton, ya que son fuentes para la autovaloración y conformación de su conducta e identidad (Merton, 1964: 238), para los actores del sistema educativo: docentes, inspectores, formadores de formadores y para los responsables del diseño curricular.

Desde la perspectiva de esta investigación resulta útil, entonces, referirse a los *grupos de referencia* situados fuera de la escuela que crean, recrean y mantienen conocimientos, destrezas y valores. Éstos actúan como fuentes de normas y modelos de rol (Merton, 1964), no sólo en las materias académicas, sino también en la vida escolar en general –actitudes a incentivar, valores, creencias-. Como lo indican Ford y Pugno (citados por Stenhouse, 1991), quienes que se ocupan de elaborar de los curriculum escolares han de mantener estrecho contacto con especialistas versados en distintas disciplinas, de modo que sean reflejadas con precisión la naturaleza de las mismas y sus aportes.

Con respecto a la organización del conocimiento en asignaturas, Sacristán (2004: 182) sostiene que “*es preciso dejar claro que los objetivos educativos respecto de los contenidos no pueden circunscribirse a los marcos establecidos por las tradiciones de las asignaturas, formas éstas que son el resultado de unas tradiciones que pueden y deben cambiarse*”. Por tanto si bien una parte sustantiva de los contenidos curriculares son, y deben ser, extraídos de las disciplinas académicas, también ha de tenerse en cuenta que esta organización es resultado de tradiciones que poseen sus rigideces y que a veces operan negativamente para la innovación curricular. Ejemplos de estas miradas polémicas del curriculum son los debates suscitados entorno a contenidos interdisciplinarios, la enseñanza a través de problemas, enseñanza por competencias, y donde claramente se ubica la reflexión sobre el cambio curricular en lo que hace a la introducción del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias, al que se aludirá con detalle más adelante.

## 4.2 El texto en su contexto: los niveles del curriculum

*“El curriculum escolar real  
consiste en realidades construidas,  
realizadas en contextos institucionales particulares,  
y distorsionadas por tales contextos”  
(Stenhouse; 1991: 52)*

El texto curricular -sus contenidos- tienen una expresión concreta en la puesta en práctica de la trasposición didáctica, el *cómo* son presentados, *qué* se enfatiza, las habilidades y competencias de los docentes, etc. Estos elementos constituyen el *curriculum real*, o *curriculum en acción*. El texto adquiere status real en la medida que es puesto en práctica en las aulas, hay un texto tejido por las prácticas educativas que también son componente esencial de curriculum. “*El texto explícito diríamos que es la expresión de una intención y del contenido; los logros de las acciones es la realidad (...). Ese texto es, a lo sumo, una especie de partitura que representa una música pero no es música. Debe ser traducida a la práctica por ejecutantes y con instrumentos apropiados; la música que suene depende de ellos*” (Sacristán, 2004: 178).

En este sentido, Acevedo (2005: 286) se refiere a la identificación con fines analíticos, de distintos niveles en el curriculum. Un nivel es aquel que se mencionó inicialmente, el *curriculum pretendido*, también denominado *prescripto o explícito* (Sacristán, 2004), que es la respuesta planificada a las finalidades educativas de la sociedad, y representa lo que una sociedad aspira que aprendan sus estudiantes y de qué modo debería organizarse el sistema educativo para permitir dicho aprendizaje.

Éste debe diferenciarse de otro nivel, que corresponde al *curriculum aplicado*, o para otros autores *impartido, implícito u oculto* (Sacristán, 2004), que corresponde con lo que efectivamente es enseñado en las aulas, tiene que ver con *quiénes* y *cómo* lo imparten. El curriculum efectivamente aplicado no suele ser una réplica perfecta de los textos. Aunque se supone que se inspira en el *pretendido*, ha de considerarse que lo que sucede en las aulas guarda relación con la actuación de los docentes (su formación, experiencia, habilidades,

etc.), con las características institucionales de los centros educativos, y con la interacción que se genera entre docentes y alumnos, entre otros factores de contexto (Acevedo, 2005).

Otro nivel corresponde al *currículum logrado o aprendido*, que refiere a lo que efectivamente los estudiantes consiguen aprender y lo que piensan con respecto a lo aprendido (Acevedo, 2005: 287). El rendimiento de los estudiantes depende no sólo del currículum explícito y del efectivamente impartido y su contexto social, sino de las características de los estudiantes (capacidades, actitudes, disposiciones, intereses, esfuerzo, etc.). Con respecto a esto, Sacristán (2004: 179) afirma que *“una cosa es la intención de quienes quieren reproducir y producir y otra son los efectos (elaboraciones subjetivas de quienes reciben la influencia) en los receptores. De ahí la radical imposibilidad de pretender que objetivos o fines de la educación y de la enseñanza se correspondan con resultados de aprendizaje totalmente simétricos”*.

Finalmente, el cuarto nivel concierne al *currículum evaluado* (Sacristán, 1998; Acevedo, 2005). Este corresponde a la ponderación de determinados componentes del currículum, es decir, aquel que es valorado mediante las diferentes pruebas de rendimiento educativo, de adquisición de competencias y contenidos. Estos componentes pueden ser valorados informal o formalmente. Asimismo, en este nivel del currículum se incluyen las clásicas evaluaciones por parte de los docentes a sus alumnos durante el desarrollo curricular, o aquellas llevadas a cabo por las distintas pruebas nacionales o internacionales. Las evaluaciones tienen varias funciones, pero una muy destacable es la regulación del paso de los alumnos por el sistema educativo, es decir, sirve de procedimiento para sancionar el progreso de los mismos por el currículum secuencializado a lo largo de la escolaridad, sancionando la promoción de éstos. Esta función es inherente a la ordenación del currículum como sistema organizado.

Nuevamente, las equivalencias no son perfectas y aquello que se evalúa no siempre refleja con total fidelidad, ni lo que cada sistema educativo pretende impartir –*currículum prescripto*–; ni lo que efectivamente fue transmitido por los docentes –*currículum impartido*–; ni tampoco cabalmente el aprendizaje por parte de los estudiantes –*currículum logrado*–. Esto se debe a diversos factores como ser el contexto de aplicación de las evaluaciones y factores en el aprendizaje, características de los alumnos y su contexto, entre otras<sup>4</sup> (Sacristán, 1998: 382).

En lo que concierne al tema de este trabajo, el cambio curricular hacia CTS podría involucrar a todos los niveles del currículum –particularmente en algunos formatos que se desarrollarán más adelante–. Éste implicaría modificar contenidos y formas de organización de los mismos; pero también prácticas docentes y modos de impartir conocimientos científicos; asimismo desafía las clásicas formas de aprendizaje de las ciencias; y también conlleva una particular evaluación en la currícula. En este sentido, CTS podría constituir una propuesta integral que se presenta como un desafío para la actual articulación del currículum en ciencias naturales.

---

<sup>4</sup>Otro factor de la evaluación, son los objetivos y características de las pruebas. Por ejemplo, entre las pruebas internacionales más destacadas se encuentran PISA, TIMMS o ROSE. La primera enfatiza los conocimientos y competencias para la vida adulta; mientras que TIMMS a inicio enfatizó la evaluación del currículum prescripto en cada país (con las dificultades de hacer comparables los contenidos curriculares); en tanto que ROSE, hace hincapié en la perspectiva de los estudiantes al priorizar los asuntos actitudinales, afectivos y valorativos en relación con el aprendizaje de las ciencias específicamente.

## 5. Educación científica: relevancia y finalidades

*“El problema de la enseñanza tradicional de las ciencias  
no es lo que enseña sobre las ciencias,  
sino lo que no enseña”  
(John Ziman, 1978)*

Tradicionalmente, el curriculum de la enseñanza de las ciencias en la educación media ha estado orientado a constituir primordialmente una formación *propedéutica* para una posterior formación terciaria en ciencias. Es decir, que en gran medida ha estado subsumida a las exigencias de la enseñanza universitaria, prevaleciendo la concepción según la cual la enseñanza científica en la educación media debe destinarse a facilitar la transición a los conceptos científicos que serán esenciales para estudios superiores (Acevedo, 2004: 4). Tiene entonces gran importancia referirse en este trabajo a los grandes objetivos que ha tenido y tiene la enseñanza de las ciencias, ya que la ocurrencia de un eventual cambio curricular en la educación media que involucre a CTS toca (y trastoca) las finalidades tradicionalmente asociadas a la enseñanza científica.

La visión propedéutica de la enseñanza de las ciencias naturales ha estado indefectiblemente reflejada en el diseño curricular de las materias correspondientes a disciplinas científicas en la educación media. Esto ha tendido a delinear cierto rasgo elitista en las finalidades de la enseñanza en ciencias, ya que sería potencialmente de mayor utilidad para una proporción muy pequeña de los estudiantes, a saber, aquellos que proseguirán con carreras científicas. Ziman (1980), Bybee (1997), Acevedo (2004) y Fensham (2008) muestran este punto, y señalan que lo más común es que la mayoría de los alumnos no siga una carrera científica, y así el curriculum estaría pensado y estructurado en función de las necesidades de una minoría del alumnado, de una elite que constituirá la siguiente generación de profesionales, académicos o tecnólogos. Así es que, como ha notado Ziman (1980: 7), a pesar de su pequeño número en proporción con el resto de las profesiones o puestos de trabajo, la producción de investigadores científicos ha sido (¿es?) el factor dominante de la educación científica en los países industrializados, y bien podríamos agregar a los países *en vías de desarrollo*<sup>5</sup>.

El centro del asunto en el diseño curricular de la enseñanza en ciencias en particular, gira en torno a preguntas que refieren a la *relevancia y finalidades* de la ciencia escolar: ¿para quién es relevante la ciencia? y ¿para qué es relevante?<sup>6</sup>

Así expertos de referencia en la materia como Fensham (2008: 16) sugieren que: *“como primera prioridad, los hacedores de políticas deben considerar cuáles son los propósitos educativos de la educación científica y tecnológica que mejor se adecuan a los estudiantes a través de los diferentes niveles a lo largo de la escolaridad”*.

Como señala Acevedo (2004: 5), pueden observarse distintas finalidades, entre las que más se han desarrollado está la *finalidad propedéutica*. Muchos científicos académicos y profesores de ciencias consideran que la ciencia escolar basada en la organización académica por disciplinas tiene relevancia para los alumnos para los estudios superiores y, eventualmente, estudios científicos universitarios (Fensham, 2000). Por otro lado, muchas veces vista como contrapuesta a la anterior aunque bien puede ser complementaria, se encuentra la idea de una *finalidad formativa* de ciudadanos responsables e informados. Esta última implica promover una ciencia escolar válida y útil para personas que, en tanto ciudadanos, afrontarán la toma de decisiones sobre la vida real que guardan relación con la ciencia y la tecnología.

¿Propedéutica o formativa? El debate por lo general versa en estos términos, pero no son éstas las únicas metas de la enseñanza científica. Existen, según se han clasificado (Acevedo, 2004), diversas finalidades

<sup>5</sup> Esta es una tendencia clásica que se ha desarrollado a nivel mundial, y se ha señalado tanto en la literatura europea como americana, y a la que Uruguay no escapa. Un claro ejemplo está a la vista si se observa a la antigua denominación de los últimos años de enseñanza media superior: *“preparatorio”*. Era lo que hoy día se denomina *bachillerato diversificado* (5to y 6to de liceo), mostrando así la fuerte impronta propedéutica de la enseñanza media superior en general.

<sup>6</sup> Ver Anexo I: *¿Dónde, cuándo y cómo educamos a los jóvenes con respecto a ...?*

dependiendo de la relevancia educativa que enfatizan (ver tabla a continuación), lo cual no implica que deban excluirse mutuamente sino que, en muchos casos, pueden (o deberían) complementarse. La perspectiva CTS se asocia principalmente con la finalidad democrática, pero puede incluir (y en los hechos en ocasiones incluye) la finalidad utilitaria, la cultural e incluso podría tener aspectos popularizadores. Ello muestra la factibilidad de articulación de diversas metas educativas y la potencialidad de dicha complementariedad.

**Tabla 1: Finalidades de la enseñanza de las ciencias**

Finalidad educativa	Relevancia	Características
<b>Propedéutica</b>	<i>Ciencia para proseguir estudios científicos.</i>	Centrada en los contenidos más tradicionales de la ciencia. Apoyada en general por científicos académicos y gran parte del profesorado de ciencias de todos los niveles. Además, a veces también tiene el apoyo de la política educativa.
<b>Democrática</b>	<i>Ciencia para tomar decisiones en los asuntos públicos tecno-científicos.</i>	Presta especial atención al ejercicio de la ciudadanía en una sociedad democrática. Prepara para enfrentarse en la vida real a muchas cuestiones de interés social relacionadas con la ciencia y la tecnología. Es sostenida por quienes defienden una educación científica para la acción social.
<b>Funcional</b>	<i>Ciencia funcional para trabajar en las empresas.</i>	No se ignoran los contenidos científicos más tradicionales, pero éstos se subordinan a la adquisición de capacidades más generales. Es el punto de vista preferido por empresarios, profesionales de la ciencia industrial y la tecnología.
<b>Seductora / Popularizadora</b>	<i>Ciencia para seducir al alumnado.</i>	Habitual en medios de comunicación: documentales de TV, revistas de divulgación científica, etc. Tiende a mostrar los contenidos más espectaculares y sensacionalistas, lo que puede generar una imagen falsa y estereotipada de la ciencia y tecnología. Esta perspectiva suele adoptarse por periodistas y divulgadores de la ciencia.
<b>Utilitaria</b>	<i>Ciencia útil para la vida cotidiana.</i>	Incluye muchos contenidos de los denominados transversales, tales como salud e higiene, consumo, nutrición, educación sexual, seguridad en el trabajo, etc. La decisión sobre qué contenidos deben tratarse suele ser el resultado de la interacción entre expertos y los ciudadanos.
<b>Personal</b>	<i>Ciencia para satisfacer curiosidades personales.</i>	Presta especial atención a los temas científicos que más pueden interesar a los estudiantes, son ellos los que deciden qué es relevante. Por las diferencias culturales, pueden haber importantes diferencias entre países.
<b>Cultural</b>	<i>Ciencia como cultura.</i>	Se promueven contenidos globales más centrados en la cultura de la sociedad que en las propias disciplinas científicas.

*Elaboración en base a Acevedo (2004: 6- 8) y Aikenhead (2003).*

## 5.1 Contexto actual: ¿declive del interés en la ciencia? y *la mitad perdida*

*"(...) cada vez menos se ven entusiasmados por escalar las laderas de la ciencia"*  
(Fensham, 2008:15)

En muchos países hay evidencia que sugiere que cada vez son menos los estudiantes que se entusiasman o son motivados por continuar con estudios científicos: *"en los últimos 15 años, el porcentaje de estudiantes universitarios de los países miembros de la OCDE que estudian carreras universitarias tecnológicas o de ciencias ha disminuido de forma significativa. Las causas que expliquen este descenso son diversas, pero algunas investigaciones sugieren que la actitud de los alumnos hacia las ciencias puede tener un papel importante"* (OCDE, 2008).

Como enfatiza Bybee (2011:2) en recientes análisis, hay una crítica uniforme que atribuye algunas de las razones para la falta de motivación e interés en la educación científica a que los programas de ciencias se encuentran sobrecargados de contenidos y que los curriculums enfatizan casi exclusivamente el contenido *fundacional* (el núcleo duro de conocimiento) de las disciplinas. Otros factores señalados que influyen en este son la ignorancia de las perspectivas laborales en estos campos, así como el rol de las imágenes estereotipadas -positivas y negativas- que difunden los medios masivos de comunicación.

Fensham (2008: 20-21) señala que algunos elementos clave que contribuyen al bajo interés en la C&T son: i) el hecho que *la enseñanza de la ciencia es predominantemente transmisiva*. Entonces desde la perspectiva del

estudiante, el estudiar ciencia pasa más por absorber cual esponja los conocimientos que intentan transmitir los docentes, que por el uso de la creatividad y razonamiento. ii) *El contenido de la ciencia escolar a veces posee tal abstracción que lo torna irrelevante.* Mucho del conocimiento científico impartido resulta poco interesante ya que no está relacionado con su vida cotidiana; y iii) *aprender ciencia resulta relativamente difícil, tanto para los estudiantes exitosos como para los que no.* También se ha señalado la *excesiva extensión* de algunos programas como un elemento que desincentiva a los estudiantes –pero también a los docentes- a profundizar e inmiscuirse en el mundo de los conceptos científicos

Con tal panorama de contexto, no resulta sorprendente que los estudiantes se pregunten para qué seguir estudiando disciplinas científicas cuando hay campos más interesantes, entretenidos, y sobre todo, menos difíciles para estudiar. En Uruguay el contexto se encontraría agravado por crisis de desafiliación en la educación media diagnosticada a través de varios estudios<sup>7</sup>.

Sin embargo, las últimas investigaciones al respecto realizadas en el país por la *Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII)* señalan contraintuitivamente que: *“la proporción de estudiantes<sup>8</sup> que prevén realizar estudios superiores en el campo científico o tecnológico, lejos de ser marginal, alcanza a aproximadamente el 20% según un criterio restrictivo que incluye a las ciencias básicas y las ingenierías y al doble si se adopta una definición un poco más amplia que considera además a las ciencias médicas o de la salud y a las ciencias agrícolas”* (Cardozo, 2011: 99). Por otro lado, no es que sean menos atractivas las asignaturas científicas, sino que su menor popularidad está en el rechazo que algunas áreas de conocimiento, específicamente la física y química, generan en los estudiantes. La biología, por el contrario, se considera más atractiva dentro del área y una de las preferidas en curriculum en general (Cardozo, 2011: 100).

El centro del asunto, en cuanto a los fines de este trabajo, es que según se expone en el documento aludido: *“las valoraciones de los alumnos de Montevideo sugieren que sus problemas con los cursos de ciencias se vinculan menos a la ciencia en sí que a la forma en que perciben que es enseñada en los ámbitos educativos”* (Cardozo, 2011: 100). En este sentido, es central el rol del diseño curricular en todos sus niveles (especialmente el impartido) a modo de revertir esta valoración. El foco estaría en la innovación curricular centrada en herramientas pedagógicas que promuevan una relación menos problemática con las materias científicas, y es allí donde la enseñanza a través de CTS pueda aportar elementos positivos como se verá más adelante.

Según indica Cardozo (201: 100-101), si bien la ciencia y la tecnología goza (con algunos matices) de buena reputación entre los estudiantes, los desestímulos para la consecución de carreras profesionales vinculadas al campo científico-tecnológico no parecerían estar asociados a una actitud negativa de la ciencia y tecnología, sino más bien –y aquí se emparenta con lo que señala Fensham- a los altos niveles de esfuerzo que éstos asocian a la formación en profesiones científico-técnicas, que involucran áreas de estudio que son percibidas por los estudiantes como “muy difíciles”. A su vez, no es posible saber cómo ha evolucionado el gusto, interés y vocación científica entre los estudiantes uruguayos ya que no se registran investigaciones longitudinales que recojan esta información.

En otro orden, las diferencias de motivación e interés por temas científicos así como las vocaciones por profesiones científicas no se distribuyen homogéneamente en las poblaciones de estudiantes. El proyecto ROSE<sup>9</sup> muestra que existen claras diferencias en el interés en la ciencia entre varones y mujeres, tanto en países desarrollados como en desarrollo, más aún en los primeros (Fensham, 2008: 17). Parecería que el contenido curricular y la pedagogía dominante están aún sesgadas hacia los intereses de los varones, lo que implícitamente limita el acceso de las mujeres. Operan factores implícitos y explícitos que finalmente generan desventajas en el acceso de la mujeres al campo de C&T, tanto en intereses como en las carreras a seguir. Este fenómeno, denominado *“la mitad perdida” (the missing half)*, muestra la menor participación e interés de mujeres y niñas por temáticas y carreras científico-tecnológicas, y viene siendo diagnosticado desde los años ochenta.

---

<sup>7</sup> Ver: Fernández, Tabaré (Coord.), et.al. (2010) *La desafiliación en la Educación Media y Superior de Uruguay. Conceptos, estudios y políticas*, Colección Art.2, CSIC-UdelaR, Montevideo.

<sup>8</sup> La encuesta fue realizada a estudiantes de bachillerato de Montevideo en 2009. Ver referencia al texto en la sección bibliográfica.

<sup>9</sup> Acrónimo de *Relevance Of Science Education*. Ver: <http://roseproject.no/>

## 5.2 Alfabetización científica

La alfabetización científica como concepto o categoría establece de manera amplia determinadas finalidades y objetivos de la enseñanza de las ciencias (Bybee, 1997), la utilización de este concepto se encuentra actualmente muy extendido, y el origen del término es anglosajón: *scientific literacy*.

Los antecedentes históricos de la denominación se remontan a mediados del siglo XX, procede principalmente de EEUU y formó parte de la respuesta cultural de la sociedad estadounidense a la sensación de inferioridad científica y tecnológica experimentada en plena Guerra Fría, luego que la URSS lograra poner en órbita el satélite Sputnik en 1957 (Acevedo, 2004; Holbrook & Rannikmae, 2009; López Cerezo, 2009).

No existe modo unánime de concebir a la alfabetización científica, pero sin duda se relaciona estrechamente con los objetivos y finalidades que se le asignen a la enseñanza de las ciencias: "(...) *dependerá de para qué se considere relevante la ciencia escolar, el significado que se dé a esta alfabetización podrá ser uno u otro y, como es lógico, la manera de entenderla tendrá fuertes repercusiones en la planificación, diseño y puesta en práctica del currículo de ciencias*" (Acevedo, 2004: 8).

Si los antecedentes del concepto se remontan a mediados de los años cincuenta, según Holbrook & Rannikmae (2009) el término es usado en la literatura especializada desde hace aproximadamente cuarenta años, aunque no siempre con idéntico significado. Luego, el concepto se tornó muy popular como slogan en la década del noventa como propósito de la ciencia escolar, pero en muchos casos no ha sido del todo esclarecedor. Según Fensham (2008: 27) el concepto de *alfabetización científica* tiene más potencia operacional que el de *ciencia para todos (science for all)*, que fue el lema de la década del ochenta, pero más allá de su mejor potencial, no tiene una definición obvia.

El término se comienza a especificar cuando algunos países empiezan a diferenciar las necesidades educativas en ciencia que requerirían sus futuros ciudadanos, esto es *todos* los estudiantes, de las necesidades de un grupo minoritario que proseguirá estudios relacionados con carreras científicas. Así la idea de *Ciencia para la Ciudadanía* ha sido de utilidad para complementar el concepto de *alfabetización científica*.

La confusión que trajo aparejada el uso de este concepto, y su carácter por momentos polisémico, es lo que ha generado que algunos sugirieran la posibilidad de abandonarlo (Fensham; 2008: 27), sin embargo otros (Holbrook & Rannikmae; 2009) sostienen una postura que aboga por mantener el uso de dicho concepto, al tiempo que también subrayan la necesidad de aclararlo y delimitarlo.

Atendiendo a esta necesidad, resulta esclarecedor el esquema teórico establecido por Roger Bybee (1997; Acevedo, 2004; Holbrook & Rannikmae, 2009) que trata a la alfabetización científica y tecnológica como un continuo de conocimientos y prácticas sobre los mundos natural y artificial, con diferentes grados de consecución. La secuencia va desde el analfabetismo hasta el alfabetismo multidimensional, incluyéndose en esta última aspectos histórico - sociales de la ciencia, la naturaleza de la ciencia y la tecnología, en donde bien cabe la concepción curricular ligada a CTS.

De acuerdo con esta perspectiva, la alfabetización científica puede ser considerada en cuatro niveles funcionales: I) *Nominal*, reconoce términos científicos, pero no es capaz de tener una comprensión clara de su significado. II) *Funcional*, usa vocabulario científico y tecnológico, pero usualmente fuera de su contexto (por ejemplo en exámenes en la escuela o liceo). III) *Conceptual y procedimental*, comprende, usa y relaciona conceptos científicos y su significado. IV) *Multidimensional*, no sólo comprende los conceptos, sino que es capaz de desarrollar perspectivas de la ciencia y la tecnología que incluyen la naturaleza de la ciencia, el rol de la ciencia y tecnología en su vida personal y en la sociedad (Holbrook & Rannikmae; 2009: 279).

Para otros autores, como Fourez (1997: 903-904), la alfabetización científica y tecnológica persigue tres objetivos: la *autonomía* individual, la *comunicación* con otros y el saber *lidar con situaciones prácticas*. En consecuencia, concierne al *empoderamiento* de personas o grupos. Así introduce y enfatiza la relación del concepto con *grados de empoderamiento* (Fourez, 1997: 908), y no tanto con la posesión de habilidades específicas. Éste es el *objetivo humanístico de la alfabetización*, que también es promovido por razones económicas y democráticas.

Más recientemente se ha conceptualizado en los estudios PISA de la OCDE<sup>10</sup>, en donde se parte de la idea de alfabetización científica como un conjunto de competencias que permiten resolver diferentes problemas en una gama de contextos de interés personal, social y mundial. Así las evaluaciones PISA *Science* 2006<sup>11</sup> (OCDE, 2007: 13), encuentran también su raíz en el concepto de alfabetización científica, definida ésta como la posesión de conocimiento científico y la utilización de dicho conocimiento para *identificar cuestiones científicas, explicar fenómenos científicamente* y arribar a *conclusiones basadas en pruebas*. Implica también comprender las características de la ciencia como forma de conocimiento; mostrar interés en cómo la ciencia y la tecnología influyen en los ambientes materiales, culturales e intelectuales; y mostrar interés y compromiso en cuestiones relacionadas con la acción de la ciencia y la tecnología en tanto ciudadano reflexivo. En este último punto es donde la concepción de alfabetización de PISA se emparenta fuertemente con el enfoque CTS en educación.

En cualquier caso, el término se resiste a ser eliminado, y más allá de las sugerencias de algunos expertos en pos de sustituirlo, el mismo sigue siendo corriente en la literatura especializada y por tanto en buena parte de la academia, en los marcos teóricos de pruebas internacionales (ej. PISA, TIMMS o ROSE), también para los diseñadores de políticas educativas, e incluso en los medios de comunicación. En tal sentido, aquí no se pretende innovar en sustituirlo ni complejizarlo, ya que no parecería ser una discusión a saldar a la brevedad. Sino que el foco está en resaltar la importancia del mismo para eventuales cambios curriculares hacia formatos de tipo CTS, que se asocian más a finalidades democráticas, y por tanto “alfabetizadoras” que exclusivamente propedéuticas. En este sentido, tampoco resultan extraños los paralelismos señalados (Fourez, 1997) entre el impulso por la alfabetización básica universal (lectoescritura) y la alfabetización científica.

Como muestra Bybee (2011) en general casi todas las conceptualizaciones de la noción de *alfabetización científica* explícitamente enfatizan la *dimensión social* de la ciencia y tecnología como esencial para el desarrollo de la misma. Es entonces en este punto en donde esta noción en cuestión se emparenta inevitablemente con la perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias.

---

<sup>10</sup> Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, o por su sigla en inglés: Program for International Student Assessment, programa impulsado por la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico). Ver: [www.pisa.aecd.org](http://www.pisa.aecd.org)

<sup>11</sup> Cada ciclo de las pruebas PISA enfatiza algunas de las dimensiones, el 2006 fue la científica, así como en los ciclos anteriores se priorizaron matemática y lenguaje. Fue la última evaluación que ha priorizado al evaluación de las competencias científicas.

## 6. Los estudios *Ciencia Tecnología y Sociedad* como campo académico

El cambio académico de la imagen de la ciencia y la tecnología es un proceso que tiene raíces diversas y hoy se encuentra en fase de desarrollo. Se trata de los estudios denominados *Ciencia, Tecnología y Sociedad* (CTS) o también llamados *Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*. Éstos buscan presentar a la ciencia y la tecnología como procesos y productos sociales condicionados en su funcionamiento por elementos no solamente técnicos e internos sino también humanos (valores, convicciones, creencias, intereses, condicionamientos económicos, normas, cultura, etc.) (López Cerezo, 2009). Se centran en resaltar la naturaleza social del conocimiento científico y tecnológico, y cómo inciden en él las diferentes esferas de las sociedades. Así como también la contracara de este proceso: cómo el conocimiento científico-tecnológico y la innovación impactan y moldean a la sociedad, cultura, política, economía, entre otras esferas de la vida de las personas.

Este capítulo referirá a las escuelas de pensamiento, principalmente sociológicas aunque no de modo exclusivo, que han teorizado e investigado en las particularidades de la tríada ciencia-tecnología-sociedad. El objetivo es mostrar la diversidad teórica y epistemológica que caracteriza a tradiciones y líneas académicas que pueden agruparse bajo el acrónimo CTS.

### 6.1 Tradiciones académicas bajo el paraguas CTS

Dentro de los denominados *estudios CTS o movimiento CTS* se pueden encontrar tradiciones que tienen modos distintos de concebir a la ciencia y tecnología y su relación con lo social. Sea que tengan un origen europeo o norteamericano (González García *et al.*, 1996) se trata de diversas lecturas del acrónimo en inglés *STS: Science and Technology Studies*, o *Science, Technology and Society*. Más allá de estas denominaciones, puede rastrearse desde la teoría social y sociológica, pasando por la historia y filosofía de la ciencia, hasta el campo de la sociología de la ciencia, diversos autores que han marcado clivajes en lo que a la postre contribuirán al campo de estudios CTS.

Partiendo del pensamiento decimonónico, como señala Mario Bunge (1993: 20) Marx y Engels pueden considerarse abuelos de la Sociología moderna de la ciencia. Si se indaga en el origen de la idea de que la ciencia es también moldeada por las ideas de la época y viceversa, han de hallarse fuertes orígenes en la teoría del *materialismo histórico* de Marx. Algunos autores (Núñez Jover, 1999) señalan que Marx comprendió cabalmente la relación entre la ciencia y la tecnología emparentadas intrínsecamente con los procesos de acumulación, y la inevitable influencia que la formación económico-social ejerce, a su vez, sobre el desarrollo tecno-científico; si bien reconoce que en el campo CTS se encuentran actitudes muy variadas hacia el marxismo, desde su aceptación hasta su rechazo o ignorancia.

Asimismo, el teórico social y político noruego proveniente del marxismo analítico, Jon Elster (2006: 142) afirma que *“Marx sostenía que el cambio tecnológico –el desarrollo de las fuerzas productivas– era el principal motor de la historia. Su concepción de la historia era no sólo de tipo económico sino también de carácter tecnológico. El hombre es un ‘animal hacedor de herramientas’. ‘No son los artículos fabricados, sino cómo se los fabrica y mediante qué instrumentos lo que nos permite distinguir las distintas épocas económicas’”*. De esta forma las tradiciones teóricas derivadas del marxismo que enfatizan esta dimensión, a través de una exégesis de la temática en Marx en sus diversos y esparcidos escritos, dan cuenta de esta compleja relación entre el desarrollo de las fuerzas productivas (con ello la técnica y tecnología y, en parte, la ciencia) y su inherente y conflictiva relación con las relaciones (sociales) de producción, conforman las características propias de cada modo de producción y su estadio en el desarrollo tecno-científico<sup>12</sup>.

Siguiendo con la tradición marxista, puede encontrarse en el científico e historiador irlandés John D. Bernal otra línea central de ascendencia de los estudios CTS, así es que a mediados de los años cincuenta en su famosa publicación *Historia Social de la Ciencia* afirmaba que: *“(...) En los últimos treinta años, debido en gran*

---

<sup>12</sup> Se hará omisión aquí de la posible distinción entre técnica y tecnología, así como a la crítica al determinismo tecnológico. También se evita la referencia a la relación entre la ciencia e ideología en la teoría marxista, dada la complejidad de estos temas que, como es sabido, se prestan para un análisis autónomo más que para fundamentar las raíces de los estudios CTS.

parte a la influencia del pensamiento marxista, se ha abierto paso a la idea de que no sólo los medios empleados por los científicos naturales sino incluso las mismas ideas directrices de su enfoque teórico están condicionados por los acontecimientos y las presiones de la sociedad” (Bernal, 1993: 139). De tal modo, postula lo que más adelante se constituirá en un campo interdisciplinar autónomo, y remarca la relación de retroalimentación entre las ideas científicas y la sociedad. Así es que muestra: “*Si había que esperar algo nuevo y significativo nada era más adecuado que volver a examinar las ideas recíprocas de ciencia y sociedad. Afirmer efectos de la ciencia en la sociedad o de la sociedad en la ciencia sería igualmente unilateral*” (Bernal, 1993: 139). Los postulados de Bernal dan cuenta de la complejidad intrínseca en el abordaje de estas cuestiones ya que “(...) *empezar a escribir sobre esto, sin embargo, es solamente empezar a formular el problema. Las igualdades elementales entre progreso social y progreso científico llevan a una cuestión importante: ¿cómo afecta, en concreto, una transformación social de la ciencia? (...) ¿cómo pudieron las conquistas de los científicos de esos tiempos y lugares afectar a la industria, el comercio, a la política y a la religión de sus contemporáneos?*” (Bernal, 1993: 142).

Otra raíz de los estudios académicos CTS se encuentra arraigada en quien se considera uno de los fundadores más destacados del campo académico de la Sociología de la Ciencia: Robert K. Merton. Este sociólogo estadounidense se adentra en el campo a mediados de los años treinta al dictar un curso de doctorado en filosofía en Harvard centrado en las ciencias y técnicas en la Inglaterra del siglo XVIII, en el cual abordaba las relaciones entre el contexto socio-cultural y los desarrollos científicos y tecnológicos de la época (Martin, 2003:28). Esta incursión en el área de estudios marca el comienzo de lo que posteriormente consolidará a la Sociología de la Ciencia como un sub-campo autónomo dentro de la Sociología.

En el artículo de 1942 que se convirtió en referente en la materia “*The Normative Structure of Science*”, Merton describe la estructura normativa de la ciencia, es decir las normas de comportamiento que guían a los científicos y estructuran la actividad científica en tanto actividad social (Martin, 2003:30). El acrónimo mertoniano (en inglés) que postula esa estructura se denomina CUDOS y alude: i) al *comunalismo*, es decir que los resultados de la investigación científica son bienes colectivos y por tanto son de pública disposición; ii) al *universalismo*, que refiere a que los conocimientos surgidos de la actividad científica son universales, deben estar abiertos a toda persona competente con independencia de su raza, sexo, religión o nacionalidad; iii) al *desinterés*, que asegura que el científico produce desligándose de intereses personales; iv) a la *originalidad*, que refiere a que los resultados de las investigaciones deben ser novedosos y no debieran replicar trabajos publicados; v) y finalmente al *escepticismo* organizado (*scepticism*) que alude a que todos los trabajos deben ser sometidos a exámenes críticos antes de ser validados como conocimientos adquiridos (Arocena y Sutz, 2001:167; Oliver, 2003: 30-31). De este modo CUDOS refiere al *ethos* científico, y hace más referencia a una imagen normativa del quehacer científico que una descriptiva. Son más bien los principios éticos y morales que guían el deber ser de la actividad científica. Como señalan Arocena y Sutz (2001: 167) siguiendo a Ziman, este elemento de su pensamiento es central y al mismo tiempo criticado, ya que la actividad científica en los hechos, y aún más en su tendencia actual, responde mejor al acrónimo PLACE “*que sugiere que el conocimiento en las actuales estructuras organizativas de la ciencia es para un Propietario, tiene carácter Local, se afirma por Autoridad, es investigado por enCargo y avalado por Expertos*”.

Más allá de las críticas que se le han hecho a su teoría y de las que él mismo se ocupó de reformular, la incursión de Merton en este campo marca un punto de inflexión en los estudios que involucran los lazos entre la ciencia y la sociedad. Su emblemática publicación “*Sociology of Science*” de los setenta y su legado en algunos conceptos como *Efecto Mateo*, *obliteración*, el ideal de CUDOS, y hasta la revalorización de la noción de *serendipity*, tienen hoy en día un altísimo valor analítico y académico.

Por otro lado, y siguiendo con la línea de autores estadounidenses, no puede eludirse la gran influencia que ejerció Thomas Kuhn con su famosa publicación “*La estructura de las revoluciones científicas*” de 1962. Partiendo de una crítica a la filosofía de la ciencia tradicional (inductivismo y falsacionismo) por no resistir la comparación con la historia de la ciencia, desarrolla su trabajo “*como un intento por proporcionar una teoría de la ciencia que estuviera más de acuerdo con la situación histórica tal y como él la veía*” (Chalmers, 1988: 127). Como sostiene el propio Kuhn en su obra clave: “*En este ensayo tratamos de mostrar que hemos sido mal conducidos en aspectos fundamentales. Su finalidad es trazar un bosquejo del concepto absolutamente*

*diferente de la ciencia que puede surgir de los registros históricos de la actividad de investigación misma*” (Kuhn, 2004: 20).

De este modo, otorga fuerte importancia a lo que se suelen denominar *externalismo* en filosofía de la ciencia, es decir a la influencia de los factores que se consideran “externos” a la ciencia como actividad productora de conocimiento bajo su lógica interna. Es decir, marca un mojón en la importancia del *contexto de descubrimiento* (aspecto que enfatiza el rol socio-histórico-cultural en el estudio de la ciencia<sup>13</sup>). En consonancia con esto, en su teoría se enfatiza el rol de la *comunidad científica* en la producción de conocimiento, cómo éste mientras se genera en un contexto de *ciencia normal* lo hace bajo un *paradigma*<sup>14</sup>, cuando se encuentran dificultades en la resolución de *enigmas* empiezan los signos de una *crisis* que luego deviene en una *revolución científica* que implica el abandono del paradigma anterior por uno nuevo que logra mayor adhesión en la comunidad científica ya que resuelve lo que el anterior dejaba sin explicar.

Bajo la continua alusión a ejemplos históricos y contextualizaciones sociales de descubrimientos científicos y cambios de paradigmas en las disciplinas (especialmente de la Física, de la cual él provenía), la obra de Kuhn introduce el tono relativista<sup>15</sup> en el ámbito de la Filosofía de la Ciencia, y fertiliza el campo de la Sociología de la Ciencia ya que ejercerá fuerte influencia en posteriores escuelas de pensamiento en esta esfera académica, y también en la línea académica de CTS.

Una de estas las líneas directas de influencia es ejercida sobre el autodenominado *Programa Fuerte de la Sociología de la Ciencia* que adopta una interpretación radical de la obra de Kuhn (López Cerezo, 2009; Martin, 2003). Esta línea primordialmente académica se origina a inicios de la década del setenta, teniendo como núcleo la Universidad de Edimburgo y su formulación más explícita en la obra de David Bloor *“Conocimiento e imaginario Social”*. Las preocupaciones del Programa Fuerte ya no giran en torno a las disposiciones normativas o institucionales que permiten la creación de conocimiento científico (como lo hizo Merton), sino que se centran en los determinantes sociales de los propios saberes científicos. Así, “abren la caja negra de la ciencia” para introducirse en el aspecto menos explorado por sociólogos, y se desplazan sin tabúes al contenido mismo de ésta (Martin, 2003: 75-76). *“Se dicen relativistas: reivindican la existencia de una determinación del contenido de la ciencia por la sociedad y la cultura”* (Martin, 2003: 81). Como señala el propio Bloor en su texto más conocido: *“La sociología del conocimiento ¿puede investigar y explicar el contenido y la naturaleza mismos del conocimiento científico? Muchos sociólogos creen que no. (...) Voluntariamente limitan el alcance de sus propias investigaciones. Yo argüiré que esto significa una traición a la perspectiva de su disciplina, pues todo conocimiento, ya sea en las ciencias empíricas e incluso en las matemáticas, debe tratarse, de principio a fin, como asunto a investigar”* (Bloor, 2003: 33).

Por su radicalismo los programas relativistas suscitaron muchas esperanzas, pero también fuertes críticas. Los ataques al relativismo extremo del programa fuerte han sido frecuentes y virulentos, incluso han apelado a las propias formulaciones de dicho programa (por ejemplo el principio de simetría), como señala Martin (2003: 96) *“¿por qué apartar a priori las explicaciones racionales? ‘Si sólo se busca una causalidad social, esto es lo único que se encontrará’. El error cometido es el reduccionismo sociológico”*.

A inicios de los ochenta, y también emparentado al relativismo, aparecen nuevos estudios vinculados a la vida en el laboratorio desde la etnografía y de fuerte inspiración en la etnometodología de Garfinkel. Este enfoque micro nace de la mano del francés Bruno Latour y el británico Steve Woolgar -entre otros-, con su publicación *“La vida del laboratorio. La construcción de los hechos científicos”*. Allí analizan las observaciones de Latour en su estadía de dos años en un laboratorio de California de neuroendocrinología. Esta línea de estudio también llamada *“antropología de la ciencia”*, se propone entender a la ciencia desde la observación participante en “la

---

<sup>13</sup> Por oposición al *contexto de justificación* que alude a las pruebas, datos, demostraciones que los científicos aportan para la argumentación-demostración lógica de la veracidad de sus hipótesis ante la comunidad científica.

<sup>14</sup> Supuestos teóricos generales, leyes y técnicas de aplicación que adoptan los miembros de una comunidad científica. Al respecto de los paradigmas, en su publicación inicial de 1962 postula la *inconmensurabilidad* entre paradigma, postulado que luego relativiza en su posdata en 1969.

<sup>15</sup> *“El relativista niega que haya un criterio de racionalidad universal y ahistórico por el cual una teoría pueda ser juzgada mejor que otra. Lo que se considera mejor o peor con respecto a las teorías científicas varía de un individuo a otro o de una comunidad a otra. La finalidad de la búsqueda de conocimientos dependerá de lo que sea importante o valioso para el individuo o la comunidad en cuestión”* (Chalmers, 1988: 145).

cocina” de los hechos científicos, es decir el laboratorio, procurando no emplear en sus explicaciones los términos y el lenguaje de la “tribu” (la comunidad científica en cuestión). La ciencia aparece como una construcción social (postura *constructivista*) y la realidad no es un dato al que el científico deba enfrentar, sino que es el resultado del mismo trabajo científico (Martin, 2003: 102-107).

Como es sabido, este enfoque también ha sido (y es) objeto de controversias y críticas. Por un lado se sostiene que se estudia a la ciencia desde un espacio restringido, ya que el laboratorio es un espacio privilegiado pero no el único en el que acontecen hechos científicamente relevantes. Por otro lado el análisis de las interacciones limita un estudio de las instituciones, teorías e instrumentos de las ciencias. A lo que se le suma la crítica clásica al relativismo: si los saberes científicos no tienen un status diferente de los otros saberes, ¿por qué la ciencia ocupa un rol privilegiado frente a otros saberes? La crítica también apunta a la “ignorancia del campo” ya que resulta por lo menos extraña la alusión a conocimientos científicos de los cuales se ignora su contenido y aplicación<sup>16</sup> (Martin, 2003: 126-128).

También desde la academia francesa, pero desde otra postura teórica y epistemológica, ha de encontrarse al sociólogo Pierre Bourdieu y su teoría del *campo científico* que comienza a desarrollar a mediados de los setenta<sup>17</sup>. Como señala Martin (2003: 43) este campo refiere al universo intermediario entre el conjunto de la sociedad y en el que están inmiscuidos aquellos (agentes e instituciones) que producen el bien propio de este campo, a saber, el conocimiento científico. Así Bourdieu (2008: 11) enfatiza que “*la Sociología de la Ciencia reposa en el postulado de que la verdad del producto –se trata de ese producto muy particular como es la verdad científica- reside en particulares condiciones sociales de producción; es decir, más precisamente, en un estado determinado de la estructura y del funcionamiento del campo científico*”. Esta rama de la Sociología se ocupa no sólo de los elementos *externos* al quehacer científico, sino que la dimensión *interna* del mismo (Bourdieu, 2008: 17).

El campo científico que se caracteriza por ser “fuertemente autónomo”, posee su lógica de relaciones de fuerzas, conflictos, monopolios, luchas y estrategias en torno a la acumulación de un tipo específico de *capital social*, a saber: el *capital científico*, en la forma de conocimiento y de reconocimiento de sus pares –que paradójicamente son a la vez competidores-.

Entre 2000 y 2001 Bourdieu dicta un curso en el Collège de France que se convertiría en su última publicación sobre esta temática: “*El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*”. Allí retoma sus formulaciones iniciales sobre el campo científico y recorre el panorama de la Sociología de la Ciencia. En el transcurso critica al *programa fuerte* y al enfoque de Latour por constituir una “sociofilosofía”. Para Bourdieu es la corriente “*que ofrece una imagen ampliada de todos los vicios de la nueva sociología de la ciencia (...) Al decir que los hechos son artificiales en el sentido de fabricados, Latour y Woolgar dan a entender que son ficticios, y no objetivos o auténticos*” (Bourdieu, 2003: 51 y 52). Por otro lado, si bien mantiene su crítica al estructural-funcionalismo mertoniano reconoce en él el aporte en la constitución de la Sociología de la Ciencia separada de la Sociología del Conocimiento de Mannheim (Bourdieu, 2003: 26). Es incluso interesante cuando llega a reconocer haber sido “injusto” con respecto a Merton en sus escritos de los setenta (Bourdieu, 2003: 30-31).

Un punto central de su trabajo está en la *reflexividad*. Bourdieu señala que si bien la ciencia está “en peligro” de los ataques relativistas, entre otros, las Ciencias Sociales pueden jugar un rol importante en su (re) ponderación. Al hacerlo deberá superar obstáculos, pero su particular disposición a la *reflexividad*, que señala como “*objetivar al sujeto de la objetivación*” (Bourdieu, 2003: 154), permitirá visualizar los límites y la posición del científico social en la sociedad, en el campo y en el ámbito académico general.

---

<sup>16</sup> A este respecto es elocuente la sarcástica crítica de Bunge (1993: 62): “*No explican como un intruso, que no entiende siquiera el idioma de la ‘tribu’ cuyo vida diaria ‘comparte’ (por alojarse en las mismas habitaciones), puede tener acceso a tales detalles íntimos, que por otra parte están ocultos dentro de los cráneos de los sujetos estudiados. Y tampoco explican como meros intercambios orales y ‘negociaciones’ pueden ‘crear o destruir hechos’*”.

<sup>17</sup> “*Le champ scientifique*” fue publicado originalmente en 1976 en la revista *Actes de la recherche en sciences sociales*, N° 1-2. Este artículo se compila traducido al español en el libro “*Los usos sociales de la ciencia*” editado en 2008 que se señala en las referencias bibliográficas.

## 6.2 El (tácito) acuerdo fundamental

Las líneas teóricas sembradas por los autores recientemente expuestos, más aquellos que provienen de otras tradiciones disciplinares sientan los pilares de lo que serán los estudios académicos CTS.

De este modo, CTS conforma una “*diversidad de programas de colaboración multidisciplinar*” (López Cerezo, 2009: 24), o de carácter *interdisciplinar* para otros (Cutcliffe, 1990; Osorio, 2002) que comparten cierto núcleo común que subraya la dimensión social de la ciencia y la tecnología, y rechaza la imagen de éstas como actividades puras, autónomas y neutrales. Además de las reseñadas provenientes más del campo sociológico, confluyen la historia, la filosofía de la ciencia y tecnología, la ciencia política, la economía del cambio técnico y la innovación, y las teorías de la educación en general y educación científica en particular. Éstas han abordado preguntas similares, pero desde diferentes perspectivas teóricas y metodológicas, y haciendo énfasis en su particular objeto de estudio. Sin embargo es vital señalar que mientras se remarcan los disensos se olvida su acuerdo fundamental: *la necesidad de representar a la ciencia mediante un modelo social*. A continuación se presentan de modo sintético algunos de los grandes tópicos generales a abordar desde los estudios CTS:

Tabla 2: Cuestiones CTS

...:Cuestiones CTS:...:	
<b>Ciencia y tecnología como instrumento</b>	La ciencia y tecnología visualizadas como medio para alcanzar fines deseados. En este punto se apoya la idea de “política científica” y evaluación de la ciencia y tecnología en sus riesgos y beneficios a largo plazo. La concepción instrumental de la ciencia debe tener en cuenta: (i) la dimensión filosófica o cognitiva -procedimientos mediante los que se obtiene, comunica, testea, reformula y reconfirma el conocimiento científico-. (ii) Las dimensiones personales y sociológicas -la ciencia no es un instrumento pasivo sino una agencia humana activa con responsabilidades, estructura de las comunidades científicas, procedimientos de peer review, etc.-.
<b>La experticia científico-tecnológica</b>	Implica temas como:(i) objetividad y neutralidad científica, las respuestas modélicas que suelen asociarse a la ciencia. (ii) Las discrepancias entre expertos muestra cómo el ideal tecnocrático de consejos racionales, objetivos y desprejuiciados no siempre se cristaliza. (iii) La existencia de elites, los “más expertos” quienes han adquirido mayor reputación y por tanto más autoridad e influencia. (iv)La inevitabilidad del asesoramiento científico, haciendo visibles sus debilidades.
<b>Responsabilidad social de la ciencia y tecnología</b>	*Dimensión ética: responsabilidad de los científicos y tecnólogos por la implicancia y concernimiento público de su actividad, derribando el mito de la neutralidad que divorcia al científico de la responsabilidad ética. Ésta dimensión ha sido en una de las grandes ignoradas en la educación científica a pesar de ser una de las principales cuestiones para la relación entre la ciencia y sociedad. *Falsa dicotomía o “¡La culpa es de los tecnólogos!”: la responsabilidad se atribuye más fácilmente a quienes aplican el conocimiento y esto se debe a la creencia en que los científicos sólo responden a sus necesidades intelectuales en la investigación básica, y los tecnólogos responden sólo a demandas de otros en la esfera práctica, cuando de facto la ciencia contemporánea no funciona tan particionadamente (PLACE).
<b>La ciencia y tecnología como cultura</b>	(i) Estatus y rol de la CyT en la vida moderna y las sociedades contemporáneas. (ii) Ciencia-tecnología e ideología. (iii) Impacto en el mundo de vida de los individuos, estilo y calidad de vida que permiten la CyT; (iv) la innovación tecnológica y subjetividad. Todas implican cuestiones tales como: la felicidad humana, la justicia social, el desarrollo, demandas sociales, modos de vida, entre otras. <i>Síntesis elaborada en base a Ziman (1980: 90 – 105).</i>

Al compás de esta diversidad, se entiende que los estudios CTS se han desarrollado en al menos tres grandes direcciones (Osorio, 2002; López Cerezo, 2009), con distinto énfasis según la tradición teórica a la que adscriban: por un lado el campo de la *investigación académica* al que se introdujo más arriba; por otro el campo de las *políticas públicas* relativas a la ciencia y la tecnología e innovación; y finalmente el *campo educativo*, que es el que se desarrollará a continuación.

## 7. Ciencia, Tecnología, Sociedad y Educación

*“La visión de la ciencia que se transmite en la enseñanza científica primaria y media quizás debería empezar a ser un poco menos ‘de ciencia’ y más ‘sobre la ciencia’”*  
(Ziman, 1980: 6, traducción propia)

El movimiento CTS en el campo educativo tiene como objetivos principales reformar, mejorar o complementar la enseñanza convencional de las ciencias, partiendo de la necesidad de ampliar las finalidades de la educación científica, así como de equilibrar la tradicional enseñanza *de* las ciencias con una visión *sobre* las ciencias: *“Es difícil justificar la separación de la enseñanza de las ciencias de la enseñanza sobre las ciencias”* (Ziman, 1980: 33).

En este sentido, un modo de entender la educación CTS es como una aplicación y cristalización en el ámbito educativo de los puntos centrales del campo académico CTS lo cual implica cambios en los contenidos de la enseñanza de la ciencia y tecnología, y también, cambios metodológicos y actitudinales por parte de los grupos sociales involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje (López Cerezo, 2009: 25). Por ello no resulta un enfoque sencillo de aplicar, ya que los cambios que conlleva esta modalidad educativa impactan en varios niveles del currículum y en todos los actores sociales del sistema educativo.

La vertiente CTS a nivel de la enseñanza, ya sea secundaria o terciaria, al ser síntesis y producto de las líneas de trabajo generales del movimiento CTS en la academia parte de la premisa de la necesidad de contextualización de la ciencia y la tecnología en su entorno social, cultural, económico y político, y por tanto la desmitificación de su aparente neutralidad y autonomía. Esto tiene como objetivo el favorecer la formación de futuros ciudadanos informados y competentes para tomar decisiones que involucran a la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana. En este sentido pregona la formación para la participación pública ciudadana (*ciencia para la ciudadanía*). Aquí se evidencia lo que en capítulos anteriores se ha señalado: el enfoque CTS se vinculó y complementó con el objetivo de *alfabetización científica* como finalidad de la enseñanza de las ciencias (Fourez, 1997).

En este sentido y teóricamente desde el enfoque CTS en educación se promueve una amplia i) *alfabetización científica y tecnológica*; ii) de modo que todos los ciudadanos posean herramientas para tomar decisiones sobre cuestiones relacionadas con la ciencia y la tecnología que afecten su vida o la de su comunidad, entorno social, o proyecto societal en sentido amplio (*ciencia y ciudadanía*), (Acevedo Díaz, 2009b: 35).

El otro punto clave al que se aludió anteriormente, es el referente al estímulo de las vocaciones científicas, que CTS tiene como un elemento central. La enseñanza ha tendido a alejarse de los tópicos cotidianos y por lo general en los últimos tiempos no tendería a favorecer la aparición de tales vocaciones sino que, por el contrario, las presupone (Gordillo, 2009: 69).

Por otro lado, la vertiente educativa CTS, plantea también la interrogante: *¿cómo la ciencia sabe lo que sabe?* (Ziman, 1980: 37). Desde las escuelas hasta en las universidades poco se discute en general sobre cómo realmente funciona la ciencia. La consecuencia de este tipo de educación es que lo que se enseña es considerado y transmitido como certero e incuestionablemente válido (Ziman, 1980: 54). Sin embargo como lo ha planteado también Ziman, la educación CTS no pretende proveer respuesta a todas las cuestiones que los estudios académicos o técnicos de esta corriente abordan; aunque sí pretende ponerlas sobre la mesa y hacerlas visibles para los temas implicados (energía nuclear, el ambiente, problemas nutricionales, etc.) . Esto se asocia con que: *“los estudios sobre la incorporación de la enseñanza de las ciencias a los contenidos curriculares formales indican que se produjo una suerte de ‘vaciamiento’ de sus potencialidades transformadoras (...) El reino de lo indiscutible, de lo aislado de lo social, es la ciencia en las aulas, bien lejana por cierto de la ciencia viva en la realidad social”* (Martín Gordillo y González Galbarte, 2002: 23).

## 7.1 ¿Cómo es la enseñanza CTS? Rasgos y características

*“En la enseñanza de CTS,  
el contenido tradicional de la ciencia,  
no está diluido sino embebido de un contexto social y tecnológico”  
(Ziman 1980)*

A modo de ejemplificar una posibilidad de aplicar CTS al campo educativo, se ha señalado (Aikenhead, 1992: 29) que el kernel o núcleo central de la enseñanza CTS, es la introducción de un tema-problema, una cuestión (*issue*) que haga interface entre ciencia, tecnología y sociedad. El contexto social es lo que dota de mayor relevancia a los contenidos científicos desde la perspectiva de los estudiantes, ya que les brinda la chance de aplicar el conocimiento a su vida cotidiana. Es en este sentido en que Ziman (1980) ha notado que debido a que los contenidos científicos están *embebidos* de un contexto socio-tecnológico, el estudio de la ciencia se vuelve más interesante y significativo que la tradicional ciencia descontextualizada.

### Recuadro 1: Ejemplificación de aplicación de contenidos CTS en la enseñanza de las ciencias

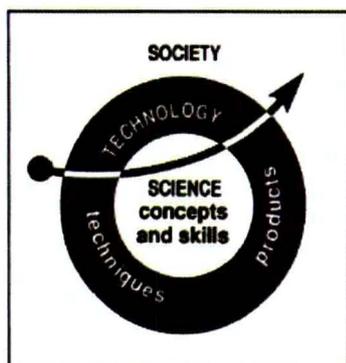


Ilustración esquemática de posible organización de material CTS, extraída de Aikenhead (1992:28), que en la toma y modificación de Eijkenhof & Kortland (1987).

La enseñanza de CTS usualmente comienza en el seno de la sociedad. Por ejemplo al preguntarse cómo puede explicarse un conflicto científico que se lee por ejemplo en el diario. Luego, en general, se sigue con cierta tecnología que los alumnos necesitan volver familiar, incluso al nivel más superficial de familiaridad. Porque los estudiantes, según Aikenhead (1992) estudioso e impulsor de prácticas CTS desde la experiencia canadiense, viven en un mundo más tecnológico que científico, y los problemas sociales están principal y mayormente asociados a la tecnología que a la ciencia. Aunque esto pueda relativizarse si se tiene en cuenta las fronteras entre una y otra son muy difíciles de delimitar hoy en día (Ziman, 1980; Osorio, 2002).

Una pregunta o problema social (ver figura: inicio de la flecha) crea la necesidad de cierto conocimiento tecnológico (círculo en negro), y a su vez ambos crean la necesidad de contenidos científicos (círculo central blanco). Por ejemplo, una cuestión que podría tratarse es: ¿cuál es el efecto del flujo magnético en los humanos? De este modo, el contenido científico ayuda a los estudiantes a entender suficientemente, la aplicación tecnológica como para poder tomar decisiones pensadas en relación a un problema social, o formar opinión al respecto.

Se propone que la elección del contexto está hecha en función del *significado* o *sentido* que tiene para los estudiantes; o del *contenido científico requerido para un tipo de curriculum* en ciencias.

*Orientada por el estudiante (student oriented):* Aikenhead (1992) propone que la enseñanza científica CTS sea orientada por el estudiante más que por la ciencia académica, en términos más zimanianos. En el curriculum tradicional, orientado por la academia, el contenido científico y la secuencia de la presentación de éste, está determinada por cómo los académicos ven la ciencia, y no por cómo los estudiantes ven su mundo cotidiano. La dicotomía entre la visión de los científicos vs. la visión de los estudiantes es lo que define para Aikenhead la diferencia fundamental entre la enseñanza tradicional de las ciencias y la enseñanza de la ciencia desde la perspectiva CTS<sup>18</sup>.

En la enseñanza de las ciencias desde esta perspectiva, el contenido tradicional de la ciencia es abordado, pero los estudiantes asimilan este contenido al mismo tiempo que constantemente pueden *“linkarlo”*, relacionarlo con su mundo de todos los días. En el ejemplo de la ilustración de Eijkenhof & Kortland (1987), citada y modificada por Aikenhead (1992:28), la secuencia representada por la flecha se mueve desde el *dominio de la sociedad*, a través del *dominio de la tecnología* y del *dominio de la ciencia tradicional*—y básica—; para luego salir nuevamente a través de la tecnología y volver a la aplicación o a su contexto en la sociedad. Revisitando el campo de la tecnología, del cual los estudiantes tenían sólo una noción y conocimiento superficial, éstos aplican lo que han aprendido en el campo de los contenidos científico-básicos, para finalmente re-contextualizarlos y terminar en el dominio de los problemas o tópicos sociales.

Esto sugiere una secuencia que puede ser aplicada a una unidad temática por ejemplo. De todos modos el recorrido no es inflexible, y alternativamente los docentes pueden elegir empezar por los contenidos científico-básicos y moverse en ese sentido o en otro. Se sugiere que entre el 60 y el 80% del tiempo dedicado esté centrado en el círculo central de la figura, es decir en los contenidos científicos.

Extraído de Glen Aikenhead (1992: 27-28), traducción propia.

<sup>18</sup> Quizás esto debería complejizarse con una mirada de las formas sociales que adoptan las prácticas pedagógicas. Basil Berstein, representante de la Nueva Sociología de la Educación, refiere a la pedagogía implícita y explícita, y las premisas de clase social que están detrás del tipo de pedagogía. Así por ejemplo, un curriculum orientado por los deseos o intereses de los estudiantes puede resultar eficaz para cierto tipo de contexto escolar y social, pero no para otros. Ver por ejemplo: Fernández, Tabaré (2009) “Desigualdad, democratización y pedagogías en el acceso a la educación superior de Uruguay” en *Revista de la Educación Superior* Vol. 38 (4), No. 152, Octubre-Diciembre, pp. 13-32.

## 8. Aproximaciones y modalidades de introducción del enfoque CTS

### 8.1 Posibles enfoques generales de CTS

Las cuestiones CTS pueden enfocarse de diversos modos cada tipo de aproximación responderá a qué aspecto se vea enfatizado. Esta diversidad curricular puede también resultar algo confusa por su apertura, y no existe un único camino o un currículum establecido que los docentes puedan recorrer cuando la inspiración falla (Ziman, 1980: 108). La diversidad puede generar actitudes polarizadas, es decir, puede ser bienvenida para los más innovadores, o intimidante para los más conservadores.

En esta sección se procura dar cuenta de esa diversidad y apertura de posibilidades. A continuación se presentarán las modalidades más generales de aproximación a las cuestiones CTS en el campo educativo, para luego focalizar en modalidades específicas para la educación media. Cabe aclarar que muchas de éstas no son excluyentes entre sí, ya que bien pueden aplicarse de modo complementario.

#### **a. Aproximación vocacional**

En el caso de la enseñanza de las ciencias con objetivos más propedéuticos, apostando al refuerzo o despertar vocacional, resulta interesante introducir a los estudiantes en aspectos sociales de los roles de investigador, científico, tecnólogo como profesiones. Incluso en el actual contexto de decaimiento del gusto por la ciencia y las vocaciones científicas, esta aproximación puede resultar de interés para el fomento de actitudes positivas y acercamiento a la ciencia y tecnología desde una perspectiva realista, es decir del quehacer cotidiano de investigadores básicos y aplicados y/o tecnólogos. Este tipo de aproximación puede resultar muy iluminadora para muchos jóvenes, ya que provee una visión real de la profesión científica, científica-tecnológica o puramente tecnológica. También abre la posibilidad de abordar algunos problemas éticos implicados en la ciencia y/o dilemas de responsabilidad social (Ziman, 1980: 113-114).

#### **b. CTS a través de las aplicaciones científico-tecnológicas**

Según Ziman (1980: 112) una de las aproximaciones más naturales a las interacciones entre ciencia y sociedad es a través sus aplicaciones. Este enfoque resulta bastante práctico para el docente “convencional” de ciencias o para el investigador ya que las aplicaciones están a la vista. Por otro lado, este tipo concreto de aproximación también apuesta a tomar en consideración los intereses e inclinaciones de los estudiantes de ciencias, tratando de capitalizarlos.

A través de las aplicaciones se podría generar un fuerte acercamiento al denominado sistema de I+D, y a su vez dar cuenta de que hoy en día la línea demarcatoria entre el conocimiento básico y el aplicado es casi inexistente. Ésta se encuentra prácticamente diluida y el hecho de poder explicitar esta divisoria difusa ayudaría a eliminar, o al menos desincentivar, ciertos tintes científicistas –y positivistas- de la educación científica tradicional.

#### **c. Aproximación interdisciplinaria**

*“En tanto programa reformista de la educación científica, el movimiento CTS frecuentemente se ha aliado con – y a veces confundido con- esta tendencia progresiva [a la interdisciplina]. La asociación es muy natural. Para alcanzar un punto de vista interdisciplinario es necesario romper las barreras que encierran las disciplinas tradicionales con sus paradigmas intelectuales, su metodología y técnica, o su área-problema. Una vez que las barreras se hayan difuminado nuevos tópicos, incluidos los aspectos sociales de las materias pueden entrar”* (Ziman, 1980: 116).

Siempre está abierta la posibilidad de introducir nuevos enfoques interdisciplinarios a viejos problemas antes tratados de modo disciplinar. A su vez, el propio carácter inter o multidisciplinario de los estudios CTS va en consonancia con el desarrollo de enfoques que tiendan a integrar disciplinas en la educación científica. La demanda de un enfoque inter o multidisciplinario va también muy en sintonía con algunas críticas del movimiento CTS a la hiper -especialización de la experticia científica y educativa: *“si miramos en detalle el modo en que las materias/disciplinas son enseñadas encontramos que en general toman a las disciplinas tradicionales – humanísticas o científicas- como modelo, y son proclives a las mismas deficiencias de hiper especialización, academicismo, y exaltación de la experticia profesional”* (Ziman, 1980: 118).

De todos modos debe admitirse que la pérdida de demarcación entre las barreras disciplinares no necesariamente es siempre favorable a la educación científica CTS. Tal vez en estadios educativos iniciales, los enfoques interdisciplinarios pueden resultar confusos para los estudiantes e incluso para docentes formados en una matriz disciplinar (Ziman, 1980: 116).

Pero seguramente, este enfoque pueda asociarse más a la enseñanza por problemas. Un tipo de curriculum diseñado de este modo puede estar más a tono y capitalizar más el conocimiento interdisciplinario, lo cual es convergente con los objetivos CTS, aunque no va en detrimento de admitir que la aproximación inter puede tener sus limitaciones como principio dominante para CTS en la educación.

#### **d. La aproximación filosófica**

Tanto la Gnoseología (teoría del conocimiento) y más aún la Epistemología, son disciplinas o subdisciplinas que resultan casi ineludibles al tratar temáticas CTS, incluso el mismo movimiento CTS nace con raíces en ellas. A ambas, y respectivamente, les conciernen preguntas como qué es y cómo es el conocimiento o la ciencia. Ambas son disciplinas metacientíficas, es decir reflexionan sobre ciencia misma, sobre la producción de conocimiento en general (gnoseología) y conocimiento científico (epistemología), y las cuestiones de esta índole cumplen un rol central en los estudios CTS.

Por lo general, la educación científica convencional da una respuesta estándar a estas interrogantes: la ciencia produce conocimiento aplicando el método científico, cuya justificación metacientífica puede encontrarse en la filosofía. A pesar de que los científicos pocas veces están familiarizados sobre cuestiones de filosofía de la ciencia, y son escépticos en lo relativo a su valor práctico, consideran una buena cosa incluir cuestiones de filosofía de la ciencia para los estudiantes y algunos consideran relevante incluir algunos tópicos como temas en los cursos de ciencia. (Ziman, 1980: 123).

El desafío epistemológico que enfrenta la educación CTS (Ziman, 1980) en sintonía con filosofía de la ciencia es el escapar a la falsa dicotomía entre cientificismo –donde toda ciencia y sólo la ciencia es perfectamente válida-; y el pensamiento anticientífico o relativista radical -que hace a todo el conocimiento científico enteramente cuestionable o dudoso.

Otra rama de la aproximación filosófica CTS es la que apela a contenidos sobre *la Naturaleza de la Ciencia* (NdC)<sup>19</sup>: CTS debe ser construida en base a las teorías sobre la naturaleza de la ciencia. A su vez, el conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia es un meta-conocimiento que surge también de reflexiones interdisciplinares realizadas por los especialistas en las disciplinas tales como la historia, filosofía o sociología de la ciencia, así como por algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias.

La dificultad asociada a esta aproximación es que a veces aborda cuestiones complejas que no siempre se adaptan fácilmente a los objetivos de la educación científica. Pero si estas cuestiones pretenden desarrollarse, puede hacerse a través de presentaciones en lenguaje más accesible mostrando la relevancia práctica para los problemas del mundo real (Ziman, 1980: 125). A su vez, como señala Acevedo (2009a: 357), no hay unanimidad sobre qué contenidos curriculares específicos debiera tener el enfoque NdC: *“El debate se centra hoy en si el significado de la NdC debe limitarse a la inclusión de la epistemología de la ciencia en la enseñanza de las ciencias, o si los contenidos de NdC deberían ser ampliados con aspectos esenciales de la sociología interna y externa de la ciencia, así como de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad”*.

En definitiva el enfoque NdC presenta dilemas similares a los –clásicos- debates epistemológicos sobre *internalismo – externalismo*, y sobre las nociones de *contexto de descubrimiento*, *contexto de justificación* y *contexto de aplicación*, a las que se aludió brevemente en este trabajo al introducir la obra de Kuhn.

#### **e. La aproximación histórica**

*“La ciencia académica necesariamente promueve y aspira a tener continuo acceso al conocimiento de su propia historia”* (Ziman, 1980: 119) y el movimiento CTS es favorable a este tipo de enfoque por razones similares, la historia de la ciencia constituye un acervo de conocimiento que resulta muy ilustrativo y no debiera dejarse de lado para iluminar algunas cuestiones CTS.

---

<sup>19</sup>19 Nature of Science según la literatura anglosajona que se identifica con la sigla NoS.

El punto radica en qué debe ser enseñado de la historia de la ciencia, ya que es una subdisciplina con vasta producción, por lo cual sólo podrá transmitirse una parte ínfima de ésta. Esta complejidad y profundidad de los temas, y a veces densidad teórica puede traer algunas dificultades prácticas de aplicación en la enseñanza CTS de las ciencias. Otra debilidad según Ziman (1980: 120 y 123) consiste en que ésta a veces sufre de una perspectiva excesivamente biográfica e individualista de la ciencia, subestimando en ocasiones las actividades colectivas y sus formas de legitimación.

En definitiva, la historia de la ciencia no implica sí misma un enfoque CTS, ya que hay muchas “historias” – individualista, tecnocrática, filosófica, social, ideológica- (Ziman, 1980: 123) sin embargo tópicos CTS pueden ser muy bien ilustrados apelando al enfoque histórico.

#### **f. La aproximación sociológica**

*“Las cuestiones CTS son mucho más sobre la sociedad en general que sobre la ciencia y la tecnología. En la opinión de muchos estudiantes (scholars) la sociología ha remplazado a la filosofía como la disciplina metacientífica fundamental”* (Ziman, 1980: 126).

Tras esta fuerte afirmación, el punto de vista sociológico parecería ser una aproximación razonable: sociología del conocimiento, estructuras internas de los institutos científicos y comunidades, dilemas morales de las decisiones de expertos, burocracia I+D, cuestiones psicológicas, políticas, económicas y sociológicas permean todo el enfoque CTS. Mientras que por lo general la tradicional filosofía de la ciencia ha dado mucho peso a los aspectos cognitivos (gnoseología) y personales, así como también al contexto de justificación y a la perspectiva internalista de los estudios sobre la ciencia, ha tendido a ignorar el aspecto colectivo y sus consecuencias sociales.

En este sentido, como ha afirmado Ziman (1980: 126 -127) resulta imposible referirse seriamente a algunos temas CTS sin acudir a las nociones de *norma, rol, ideología o efectos no deseados/emergentes*, los cuales han sido teorizados desde la Sociología, especialmente desde quien ha sido considerado como el fundador de la Sociología de la Ciencia, Robert Merton. Por tanto, parecería natural, proponer que la educación CTS pueda comenzar con una introducción elemental de los conceptos sociológicos que son relevantes en el estudio de los procesos de investigación científica, y que el sistema I+D pueda empezar a introducirse desde una mirada de esta disciplina.

Dentro de las dificultades de la aproximación sociológica puede señalarse que a veces este enfoque es aún menos común para los estudiantes de ciencias que el de la Filosofía o Historia. A su vez, existe “el riesgo relativista” (visto con la crítica al *Programa Fuerte* o la ciencia desde el laboratorio de Latour). Es decir que la simplificación al máximo de este enfoque puede llevar a posiciones ingenuas o absurdas que tornan a todo el conocimiento científico cuestionable (Ziman, 1980: 127), o incluso puede generar actitudes negativas hacia la ciencia si el enfoque se presenta de modo muy simplificado. Por tanto una versión excesivamente “light” de esta aproximación no resultaría del todo recomendable.

#### **g. Aproximación / enseñanza por problemas**

Otra opción (no excluyente) es el abordaje de problemas del mundo real relacionados con la ciencia y la tecnología. Éstas están altamente involucradas de los problemas cotidianos del mundo –ya sea en su solución o en la generación de los mismos-.

Como ha señalado Ziman (1980: 128) alguna de las ventajas de este enfoque es que tiene (i) fuertes *implicancias emocionales*, y de *compromiso* para los alumnos, lo cual impacta fuertemente en la dimensión actitudinal de la enseñanza de las ciencias. A su vez, (ii) tiene grandes *méritos pedagógicos*, ya que podría ser un antídoto interesante contra las abstracciones y el academicismo de algunos enfoques filosóficos y sociológicos. Por otro lado, (iii) es *Ilustrativo*, ya que a través de la elección de uno o más tema-problema es posible mostrar cómo efectivamente opera el rol social de la ciencia y la tecnología bajo influencias internas y externas apelando a ejemplos concretos. También este enfoque de CTS puede (iv) jerarquizar el análisis del *compromiso y la responsabilidad social* implicada en la actividad científico-tecnológica. Otro elemento interesante (v) es que este enfoque es *interdisciplinario por naturaleza*.

Más allá de todas esas ventajas el enfoque por problemas debería aplicarse con cautela y con monitoreo sobre sus posibles desventajas (Ziman, 1980: 130), como por ejemplo (i) los *intereses creados* (ej. abordaje de temáticas en las que estén implicados grupos de estudiantes). También (ii) se puede correr *riesgo de visiones superficiales*, en detrimento de su multidimensionalidad y complejidad. Puede prestarse para que desde una visión menos elaborada se traten temas desde opiniones más que desde puntos de vista calificados, pudiéndose llegar a la creencia en soluciones sencillas. Otra desventaja (iii) es que una mala aplicación del enfoque puede proporcionar *visiones distorsionadas* del sistema I+D. Entonces si no es monitoreado correctamente, (iv) podría llevar a *promover actitudes ingenuas y simplistas hacia la ciencia y la tecnología*.

## 8.2 Modalidades y aplicaciones prácticas de CTS en la educación media

En la literatura de referencia se pueden hallar modos específicos de tratamiento o introducción de la perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias en la educación media. Para este nivel formativo, se han clasificado en al menos tres modalidades distintas: *CTS como añadido curricular*, *injertos CTS*, y *ciencia y tecnología a través de CTS* (González García et al., 1996; López Cerezo, 2009). A su vez se incorpora el ejemplo de los *casos simulados*, que son más una herramienta didáctica propia del enfoque que una modalidad CTS. Todas éstas combinan de modo diverso las aproximaciones más generales arriba mencionadas.

### a. *CTS como materia curricular: curriculum tradicional + materia CTS pura*

Esta modalidad consiste en agregar al curriculum tradicional de ciencias una materia de CTS pura, que puede ser bajo la forma de materia optativa u obligatoria. El objetivo de este enfoque es introducir al estudiante en problemas sociales, ambientales, éticos, culturales, económicos, etc., planteados por la ciencia y la tecnología a través de un curso concreto (López Cerezo, 2009: 25).

Como ha señalado Osorio (2002: 76) uno de los casos más cercanos de la aplicación de una materia CTS pura es el caso español del Proyecto Argo en las Asturias: *“En este caso se parte de una conceptualización de lo que es la ciencia, la tecnología, la sociedad, y de los estudios CTS. En cada uno de estos capítulos se presentan conceptos de diversos saberes humanistas, acompañados de lecturas cortas, temas de reflexión y actividades propuestas. La segunda parte del curso comprende el desarrollo de la construcción histórica de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad; y una tercera consiste en el tema de la evaluación y control social de las decisiones tecnocientíficas. En este punto se sirven de estudios de caso, a partir de simulaciones didácticas en temas controvertidos sobre el medio ambiente, la salud, la educación y el medio humano”*.

Esta modalidad tiene la particularidad que al concebir CTS como asignatura, y especialmente cuando constituye una materia común para estudiantes de diversas especialidades, pueden llegar a predominar en ella contenidos no técnicos.

A su vez, algunas de las ventajas señaladas (López Cerezo, 2009: 26) son la facilidad para incluir contenidos CTS particularmente de la tradición académica, y el cambio curricular no es necesariamente costoso. Dentro de las desventajas, un punto débil es que se torna necesaria una fuerte capacitación docente, que puede requerir un esfuerzo considerable y arriesgarse a enfrentarse a estructuras tradicionales de la formación docente. Pero quizás el principal riesgo de esta modalidad es la disonancia curricular entre materias, es decir que la concepción general y los contenidos de ciencia y tecnología transmitidos por la asignatura CTS sean muy diferentes de los transmitidos por asignaturas de ciencias tradicionales impartidos por profesores con puntos de vista tradicionales.

Específicamente Osorio (2002: 78) aclara que esta modalidad se está tornando cada vez más factible en los países latinoamericanos *“(…) en la medida en que la transversalidad en el currículo se está convirtiendo en una tendencia educativa que permite confluir temáticas de la educación ambiental, de la educación en tecnología, de la educación cívica y de la cultura democrática, entre otros”*.

### b. *Injertos CTS: materias con añadidos de CTS*

Esta modalidad consiste en completar los temas tradicionales de las materias de ciencias con añadidos CTS al final de las unidades temáticas, o intercalando de algún otro modo los contenidos CTS. El objetivo general es concientizar a los estudiantes sobre las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y tecnología, y

revisar la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones con la tecnología y sociedad; así como el rol de los científicos y de la ciudadanía en esas temáticas concretas.

Según Osorio (2002: 69) *“la modalidad de injertos es especialmente útil para abordar una temática de un curso de ciencias o de tecnología, y, a nuestro juicio, es la estrategia más viable para ser aplicada en los currículos de la educación secundaria de los países latinoamericanos si tenemos en cuenta la dificultad de modificarlos por su actual atomización”*.

Con este formato curricular para CTS tenderán lógicamente a predominar los contenidos técnicos y, por tanto, la docencia se verá restringida a los profesores de ciencias. A su vez el cambio curricular no es tan costoso, pero subsiste el tema de la capacitación de docentes –de materias científicas “duras” en este caso-, y quizás se corra el riesgo de omitir algunos contenidos específicos CTS o incluir algunos añadidos “decorativos” sin tratarlos en profundidad (López Cerezo, 2009: 26).

Algunos ejemplos a nivel internacional asociados con esta modalidad son los materiales educativos elaborados en torno al proyecto *“Science in a Social Context”* (SISCON)<sup>20</sup> promovido y diseñado por la *Association for Science Education* (ASE) y por el *Science, Technology, Engineering and Mathematics programm education* (STEM) en el Reino Unido a partir del año 1983. Constituyó uno de los primeros programas de educación científica en incluir injertos CTS, y la finalidad principal de los cursos era y es mostrar las relaciones entre la ciencia, sus aplicaciones y la sociedad que en definitiva usa o consume ciencia (STEM-SISCON, 2011). Este proyecto se ha dedicado a la elaboración de materiales educativos, diseñados tanto para educación universitaria como secundaria. *“SISCON es un proyecto que usa la historia de la ciencia y la sociología de la ciencia y la tecnología para mostrar cómo se han abordado en el pasado cuestiones sociales vinculadas a la ciencia y la tecnología, o cómo se ha llegado a cierta situación problemática en el presente”* (Osorio, 2002: 70). Así se desarrollan unidades temáticas que abordan *issues* (cuestiones) CTS, por ejemplo: *Health and Safety; Energy: the power to work*<sup>21</sup>; *Evolution and the human population; Health, food and population; Technology, invention and industry*; entre otras (STEM-SISCON, 2011).

Otro proyecto similar desarrollado también en el Reino Unido y por STEM-ASE, es *“Science and Technology in Society”* (SATIS)<sup>22</sup>. Comenzó a implementarse en los años ochenta pero apuntando a la enseñanza científica antes de los 16 años, ya que a partir de dicha edad existía el proyecto SISCON. Se concibió este programa con el objetivo de ayudar a los docentes a relacionar la ciencia escolar con los contextos sociales y tecnológicos (STEM-SATIS, 2011). Las unidades son modelos para el desarrollo de clases en donde se muestren aplicaciones científico-tecnológicas, y mostrar cómo la ciencia funciona e interactúa con la sociedad. Los elementos claves de SATIS es que las unidades fueran cortas y fáciles de usar, así como más relevantes para los estudiantes más jóvenes, y en general se estructuraron en clases de 75 minutos, divididas en dos partes. Se incentivó a los docentes a utilizar estos materiales de modo flexible (STEM-SATIS, 2011). La idea fue estimular también la participación activa de los estudiantes a través de una variedad de métodos de enseñanza-aprendizaje –discusiones grupales, resolución de problemas, encuestas, casos simulados, ejercicios que implican la toma de decisiones, y juegos de rol con temáticas CTS-. También tuvo varias ediciones desde 1984, con sucesivas actualizaciones que figuran, al menos, hasta el año 2009<sup>23</sup>.

### **c. Ciencia y Tecnología a través de CTS: enseñanza por problemas + CTS**

Otra opción menos frecuente, consiste en reconstruir los contenidos de la enseñanza tradicional de la ciencia y la tecnología a través de una óptica CTS. En asignaturas aisladas, o también por medio de cursos científicos multidisciplinares, se busca fundir los contenidos técnicos y CTS de acuerdo con la exposición y discusión de problemas sociales dados. El formato para la presentación de contenidos en este caso consiste de modo

<sup>20</sup> <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/255/science-in-a-social-context-siscon>

<sup>21</sup> Por ejemplo, en el caso de *“Energy: the power to work”* (Solomon, 1983), se empieza por comprender los conceptos científicos (energía, calor y electricidad, etc.); luego se pasa al tratamiento de los usos y tipos de energía; para posteriormente tratar el tema de cómo la energía afecta nuestro modo de vida (con ejemplos de los usos doméstico, industrial y transporte en Gran Bretaña); luego la energía y los posibles desarrollos para el futuro (donde se menciona la energía solar ya que es una publicación de los ochenta); y finalmente se trabaja el tema de la energía y los países subdesarrollados.

<sup>22</sup> <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/243/satis>

<sup>23</sup> <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/341/satis-revisited>

similar al injerto CTS, en primer lugar, en tomar un problema relevante relacionado con posibles roles futuros del estudiante (ej. ciudadano, profesional, consumidor, etc.) y, en segundo lugar, seleccionar y estructurar el conocimiento científico-tecnológico necesario para que el estudiante pueda entender un artefacto, tomar una decisión o comprender un problema social relacionado con la ciencia y tecnología (López Cerezo, 2009: 27; Osorio, 2002, 72).

Algunas de las debilidades señaladas para esta modalidad es que suele ser más costosa en varios sentidos, ya que supone dar vuelta el curriculum, saliéndose de los límites de la típica y asentada docencia compartimentalizada por las fronteras disciplinares (López Cerezo, 2009: 28). A su vez, es necesario un esfuerzo no menor de actualización y “reciclaje” docente, reformas en la planificación didáctica, reformas curriculares, etc., las cuales suelen insumir mucho tiempo en cristalizarse.

Como contrapartida según señala López Cerezo (2009), citando estudios empíricos de colegas realizados sobre estudiantes de enseñanza media que trabajaron con orientación CTS en esta modalidad, se hace visible una mejora en la creatividad y en la comprensión de conceptos científicos, así como una mayor inclinación y actitudes positivas hacia el aprendizaje de la ciencia. En este sentido, parecería una buena alternativa para estudiantes poco motivados por las cuestiones científicas (Osorio, 2002); a su vez el aprendizaje resulta más accesible ya que los contenidos son inmediatamente contextualizados en situaciones de la cotidianidad de los alumnos por fuera del aula.

Un ejemplo de aplicación de este formato es el caso del proyecto PLON (*Physics Curriculum Development Project*) de origen holandés, que busca mostrar el papel de la Física en los diferentes roles que puede asumir el estudiante en el futuro (González, *et al.*, 1996; Osorio, 2002: 73), y bajo esa premisa se seleccionan los contenidos científico-tecnológicos de acuerdo al tema-problema en cuestión.

#### **Recuadro 2: Los casos simulados como herramienta didáctica**

En general, para todas o casi todas las modalidades de CTS en la educación media, se utiliza como herramienta el trabajo con *casos simulados*. *“Las simulaciones educativas constituyen una de las didácticas más atractivas para el aprendizaje del debate, la argumentación y la participación, ya que rompe con la rutina del trabajo cotidiano en el aula a través de situaciones en donde surgen las posiciones de cada actor-rol, y, con ello, la controversia acerca de sus valores frente a un determinado desarrollo o innovación tecnológica con implicaciones sociales y ambientales controvertidas. La discusión pública, el intercambio dialógico, la confrontación de datos, informaciones, argumentos y perspectivas de cada actor-rol, sirven para escenificar una posible evaluación constructiva acerca de un desarrollo tecnológico dado”* (Osorio, 2002: 78).

La estrategia consiste en el planteamiento de situaciones equilibradas y abiertas que incentivan el aprendizaje social de la participación pública en asuntos sobre decisiones tecnocientíficas. Se conforman equipos entre los estudiantes, en los cuales cada grupo representa un grupo actor implicado en cierto debate, y a partir de allí se procede a la búsqueda de información y elaboración argumentativa para el debate posterior en el aula, moderado por el docente. Se trabaja a partir de noticias o documentos, unos reales y otros ficticios, que facilitan el desarrollo del trabajo (Gordillo, 2009: 70).

### 8.3 Fortalezas y debilidades de la enseñanza CTS

Tabla 3: Síntesis de fortalezas y debilidades de la enseñanza CTS

<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades / requisitos / peligros</i>
Presenta a la ciencia en contexto más amplio, interno y externo.	Puede llenarse de contenidos no técnicos
Es una <i>innovación</i> con respecto a la enseñanza tradicional de las ciencias, en contenidos, en metodologías de enseñanza-aprendizaje y en las finalidades u objetivos que persigue	Puede implicar grandes esfuerzos en las transformaciones de los curriculums tradicionales: CTS impacta en varios niveles del curriculum y en todos los actores sociales implicados en el sistema educativo
Acerca la ciencia a la vida cotidiana de los estudiantes	Por lo general requiere una importante reestructura y actualización de la formación docente
Acrescenta o equilibra el contenido <i>sobre</i> la ciencia en relación al <i>de</i> la ciencia	Puede requerir el desarrollo de materiales curriculares especiales
La diversidad curricular y académica puede ser <i>signo de vitalidad intelectual y sensibilidad educativa</i>	La diversidad curricular puede resultar confusa o intimidante por su apertura, sobretodo en contextos conservadores
El curriculum CTS es abierto, divergente y espontáneo	La diversidad puede ser debilidad si es síntoma de desunión y fragmentación del conocimiento, opiniones y objetivos de aquellos que enseñan
Favorece el la integración disciplinar: interdisciplinaria o multidisciplinaria	En estadios educativos iniciales, los enfoques interdisciplinarios pueden resultar confusos para los estudiantes e incluso para docentes formados en una matriz disciplinar
Provee una educación científica con orientación humanista : acercamiento de las "dos culturas"   Brinda la posibilidad de practicar habilidades de las disciplinas humanísticas que son excluidas de las "ciencias duras"	No ha sido lo suficientemente explotada en la práctica aunque existen muchas experiencias a veces poco difundidas, por ello continúa siendo –al menos parcialmente- desconocida para parte del profesorado.
La estructura del conocimiento CTS no es piramidal	Como contrapartida de la libertad pedagógica puede llevar a cierta "anarquía educativa"
Pregona la formación para la participación pública ciudadana	
Podría promover el pensamiento crítico y la independencia intelectual	

## 9. Diseño de investigación

Hasta el momento se ha introducido el marco de referencia teórico que ha guiado este trabajo, de aquí en adelante se desarrollará lo relativo al trabajo empírico. Se partirá por el desarrollo de la estrategia metodológica escogida en vista a culminar en el análisis de la información vertida por los entrevistados.

El diseño elegido, en tanto plan global de investigación que integra de modo coherente la técnica de recogida de datos, los objetivos y el análisis previsto (Alvira, 2005: 99), se adecua a los objetivos preeminentemente *exploratorios* del trabajo. Asimismo busca complementarse con elementos propositivos que resulten de utilidad a los actores del sistema educativo vinculados a la enseñanza de las ciencias.

Se optó por apegarse a un *diseño flexible*, como ha sido conceptualizada por Piovani (2007: 74), es decir un tipo de diseño que es más o menos estructurado de acuerdo al grado de planificación previa. Pero a su vez permite cierta apertura durante el transcurso de la investigación, en la medida que ésta lo requiera tanto en la construcción del objeto-problema, en la selección, recolección y/o análisis. Bien puede ubicarse en un término intermedio en el continuum teórico entre el diseño totalmente estructurado y el diseño puramente emergente.

En este sentido, la técnica de recolección de la información escogida fue la entrevista semiestructurada<sup>24</sup>, la cual resultó de utilidad para indagar con profundidad sobre las dimensiones analíticas relevantes para la investigación. Como a continuación se detallará, se realizaron *39 entrevistas en total* a dos grupos distintos de entrevistados provenientes de las ciencias naturales e ingenierías, a saber: docentes- inspectores de enseñanza media por un lado, y académicos de grados superiores de la UdelaR<sup>25</sup>.

Como es característico de la técnica escogida, se confeccionó una matriz canalizadora y sintonizadora del discurso –*guía o pauta de entrevista*<sup>26</sup>- seleccionando a priori ciertos aspectos considerados teóricamente relevantes. A su vez, en sintonía con la flexibilidad del diseño, se previó cierto margen de apertura para captar y relevar elementos no considerados al momento de elaboración de la pauta que pudieran resultar de interés para el trabajo.

### 9.1 Selección de los entrevistados: subsistema Educación Media

La selección de los entrevistados se hizo siguiendo criterios teóricos, es decir, se realizó un *muestro teórico o intencional*, procurando seguir algunos criterios relevantes a los fines de la investigación que abajo se detallan.

La selección de los casos así como el trabajo de campo se caracterizaron por:

- En primer lugar, se buscaron docentes en disciplinas de ciencias naturales que preferentemente estuvieran desempeñando algún *cargo en secundaria o UTU*, o trabajaran como *asesores técnicos* (diseño curricular, formación docente, expertos en educación científica) para la enseñanza media de las ciencias. Es decir que estuvieran altamente familiarizados con la enseñanza de las ciencias en esta etapa formativa.
- Un elemento primordial fue la *formación disciplinar en ciencias naturales*, tratando de cubrir básicamente el espectro de ciencias naturales que se dictan la educación media, y que por tanto todos los estudiantes pasaran por ellas a través la escolarización media. Éstas son: *Física, Química y Biología*<sup>27</sup>.
- Se priorizó fuertemente la visión de la *inspección docente* –tanto de educación técnica como de secundaria-, siempre que fuera posible en términos de accesibilidad<sup>28</sup>, para contar con el discurso correspondiente al

<sup>24</sup> Para un mayor desarrollo de la entrevista como técnica de investigación para este trabajo, ver ANEXO II: La entrevista como técnica de investigación social.

<sup>25</sup> En el análisis las los fragmentos citados de la entrevistas a los inspectores docentes se clasificarán con letras (ej: Entrevistado A), y los fragmentos correspondientes a los científicos-académicos y gestores de innovación con número (ej: Entrevistado 1).

<sup>26</sup> Ver pautas de entrevistas en: ANEXO III Pauta entrevista a inspectores-docentes CS.Nat. Enseñanza Media; y ANEXO V Pauta entrevista a científicos-académicos y gestores de innovación en el marco del Proyecto Informe en Ciencias – PISA.

<sup>27</sup> Existen otras orientaciones disciplinares que no se priorizaron ya que corresponden a tramos acotados en el recorrido curricular (ej. Astronomía, Geografía, etc) u orientaciones específicas del bachillerato diversificado que no son comunes a la todos los estudiantes.

<sup>28</sup> Cabe aclarar que resultó imposible acceder a la inspección de Biología del Consejo de Educación Secundaria (CES), luego de variados intentos –fallidos- de concretar entrevistas. Así como la inspección de Biología de UTU por no existir cargo designado, por tanto se

diseño curricular, las orientaciones pedagógicas y los grandes lineamientos de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. En un principio se pretendió entrevistar sólo a inspectores, pero no fue factible por problemas de accesibilidad.

- *Tipo de formación que imparten*, es decir se trató de cubrir la modalidad de educación media básica y bachilleratos generales (CES) y bachilleratos tecnológicos (UTU). Es decir, cubrir la formación propedéutica, y la formación para el trabajo.

El trabajo de campo se realizó entre los meses de abril y mayo de 2011. Se realizaron diez entrevistas a inspectores / docentes, y asesores de educación científica media y política curricular, a saber: 3 en Física; 3 en Química; 2 en Biología y 2 asesores en diseño curricular en ciencias naturales.

**Tabla 4: Docentes inspectores entrevistados**

<i>Asignatura / especialidad*</i>	<i>Rol curricular</i>	<i>Cantidad de entrevistas</i>
<i>Física</i>	<i>Inspección y docente de aula</i>	3
<i>Química</i>	<i>Inspección</i>	3
<i>Biología</i>	<i>Docente de aula y Formación docente</i>	2
<i>*Cs. de la educación / enseñanza de las ciencias</i>	<i>Asesores técnicos en diseño curricular</i>	2

## 9.2 Entrevistas subsistema academia y gestores de innovación científica

Por otro lado, se trabajó con entrevistas a académicos y gestores de innovación científico-tecnológica de la rama de las ciencias naturales, realizadas en el marco de del proyecto “Informe en Ciencias-PISA” financiado por la ANEP y la Comisión Sectorial de Enseñanza (CSE) – Udelar<sup>29</sup>.

Habiendo formado parte del equipo de dicho proyecto<sup>30</sup>, realizando el total de las entrevistas y participando en análisis de las mismas, es que se estimó particularmente interesante la incorporación de dicho acervo al presente trabajo.

Como es sabido, las entrevistas fueron realizadas con otros fines teóricos y analíticos, sin embargo la temática general a la cual responden y los objetivos del proyecto mencionado tienen fuertes puntos de conexión con este trabajo. De hecho, la participación previa en este proyecto constituye el punto de partida de la actual investigación. La visión de los académicos y gestores de innovación científico-tecnológica (del sector público y privado), permite la incorporación de las opiniones y percepción de otro conjunto de actores relevantes en lo relativo al currículum en la enseñanza de las ciencias, las finalidades de la educación científica y la innovación curricular. Todos los entrevistados son investigadores formados abocados a la docencia y a la reproducción social de la ciencia y la tecnología.

De este modo, el diseño de investigación fue delineado a partir de la existencia de este cúmulo de información y percepciones al respecto. Por lo tanto, la incorporación de este acervo de entrevistas completa la visión de los integrantes del subsistema de educación media.

---

sustituyeron con docentes de vasta experiencia en secundaria y con formadores de formadores en Biología (IPA, CERPs y Semipresencial).

<sup>29</sup> Proyecto coordinado por el Dr. Tabaré Fernández – Depto. Sociología – FCS.

<sup>30</sup> Bajo la supervisión de la Profa. Laura Coitiño (Profa. Agregada Laboratorio de Química Teórica y computacional – Facultad de Ciencias - Udelar). Ver: “Un acercamiento desde el proyecto ‘Informe en Ciencias-PISA’ (ANEP-CSE) a las percepciones de investigadores nacionales sobre temáticas de las Ciencias Naturales a tratar y competencias científicas a incentivar en jóvenes al inicio del Bachillerato - Laura Coitiño, Mariana González Burgstaller”, X Jornadas de Investigación de la FCS, Mesa de Estudios sobre PISA en el Uruguay.

En este sub grupo de entrevistados, se realizaron en total 29 entrevistas a académicos consolidados (grados 3, 4 y 5) de las facultades de Ciencias, Ingeniería, Química y Medicina de la UdelaR; y a gestores de innovación científico-tecnológica que se desempeñan como asesores técnicos de alta calificación (ya sea en la ANII, Plan Ceibal y/o en empresas privadas). Las mismas se realizaron entre fines de 2009 e inicios de 2010.

En la selección de los entrevistados se buscó que primara la diversidad disciplinar, y que mantengan o hayan mantenido contacto con la docencia (grado, posgrado y a veces en la enseñanza media). También se realizaron entrevistas semiestructuradas, a través de una pauta de entrevista que tiene fuertes puntos de conexión con la aplicada a los docentes del subsistema de la Educación Media, lo cual permite la comparación y cruzamiento de la información con los fines analíticos de este trabajo.

Uno de los estímulos principales que se utilizaron en estas entrevistas, fueron los programas de las distintas materias de ciencias naturales (Física, Química y Biología, en algunos casos se agregó Astronomía y Geografía<sup>31</sup>) que están vigentes hoy día al inicio del Bachillerato<sup>32</sup>(Reformulación 2006). Durante el transcurso de la entrevista se les entregaba el programa correspondiente a su especialidad, y se les pedía opinión al respecto, así como sugerencias, fortalezas y debilidades de los mismos a su juicio. A continuación se resume en una tabla a los entrevistados según la matriz disciplinar o interdisciplinar de la cual provienen.

**Tabla 5: Académicos y gestores de innovación entrevistados según matriz disciplinar/interdisciplinar de la que provienen**

Matriz disciplinar	Especialidad disciplinar e interdisciplinar de los académicos y gestores de innovación entrevistados
Biología	Biomatemática; Biofísica; Virología; Biología Molecular; Biología Celular; Fisiología; Nutrición; Ciencias del Mar; Ecología; Paleontología; Micología; Radiobiología; Biomedicina; Biotecnología; Bioquímica.
Física	Biofísica; Meteorología; Ciencias de la Atmósfera; Astronomía; Física Aplicada: Física Óptica y Acústica; Física de Partículas - Ingeniería Nuclear; Física Teórica: Mecánica Cuántica y Relatividad General.
Ingenierías	Ingeniería Química; Ingeniería Mecánica; Ingeniería de los fluidos; Ingeniería Electrónica; Ingeniería Nuclear; Ingeniería en Computación; Tecnologías de la Información.
Química	Química Orgánica; Química Inorgánica; Cristalografía; Nanotecnología; Radioquímica; Química Farmacéutica; Química de los alimentos; Ingeniería Química; Bioquímica.
Geociencias	Geografía, Geología.

<sup>31</sup> Para algunos entrevistados se utilizaron programas de Ciclo Básico ya que corresponden a materias que no se imparten en Bachillerato, a saber, Geografía por ejemplo. La inclusión del programa de Astronomía, se debe a la realización de entrevistas a académicos expertos en dicha disciplina, a los cuales además se les enseñó el programa correspondiente a Física de la Reformulación 2006.

<sup>32</sup> Correspondiente a 4to año de liceo, o Bachillerato general (en contraposición al diversificado de 5to y 6to).

## 10. Percepciones sobre finalidades de la enseñanza de la ciencia y tecnología

### 10.1 Las opiniones de los docentes-inspectores de educación media

#### 10.1.1 Convivencia problemática: ¿enseñanza formativa o propedéutica?

Si se pensara en un gradiente de opiniones con respecto a los dos grandes objetivos de la educación científica que fuese desde opiniones más conservadoras tales como “lo propedéutico es el único objetivo deseable” hasta el otro extremo “lo formativo es el único objetivo deseable” (ver tabla 6 abajo), podríamos ubicar *grosso modo* la mayoría de las opiniones de los docentes-inspectores entrevistados cercanas a las posiciones centrales (3 y 4), aunque con cierta tendencia a acercarse a afirmaciones tales como la 2, y algunos menos ostentan posturas como la 5 de la tabla que abajo se expone. Son inexistentes las preferencias polarizadas (1 o 6) que valoran únicamente una finalidad por sobre el resto<sup>33</sup>.

Esta tipología se construyó para apreciar toda la gama de opiniones que teóricamente pueden existir entre las dos grandes finalidades. Fue elaborada ex ante al trabajo empírico y tiene fines analíticos en lo que refiere a comprender la polarización entre los dos grandes objetivos. En el caso de este trabajo, no se alcanza a verificar que existan opiniones que se puedan encasillar cabalmente en cada tipo (ideal). El objetivo de ésta es mostrar formas estereotipadas de concebir la relación entre las dos finalidades, llegando a los tipos polares en los que una excluye por completo a la otra. La misma representa extremos no verificables empíricamente pero que cumplen una función taxonómica y analítica. En definitiva, sirve para clasificar y analizar discursos que tienden a acercarse a cada tipo pero que no son idénticos a él.

Tabla 6: Tipología de opiniones sobre el currículum en la educación científico-tecnológica en la enseñanza media<sup>34</sup>:

1. El propedéutico es el único objetivo deseable
2. El propedéutico es el principal objetivo deseable
3. Lo propedéutico se complementa con lo formativo
4. Lo formativo adquiere mayor protagonismo en la actual coyuntura
5. El formativo es el principal objetivo deseable
6. El formativo es el único objetivo deseable

El pool “típico ideal” de opiniones sobre el currículum en ciencias en la enseñanza media, pretende representar tanto a la dimensión del *deber ser* del currículum según los entrevistados, como a la descripción fáctica (o del *ser*), siempre desde la óptica de los entrevistados. Asimismo debe aclararse que a veces la distinción de ambos niveles analíticos se torna difusa, ya que los entrevistados tienden a asociar la finalidad formativa o democrática como una opción “políticamente correcta” dado el desarrollo reciente del debate político-curricular en esta materia.

Si bien para los profesores- inspectores entrevistados la finalidad formativa tiene hoy un lugar en el currículum de las ciencias naturales, persiste una clara tendencia a conservar la importancia tradicional de la formación propedéutica bajo la cual fue concebida la enseñanza secundaria. Parecería que hoy día, la oposición a la formación democrática aparece como “políticamente incorrecta”, y en algunos casos se le da una existencia al menos nominal como objetivo del currículum. El punto álgido se encuentra quizás, en qué status adquiere la finalidad formativa. Es decir, si está supeditada a la finalidad propedéutica o si tiene su lugar y valoración independiente de ella.

<sup>33</sup> Como se ha visto en el marco teórico existen más finalidades en la enseñanza de la ciencia y la tecnología, pero se han tomado estas dos principales ya que constituyen el foco del actual debate, y son las más sustantivas para el análisis en este trabajo. Se hará referencia a las demás finalidades siempre y cuando hayan sido mencionadas por los entrevistados y/o sean relevantes para los fines analíticos del trabajo.

<sup>34</sup> La tipología fue construida ex ante con fines analíticos en pos de poder clasificar las percepciones de los entrevistados en relación con las metas que debería perseguir la educación en ciencias naturales.

Si agrupamos algunas de las opiniones de los docentes-inspectores de secundaria encontramos que para algunos la prevalencia del objetivo propedéutico se mantiene como elemento primordial (escalón 2 de la tipología). En este sentido, también cabe notar que la importancia de la enseñanza introductoria para posteriores estudios tiene más coherencia y es mejor justificada para la enseñanza media superior (bachillerato). Un punto controvertido es que si bien pueden ostentar posturas personales más cercanas a los puntos 4 o 5 de la tipología, el peso del currículum prescripto hace que prevalezca en la práctica modalidades que terminan dándole preponderancia a lo propedéutico. He aquí la problemática convivencia entre ambas finalidades en el discurso de los entrevistados.

*"(...) vos estás trabajando con una asignatura en particular y especialmente en 2do ciclo donde todo lo que tu hagas en tu asignatura es lo que va sustentar al estudiante cuando siga una carrera universitaria"* (Entrevistada E).

*"La idea era que el bachillerato sin ser necesariamente propedéutico apunte a una mejor preparación para aquellos que puedan seguir alguna carrera universitaria, o al menos de carácter terciario. Eso ha generado toda una serie de disputas entre las asignaturas, porque los que pertenecen a ese núcleo común plantean que son consideradas asignaturas de segunda (...)"* (Entrevistada E).

*"Yo creo que si bien en la enseñanza generalista que es la que ofrece secundaria, todavía no está totalmente laudada, y eso es uno de los grandes problemas que tiene secundaria, cuál es su finalidad, si es una finalidad propedéutica o si es una finalidad de formación, de formación con un carácter terminal para aquellos que simplemente quieren tener un nivel determinado y poder desempeñarse bien la sociedad en distintas tareas. Eso secundaria no lo tiene laudado todavía, y ante la duda termina cayendo siempre en lo propedéutico (...)"* (Entrevistado A).

*"Tú te enfrentás a un programa que está elaborado fundamentalmente en base a contenidos conceptuales, por lo tanto recibís el mensaje de que lo más relevante es eso, y decís bueno, si yo quiero abarcar otros aspectos de la enseñanza de la química o de la ciencia me quedo sin aire, casi no lo puedo hacer"* (Entrevistado B).

Algunas posturas, quizás más críticas, hacen notar que la *tensión* entre ambas finalidades no ha sido resuelta y si bien en los currículum prescriptos (programas) ha sido señalada la importancia de que convivan ambos objetivos, en la práctica (currículum oculto) y en el imaginario de los docentes prevalece la idea de una formación científica supeditada a proseguir con estudios terciarios. La presencia del *"fantasma de la Facultad"*, como lo señalan algunos docentes, es algo que está presente al momento de definir cortes en los programas o de priorizar conocimientos conceptuales o procedimentales. La idea de que *"lo propedéutico te come"* o que *"los docentes no estamos asumiendo que no podemos enseñar todos los conocimientos"* deja en evidencia que la convivencia se torna problemática, y la tensión parecería resolverse frecuentemente en favor de la finalidad propedéutica (más cercano al extremo 1 de la tipología).

*"(...) ante la duda termina cayendo siempre en lo propedéutico aunque los documentos no lo declaren. Es decir, el docente termina cayendo en lo propedéutico porque cuando vos entrás a charlar con un colega y te dice: 'bueno a ver mirá es imposible que cubramos estos contenidos conceptuales, ¿qué vamos a sacrificar del programa?' Inmediatamente existe el fantasma de la Facultad, que es: 'ah pero esto no lo puedo sacar porque en facultad lo van a precisar, y esto tampoco porque en facultad también lo van a precisar'"* (Entrevistado A).

*"Bueno, ya desde los últimos programas de las reformulaciones 2006 allí ya se establece que deben tener las dos finalidades, sin que ninguna tape a la otra, y creo que ya estaban en la TEMS 2003, o sea que hace unos cuantos años que por lo menos desde quienes hacen los programas hay una idea de que se deben tener en cuenta los dos aspectos, tanto para el que va a cursar estudios posteriores como para quienes no los va a cursar (...)"* (Entrevistado B).

*"Hoy por hoy, no es ni chicha ni limonada, estás a medio camino entre ambas visiones (propedéutica y 'democrática') no tenés planes concretos, no sé si plan curricular, pero digo no hay un apoyo más contundente para resolverse por una u otra"* (Entrevistada H).

*"Entonces lo propedéutico te come, está tan marcado a fuego en el pecado original de la creación de secundaria que nació para eso, nació como un anexo de la Universidad, nació en la Universidad (...). Entonces está tan fuerte que, aunque desde lo declarativo de los documentos se empieza a deslizar que lo propedéutico no es lo más importante, en la cabeza del docente, que es el que hace el día a día, sigue siendo la marca de origen, y ante la duda es un camino conocido y es a lo que la gente más se aferra"* (Entrevistado A).

En este sentido, resulta muy atendible la idea de que la predominancia de lo propedéutico está asociada con *"el pecado original"* en la génesis de la enseñanza secundaria en Uruguay concebida originariamente como un anexo de la Universidad, nacida por y para la esta. Si bien hoy día empieza a aparecer el objetivo democrático y democratizador de la enseñanza de las ciencias y tecnología nivel del currículum explícito; en el nivel implícito, o sea en la realidad de la práctica docente, se tiende a ser conservador y hacer primar aquellos principios que siempre se consideraron fundamentales.

### **10.1.2 La percepción sobre la alfabetización científica**

Como se ha visto, el concepto de alfabetización científica no es unívoco, aunque sí existen algunas características comunes a muchas de sus definiciones. Una de éstas es su cercanía a la idea de *"ciencia para todos"* y con las finalidades *formativas* o *democráticas* de la educación científica. Guarda estrecho vínculo con

concebir que el conocimiento científico y tecnológico entre dentro de lo que comúnmente se asocia con “cultura general” y con conocimientos útiles para el desarrollo de una ciudadanía responsable e informada. Esta visión está presente en algunos docentes-inspectores y es más cercana a una concepción de ciencia formativa que puramente propedéutica. Éstos señalan que no hay dudas en cuanto a que el aprendizaje de las ciencias será útil para quienes continuarán estudios científicos, pero también debe ser de utilidad para la mayoría que proseguirá otros caminos posibles. Así, la alfabetización científica constituiría la base mínima imprescindible para poder desenvolverse con mayor soltura en un mundo que ha naturalizado su entorno técnico-científico.

Sobre este punto parecería que existe cierto consenso sobre el rol de la *alfabetización científica*, y a su vez este concepto está más inclinado al extremo de *lo formativo* como meta deseable en el continuum teórico (punto 6 de la tabla inicial) que al de *lo propedéutico* (punto 1). El foco álgido está nuevamente, como se vio más arriba, en que si bien es un objetivo deseable no siempre se lleva a cabo, ya sea por esa marca propedéutica de nacimiento, por los cronogramas estrictos, o porque a los docentes “les cuesta hacerse la idea que no se puede enseñar todos los contenidos” en una materia.

*“Contra los pilares de la alfabetización científica no podemos ir, es decir es uno de los objetivos principales y sobretodo en un primer ciclo, es decir el ejercicio de una ciudadanía responsable implica también saber cosas de Física. No alcanza sólo, como hace no tanto tiempo y tal vez en algunas personas todavía subsiste la idea, de que las cuestiones culturales pasan sólo por aspectos que no incluyen a las ciencias (...) aprender ciencia para seguir estudiando si quieren, pero también aprender ciencia para poder aprender mejor lo que están aprendiendo, es decir aprender a aprender” (Entrevistada G).*

*“(..)pero ahora lo que se tiende más es a una alfabetización científica, y que la sociedad tiene que debatir y participar en todos los temas (...)” (Entrevistada H)*

*“Para mí lo que tenemos que tener, es más que nada una alfabetización científica, que hoy no lo estamos logrando porque a los docentes les está costando, o nos está costando asumir que no podemos enseñar todos los conocimientos, sino que tenemos que enseñar la base que constituya los andamios para que después el estudiante llegue a científico o a amo de casa” (Entrevistada I)*

Asimismo, desde la perspectiva de los entrevistados del subsistema de la educación media la alfabetización científica se asocia a conocer, familiarizarse y aprender elementos del código científico (entendido en tanto lenguaje de símbolos). Está íntimamente emparentado con el desarrollo de estrategias de pensamiento, resolución de problemas y razonamiento asociadas al conocimiento y al quehacer científico. Guarda relación con la posesión de esquemas de pensamiento y acción, y le quita preponderancia a los contenidos en sí mismos, sino en relación a competencias y estrategias de pensamiento. Se destaca la importancia de saber cómo y cuándo acudir al conocimiento experto, y reconocer el grado de fiabilidad de dicho conocimiento. Así la alfabetización constituiría un “andamio” para que el estudiante prosiga con éxito el camino que deba recorrer a posteriori, sea este la continuación con estudios superiores, la salida al mercado de trabajo, o el trabajo en tareas domésticas. Es decir, el concepto se vincula desde el discurso de los entrevistados a la idea del ejercicio de una ciudadanía plena y responsable; y de la ciencia como parte fundamental de la cultura (y bagaje cultural del ciudadano).

*“Ese es uno de los enfoque esenciales que debe transmitir la ciencia, que a pesar de todo, la ciencia sí tiene un lenguaje común de intercambio que necesariamente tienen que ser trabajados todos los contenidos a desarrollar las competencias con ese único lenguaje comunicacional que es parte integrante del código científico” (Entrevistada E).*

*“Entonces yo creo que ahí desenfoqué lo que tienen que ser los contenidos realmente trascendentes a trabajar, quizás no son tanto los conceptos y son más las estrategias que vos lográs que esa persona desarrolle. (...) Porque si vos tenés una persona que tiene estrategias para resolver problemas, que es capaz de aprender por sí mismo, que es capaz de leer y entender, que es capaz de hacerse preguntas interesantes, que es capaz de buscar expertos y saber a qué expertos tiene que dirigirse cuando tiene que enfrentar un problema que desconoce, estás formando un ciudadano. Entonces creo que pasa un poco por ese lado, ¿no? De todos modos creo que habría que incorporarle también una visión un poco más social a la enseñanza de las ciencias” (Entrevistado A).*

*“(..) si logro formar en contenidos básicos un buen ciudadano, ese ciudadano va a poder seguir estudiando lo que quiera. Porque si lo habilite con competencias básicas que le permitan a él comprender la realidad, ver cómo conocer la realidad en primer lugar ¿no? Es decir que tenga esas herramientas básicas que le permitan buscar fuentes de información y poder discriminar de esas fuentes la validez que puedan tener. Es decir ese ciudadano que es capaz de aprender estudiando, de aprender en un contexto social, de potenciar el uso de las nuevas tecnologías para su aprendizaje, esa persona evidentemente va a estar en condiciones de seguir cualquier carrera universitaria, y va a poder aprender ese contenido muy específico” (Entrevistada C).*

### 10.1.3 Divorcios múltiples

Asimismo se encuentran las visiones más pesimistas que señalan que el tipo de enseñanza no ha cambiado en medio siglo, pero el punto más interesante se halla en la percepción de la existencia de un vacío en lo referente a la didáctica de la enseñanza de las ciencias. Se visualiza *un divorcio* entre lo que son los centros de producción de conocimiento sobre educación, asociado a las ciencias sociales y humanidades, donde las investigaciones sobre didáctica parecerían no cruzarse con las ciencias naturales; y por otro lado las ciencias naturales, que abocadas a sus objetos de estudio, relegan la investigación que se ubica en la frontera entre educación y sus propias disciplinas. Es decir, la investigación sobre *didáctica de las ciencias naturales* se muestra como un campo de investigación postergado en las agendas de investigación de ambos grupos académicos. Muestra, quizás, de la separación de las “dos culturas” a las que aludía Snow.

A este diagnóstico proveniente de las percepciones de los docentes y/o inspectores, también se le suma la preocupación de algunos expertos en materia educativa que señalan *un segundo divorcio*, a saber, aquel que se da entre la formación docente y la investigación científica-académica. Esta separación se produce entre los subsistemas educativo superior (con sus representantes en la academia como productores de conocimiento) y el subsistema educativo medio<sup>35</sup> (con los docentes, y formadores de formadores), en donde la producción de conocimiento de los primeros difícilmente permea hacia los segundos. Así por ejemplo el programa “Acortando Distancias”<sup>36</sup>, ideado por la Dra. Ma. Paz Echevarriarza y llevado adelante por UNESCO, tuvo como principal objetivo estrechar esta brecha. Esta línea de trabajo ha sido retomada por el recientemente creado programa ProCiencia en el marco de ANEP-Pedeciba<sup>37</sup>.

*“Más allá de todo, se sigue enseñando prácticamente como hace 50 años atrás. No hay, por ejemplo investigación e n enseñanza d e las ciencias, que es un tema clave. Es decir, de repente en la Facultad de Ciencias hay investigación en Física pero es investigación científica sobre física, uno puede en la otra facultad desde las Ciencias de la Educación hacer otra investigación desde la didáctica; pero en la zona de producción de conocimiento científico de didáctica para las ciencias, allí hay un vacío, y en ese sentido creo que ahí hay un déficit grande porque ello ayudaría a producir conocimiento sobre cómo enseñar ciencias. Por lo menos crear un escenario alrededor del cual uno pueda discutir sobre cómo enseñar ciencias” (Entrevistado F).*

*“¿Cuál es el problema que tenemos? Lamentablemente todo lo que te voy a decir arrancó en el 1998, pero el país aún no ha avanzado mucho en esto. El problema es histórico, de siempre en el Uruguay, es que los investigadores están en un lado y los docentes por otro, la formación continua o formación permanente de los docentes está separada o dividida de la formación básica (IEPD, CERPS, IPA)... El problema histórico es que no existe relación entre la Universidad, y ahora universidades, y la formación docente” (Entrevistada J).*

### 10.1.4 ¿Qué significa ser propedéutico?

Resulta interesante pensar en la noción de “enseñanza propedéutica”, algunos de los entrevistados han reflexionado sobre el asunto y señalan que el punto está en pensar qué significa ser propedéutico. De este modo permite repensar categorías que se han mostrado y mantenido polémicas. Si lo propedéutico se asocia al desarrollo de estrategias de razonamiento, competencias y resolución de problemas entonces el concepto se vuelve menos problemático y apunta a la formación de ciudadanos competentes para desenvolverse en mundo actual. Así se plantea una posible, y quizás plausible solución a la dicotomía enseñanza formativa – enseñanza propedéutica.

Existe también la idea de no apelar a los extremos de ese continuum. Quizás se pueda ir complementando una finalidad con la otra en la medida que los estudiantes avanzan en su formación. Así, algunos sugieren que en los primeros años de la educación media el enfoque formativo puede ser más plausible, incluso si se piensa en que la mayoría no seguirán estudios científicos y muchos ni siquiera continuarán sus estudios en general. Por tanto una formación más enfocada a la ciencia y tecnología para la vida cotidiana no parecería descabellada. La formación en el estadio de la educación media superior (4to, 5to y 6to) apunta a una preparación para el ingreso a los estudios superiores, por tanto allí sí la prevalencia de la finalidad propedéutica sería, eventualmente, más deseable.

<sup>35</sup> Aunque también sucede en educación primaria.

<sup>36</sup> Ver: Echevarriarza, Ma. Paz (2006) *Acortando distancias entre la investigación y los profesores de ciencias. 1999-2005*, UNESCO-Sector Educación, Montevideo. Disponible en:

[http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/acortando\\_distancias.pdf](http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/templates/educacion/archivos/acortando_distancias.pdf)

<sup>37</sup> Ver: <http://www.anep.edu.uy/prociencia/>

*"Yo creo que sin abandonar lo propedéutico, lo que tendríamos es que pensar qué significa ser propedéutico hoy en día. (...) Entonces yo creo que ahí desenfocás lo que tienen que ser los contenidos realmente trascendentes a trabajar, quizás no son tanto los conceptos y son más las estrategias que vos lográs que esa persona desarrolle (...) si nosotros pensamos en que lo propedéutico es ese otro concepto de ser propedéutico, casi que confluyen las dos miradas, la propedéutica con la de formación para la ciudadanía. Porque si vos tenés una persona que tiene estrategias para resolver problemas, que es capaz de aprender por sí mismo, que es capaz de leer y entender, que es capaz de hacerse preguntas interesantes, que es capaz de buscar expertos y saber a qué expertos tiene que dirigirse cuando tiene que enfrentar un problema que desconoce, estás formando un ciudadano. Entonces creo que pasa un poco por ese lado, ¿no?" (Entrevistado A)*

*"Bueno, yo creo que como todas las cosas de la vida, ni un extremo ni el otro. El justo medio y el equilibrio es importante y es lo más difícil de lograr. Entonces a mí me parece, que en los años jóvenes digamos, en los años iniciales, donde está muy lejos la facultad a mí me parece que uno puede darse el lujo de tener flexibilidad, de enfocar más a que el muchacho cree, investigue, estudie (...) por ejemplo el ciclo básico, de 1ro a 3ro, ahí también agarrás a toda la gente que no va a seguir estudiando ciencia, la mayoría en general.(...) Ahora sí, cuando ya estás más al final, digamos capaz 5to y 6to, tenés que enfocarte más al conocimiento duro, porque ta, tampoco queremos gente que sepa pensar bárbaro pero que no tenga los conocimientos básicos para atravesar Facultad" (Entrevistada D)*

Un elemento interesante a señalar es que la enseñanza de las ciencias se ha enfocado históricamente a la formación apuntando a un mercado de trabajo más estable que el que prevalece hoy día, una sociedad en que la movilidad y rotación laboral era mucho menor. El riesgo y la incertidumbre, características asociadas a las relaciones laborales contemporáneas, no eran elementos determinantes hasta casi fines del siglo XX. La educación en ciencia y tecnología fue pensada para puestos de trabajo más estables y hasta fijos, y esta marca parece haber quedado sellada en los programas de las asignaturas científico-tecnológicas hasta hoy día. Cuando se habla de "aprender a aprender" se hace referencia a la importancia de adecuarse a los cambios en el mercado de trabajo. Desde las ocupaciones manuales hasta las intelectuales están requiriendo niveles de actualización y adaptación importantes frente a los cambios científico-tecnológicos y sus impactos en el mercado de trabajo. Unas finalidades de la educación científica pensadas para una sociedad mucho más estable, se muestran no sólo insuficientes sino también obsoletas en la actual coyuntura.

*"Uno enseña a aprender, cuando decimos 'aprender a aprender', estamos en un momento clave en la humanidad donde tanto el mecánico, como el ingeniero, el médico, el carpintero, todos van a tener que seguir estudiando toda su vida. Pensemos y hablemos de trabajo sin tenerle miedo, todos van a trabajar. El médico o el científico y el sanitario van a tener que salir al mercado de trabajo con sus conocimientos y además van a tener que actualizarse durante toda su vida. ¿Por qué? Porque ahora si no estudiás, fuiste. Y si no tenés la capacidad de cambiar de un lugar a otro... Antes la educación estaba enfocada también para el trabajo, pero enseñaba para puestos, para lugares fijos. Ahora hay una gran movilidad" (Entrevistado F)*

## **10.2 Las opiniones de los académicos y gestores de innovación**

### **10.2.1 Finalidades educativas y alfabetización científica**

Si se retoma el continuum de opiniones ideales (tabla 6) pero teniendo como referencia al grupo conformado por los académicos y gestores de innovación científico-tecnológica, observamos que sus opiniones se encuentran más claramente "corridas" hacia el punto número 6 de la tipología. Es decir, tienen una visión que hace claro hincapié en la finalidad formativa o democrática de la enseñanza de las ciencias y tecnología en la educación media.

Este elemento es recurrente en la visión de los académicos y gestores de innovación y se asocia a la constatación de que la mayoría no proseguirá estudios científicos, por tanto la formación de ciudadanos científica y tecnológicamente alfabetizados se ve como prioritaria frente a conocimientos más específicos pero de menor utilidad para su vida cotidiana y ejercicio de ciudadanía. Prevalece claramente la idea de que la educación media debería apuntar a formar al *ciudadano medio* que capaz de tomar decisiones informadas, situándose frente al mundo de hoy con un acervo de conocimientos mínimos e imprescindibles que le permitan hacerlo. De este modo se subraya cómo la ciencia y tecnología conforman la cultura general, y constituyen entonces un elemento de empoderamiento ciudadano, y por ende de democracia. Elementos que por cierto, se asocian con las definiciones de alfabetización científica aludidas en el marco teórico.

*"Pero bueno yo creo que son temas biológicos, que no sólo por entrar a facultad sino que son una cuestión cultural general y que se tiene que tener acceso a eso para poder opinar" (Entrevistada 3).*

*"Entonces creo que el problema de estos momentos es más bien cómo poder, utilizando los medios actuales, no perder el rigor de la ciencia y que al muchacho le sirva para ir aprendiendo lo que es su vida, porque de ahí cuantos científicos van a salir, casi ninguno, porque casi todos van a ir al mercado laboral rápidamente, entonces ahí el papel de la ciencia no es enseñarles estrictamente para que sea un científico, estamos pensando en el ciudadano medio, y el ciudadano medio estudia ciencia para aclarar sus ideas, para ser racional, para poder discernir*

(...)"(Entrevistada 19).

*"La ciencia es una herramienta espectacular para eso. La construcción de una manera de cómo colocar tu cabeza frente al mundo, como pararte frente a cualquier problema. Ese trabajo es mucho más complejo, pero es la única forma que uno puede aspirar a hacer ciencia y ya no digamos ciencia para ser un científico, sino para razonar adecuadamente en la vida de todos los días. Porque es una herramienta de democracia la ciencia, es una herramienta para empoderar al ciudadano (...)" (Entrevistado 25).*

*"Yo creo que hay que distinguir claro el fin de la educación de Secundaria, qué es la que busca. En la época mía uno de los fines era como en cuanto el ingreso a conocimientos terciarios, te diría como un estudio para la Universidad y ahora no, ahora tiene otro fin que es como preparar al estudiante para su vida como ciudadano pleno. Y a veces que entre a la Universidad si quiere" (Entrevistado 21).*

*"Hay dos cosas, tienen que pensar que la enseñanza media es un ciclo de enseñanza del cual hay personas que van a proseguir estudios terciarios y hay personas que no van a proseguir estudios terciario, ambos tienen que tener algo importantísimo en común, la cultura suficiente para ser ciudadano (...). Yo creo que en la enseñanza secundaria hay que pensar en la preparación del ciudadano en primer lugar" (Entrevistada 28).*

### 10.2.2 El rol de las competencias y las actitudes científicas

Una característica a destacar es que para el desarrollo de esta cultura ciudadana científica y tecnológicamente alfabetizada es necesario el estímulo y desarrollo de ciertas *capacidades* y *actitudes* que son propias del quehacer científico. Éstas, aplicadas en sus debidos contextos, son las que se convertirán en *competencias científicas*. Desde la mirada del grupo de académicos y gestores de innovación entrevistados, las mismas deberían conformar la base sobre la cual edificar la formación media. Los contenidos son importantes pero en la medida que permitan ser un medio para el desarrollo de competencias. Así se encuentran explícitas sugerencias a equilibrar el énfasis actual en los contenidos puros con cierta priorización de procedimientos y de contenidos en acción. Se hace especial referencia a la necesidad de incentivar y ejercitar esas competencias: se debe poner mayor énfasis en el *cómo*, es decir en el *hacer ciencia*, en la experimentación, en el aprender a hacer y aprender a aprender. En esta línea, se sostiene que no sería tan importante desarrollar un conocimiento profundo y detallado de cada asignatura, como el desarrollo de capacidades. Los contenidos, tal como están plateados actualmente en la educación media, aparecen como "altamente perdibles" y son, por lo general, introducidos en contextos que poco tienen que ver con la cotidianeidad de los estudiantes. De esta manera, a posteriori se perciben recurrentes fallas por parte de los mismos a la hora de aplicar estos contenidos conceptuales (supuestamente incorporados) a otros contextos o situaciones. Los temas tendrían poco valor como fines en sí mismos, adquieren valor en la medida en que se pueden aplicar a algo y se pueden conectar con el día a día. Estas afirmaciones incluso se sostienen en el hecho de que el detalle y la profundidad en los tópicos científico-tecnológicos no son objetivos prioritarios en esa etapa formativa, en todo caso llegarán en la educación terciaria para aquellos estudiantes continúen.

*"La mayor crítica que le hago hoy a nuestro sistema secundario, y a lo que le pasa, me parece a mí pero no lo sé realmente porque no estoy en una clase con muchachos de esa edad, me parece que la mayor crítica es que crea que no hay suficiente énfasis en el desarrollo de ciertas capacidades. Que las capacidades se pueden desarrollar con casi cualquier temática, la temática en sí a veces es una excusa y hay que ver cuál es la mejor temática para propiciar mejor el desarrollo de esas capacidades (...) Entonces qué te quiero decir, por ejemplo, se desarrolla demasiado en ciencias el estudio de memoria, y esa es una capacidad. Ahora la capacidad que no se desarrolla es la capacidad de la reflexión, la crítica, el cuestionamiento, la duda." (Entrevistado 25).*

*"Hay un enorme fracaso, la inmensa mayoría de la gente, inclusive a un los que siguen ciencias, tienen carencias conceptuales enormes de lo que es el método científico, y eso me parece inaceptable. Eso ha conducido a un desastre en este país, se ha puesto tanto énfasis en tal materia de química, tal de matemática, o tal materia de tal cosa pero mucho menos importante de cómo se hacen las cosas (...) La tecnología se enseña así y la ciencia también, haciendo cosas que no tienen información previa para hacer, tienen que usar lo que tienen dentro, tienen que desarrollar habilidades por sobre esas cosas. (...) contar herramientas no conocimientos, y eso es la única manera de darle herramientas: haciendo, no escuchando" (Entrevistado 23).*

*"Yo las carencias que veo están en la capacidad de utilizar instrumentos que están potencialmente en su mente o de darse cuenta que lo poseen. Yo creo que el mayor de los problemas que tienen los estudiantes es que tienen una cultura que no saben qué tienen. Por ejemplo, han adquirido instrumentos matemáticos que los tienen instalados en sus memorias pero no los usan quizás por esa falta de capacidad de utilizar su sistema nervioso con el dinamismo se les debió haber entrenado antes. Poseen conocimientos de Química, de Física semi olvidados, por cierto en Matemática; pero desafiados ante un problema no están preparados para rescatar, por un lado de su mente y por otro lado de su biografía, esa información que sí tienen" (Entrevistado 1).*

*"(...) se establecen las temáticas y no sólo eso, sino también las capacidades van más allá de las temáticas. Justamente ahora la tendencia mundial de los planes de estudio a nivel universitaria está en diseñarlos apuntando a las capacidades que se pretenden obtener, no tanto a la temática. Porque las temáticas son tan cambiantes y crecientes que es imposible abarcarlas" (Entrevistada 14).*

Como se mencionó en el párrafo anterior, las actitudes hacia las ciencias también juegan un rol fundamental en el desarrollo de las competencias científicas desde la perspectiva de este grupo de entrevistados. En este sentido, señalan que el estímulo de cierto tipo de actitudes propias del quehacer científico es un elemento indispensable en la enseñanza de las ciencias en un nivel medio.

Esto se justifica, nuevamente, en el hecho que el cultivo y desarrollo de las mismas juega un rol destacado con independencia de las trayectorias que los estudiantes prosigan. Algunas de las actitudes asociadas a los procesos y prácticas científicas mencionadas son: actitud crítica y autocrítica, reflexiva, analítica, observacional, curiosa, independencia intelectual, actitud emprendedora, honestidad intelectual, flexibilidad, persistencia, tolerancia, aceptación de la crítica, actitud colaborativa, disposición a trabajar grupalmente, entre otras. Todas estas son centrales para diversos contextos y momentos de la vida y, mientras desincentivan al dogmatismo o el principio de autoridad como fuentes de verdad, no son exclusivas del quehacer científico en tanto que muchas –sino todas- pueden extrapolarse a otras facetas de la vida en su rol de ciudadanos. Éstas constituyen predisposiciones para enfrentar situaciones de diversa índole (desafiantes y/o conflictivas, entre muchas otras) que pueden presentarse en las distintas esferas en las que se desarrollen en su vida adulta.

*“Entonces el tema no importa tanto sino importa desarrollar una metodología una actitud del individuo, porque el tipo no va a ser científico, algunos si, la mayoría no, tiene que ser válido para todos, incluso para el que va a ser científico. Un sistema es como despertar curiosidad al muchacho.(...) para que el niño sea un adulto útil y con mentalidad crítica con tolerancia con solidaridad tenés que hacer una formación científica que implica ya pedirles experimentos de distintos temas” (Entrevistado 10).*

*“En un muchacho de 14 o 15 años que justamente lo que uno tiene que hacer es motivar su capacidad de cuestionamiento, y el cuestionamiento es algo que muchas veces en el sistema educativo está muy mal visto porque justamente las cosas bien estructuradas con una hora de comienzo, una hora de finalización, reglas muy claras adentro del liceo, que son la antítesis de lo que me parece que es interesante desarrollar como capacidad en un joven de 14 o 15 años a través de la ciencia” (Entrevistado 25).*

*“Una tercer preocupación que no tendría nada que ver con estas dos, mucho más fuerte, más de pararse frente al mundo es lo que ahora se llama el emprendedurismo o el espíritu emprendedor, o actitud emprendedora. Donde creo que hay grandes diferencias en los resultados que yo no sé si serán achacables a qué, a la educación o a qué, pero que es bastante claro que la propensión a formar empresas y a generar sus propios espacios de trabajo en los países desarrollados es mucho mayor que la proporción a crear sus propias empresas en países como el nuestro. Me parece preocupante por ejemplo el llamado en la Intendencia o en el Poder Legislativo, se presentan miles de tipos para servir el café. Eso me parece tremendamente preocupante y me parece que la educación algo tiene que tener que ver en eso porque eso no pasa en otros países” (Entrevistado 15)*

*“Despertar la curiosidad como una de las grandes capacidades que tiene nuestro cerebro, nuestro cerebro es curioso. Podes hacer dos cosas, planchar la curiosidad o dejar que la curiosidad florezca. Podes lograr que esa persona que tenga 16 años o 17 años al egreso sea un individuo capaz de moverse en este mundo. Que sea exigente y que exija a los medios de comunicación que les cuenten cosas científicas, tecnológicas reales y de verdad. Si tu formas esa gente, para mi es esencial, el formar al ciudadano para que se inserte en la sociedad, algunos de esos ciudadanos van a seguir su nivel terciario diferentes órdenes de acción, es una opción (...)” (Entrevistada 28).*

*“Y bueno, básicamente desarrollar el pensamiento crítico analítico, establecer la duda, que las cosas no debieran ser como y porque alguien dice que son así. Yo veo que en general acá siempre se viene con una condición de aceptación que lo que dice el profesor es así” (Entrevistado 27).*

## 11. Percepciones en torno a Educación & CTS

### 11.1 La visión de los actores de la educación media

#### 11.1.1 Qué es CTS y cuáles son sus características

Todos los docentes-inspectores de enseñanza media entrevistados mostraron conocer al menos la existencia de este enfoque para la enseñanza de las ciencias, y también tener idea de qué se habla cuando se hace referencia a CTS ya que, como alguno ha señalado, “es un enfoque que no deja a nadie indiferente”. La estimación de la incorporación de la perspectiva CTS crea posiciones en favor o en contra, pero no suele pasar inadvertida, incluso en muchos casos las opiniones y valoraciones sobre la misma guardan relación con qué modalidades CTS se conozcan o hayan tomado contacto.

Hay acuerdo en considerar a CTS como una modalidad relativamente nueva en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales que, por lo general, rompe con la enseñanza tradicional en la educación media. Este enfoque pone en evidencia y analiza los contextos e impactos sociales de la producción de conocimiento científico y tecnológico.

*“CTS implica que hagas visible todo lo relativo a cómo la sociedad también tiene su que ver en la generación de ciencia y de tecnología (...) corta con esa visión neutral y aislada de la ciencia” (Entrevistada G)*

*“Lo innovador de CTS es que muestra todo un costado social de la ciencia y tecnología que los cursos tradicionales nunca recogieron. Hacen visible a la sociedad en la ciencia, y a la ciencia en la sociedad. Es decir, cómo el conocimiento científico ha estado influido por las ideas y contexto social de una época y lugar determinado; y también de cómo la ciencia y más que nada la tecnología han impactado a nivel de la social, cultural (...)” (Entrevistada I)*

*“Da la posibilidad de contextualizar a la ciencia y a la tecnología que se produjo en tal o cual momento (...) permite que los alumnos visualicen que la ciencia no es un mundo aparte, ajeno y por fuera de la sociedad en la que se produce” (Entrevistada C)*

*“Pero creo que la mirada de la ciencia, y de la ciencia en la sociedad; y de la sociedad en la ciencia cambia, y ya esa persona no vuelve a ser la misma. Entonces creo que ya eso de por sí (CTS) es valioso” (Entrevistado A).*

*“Y después lo otro positivo son los objetivos del propio enfoque, enseñar una Física asociada con problemas reales, sociales, y de impacto ambientales actuales o pasados porque este enfoque también permite el análisis histórico. Permite contextualizar la enseñanza de las ciencias a cómo se produjo tal y cual conocimiento, el contexto de producción de conocimiento, en qué condiciones y cómo. Este enfoque muestra un poco lo complejo que es la realidad que si bien lo sectoriza para poder estudiarlo, por lo menos no perder de vista el todo y la complejidad” (Entrevistada G).*

*“El enfoque CTS se basa en la resolución de problemas reales, en el trabajo en equipo, y eso también es construcción de conocimiento científico, en un marco escolar, en un contexto escolar. Pero no es un enfoque que haya aprendido en formación docente y no es un enfoque haya aprendido en forma importante en lo que es secundaria” (Entrevistado F).*

*“Dentro de esas característica, en definitiva te lleva a que, cada vez que tu tratas un contenido en ciencias, no necesariamente lo tienes que tratar como algo despegado de la realidad sino que te ves obligado a contextualizarlo, a ponerlo en un contexto ya sea, de la sociedad de hoy o de un contexto histórico del momento del cual ese concepto histórico surgió o fue elaborado, o tal avance o retroceso tecnológico fue creado. Es decir, creo que le da muchas aristas a la ciencia y a la tecnología que el enfoque clásico no le da” (Entrevistado A).*

*“Bueno, a ver, la cuestión es CTS es algo que no deja a nadie indiferente ¿no? Es la virtud que tiene, crea grandes pasiones, o sos un apasionado del CTS, o sos alguien que denigra completamente el CTS. Creo también que depende un poco de qué realidad de CTS hayas conocido, y a cuál realidad te afilies, porque hay muchos enfoques CTS en la vuelta...” (Entrevistado A).*

Algunos destacan cierto carácter polisémico del significado de CTS, ya que sus aplicaciones en cada lugar son diferentes (lo que algún entrevistado llamó “impurezas” del enfoque). Varían sus modalidades de aplicación y cada sistema educativo imprime su sello en su experiencia concreta. Tiene también interpretaciones diferentes, pero la base común de esta variabilidad es que se enfoca en priorizar la contextualización de la ciencia y la problematización de las interacciones ciencia- tecnología-sociedad, política, cultura, ambiente etc. Este elemento hace que para los docentes más escépticos ésta sea vista como una “marca de exportación” de algunos países en donde CTS tiene mayor tradición, como ser España o Inglaterra.

También conviene señalar que existe la percepción que los currículum en ciencias en enseñanza media están tendiendo a converger a nivel mundial y regional (se hace referencia a estudios de la OEI de comparación de programas) y el enfoque CTS no es ajeno a esta tendencia. Aunque asume diversas modalidades y en algunos países se encuentra con más claridad que en otros, parece ser una orientación que lentamente se ha ido expandiendo, dándose a conocer y aplicándose.

*"El tema de Ciencia, Tecnología y Sociedad es un tema muy amplio porque quiere decir muchas cosas. Las primeras experiencias que se conocieron más después que se exportaron a nivel mundial, se exportaron fundamentalmente de España y de Inglaterra, las primeras experiencias llamadas así, CTS. Porque claro, quedó una sigla como una especie..., de que fuera de marca (...). O sea, en su forma pura esa sigla tuvo impurezas, porque tuvo variaciones. (...) hubo variantes entre Inglaterra y España, pero en general tenían esa intención, no estaban centrados tanto en los contenidos, no era tanto aprender C2H8, sino decir bueno, si usamos este combustible ¿redundará en el bien del medio ambiente o será perjudicial para el medio ambiente? Ese era el enfoque, con una intención en valores, y con una intención social y política de contextualizar a la ciencia." (Entrevistado B).*

*"Son programas que pueden ser europeos o latinoamericanos y sin embargo los enfoques son más o menos los mismos, lo mismo la tendencia de CTS, es algo que se está generalizando, en algunos países más generalizado, en otros menos pero también se empieza a ver" (Entrevistado F).*

## **11.2 La visión de los actores de la academia y gestión de innovación**

### **11.2.1 La relevancia de vincular a la ciencia con contextos reales**

Por parte de este grupo de entrevistados, las referencias a la necesidad de conectar la enseñanza del conocimiento científico con sus aplicaciones, con la tecnología, con las mutuas interacciones con la sociedad, etc., son elementos que surgen del discurso de los científicos y gestores de innovación entrevistados pero que no refieren de manera explícita al "enfoque" o a los "estudios CTS"<sup>38</sup>. Así es que, las menciones de estos entrevistados, a diferencia de los docentes-inspectores de educación media, no son referidas directamente a la perspectiva CTS, sino más bien son juicios que muestran el rol de estas interrelaciones –que en definitiva son a las CTS se refiere- en los estudios de ciencia y tecnología en la educación media.

Los académicos y gestores de innovación hacen especial mención a la importancia que tiene la utilización de ejemplos de la vida cotidiana que puedan ser explicados científicamente. Lograr esta conexión ciencia-cotidianidad es un elemento estimulante, al que se debería recurrir para acercar la ciencia a los estudiantes en ese nivel formativo. Conectar sucesos, fenómenos u objetos relacionados con el día a día provee un marco real al estudio de las ciencias, y permite ver conexiones entre el contexto histórico-social, la producción científica, las invenciones, los efectos en la vida de las personas; así como a la ciencia como institución social, el rol de los paradigmas predominantes y las revoluciones científicas.

*"Yo cuando proponía estas niveles, del nivel de presentación general para todos, problemas concretos, siempre para mí la finalidad está en llegar a la cotidiano en sentido amplio. Cotidiano en sentido amplio son las necesidades físicas, y las necesidades espirituales, las necesidades en materia de higiene, las necesidades del lugar donde vive la persona. Todo eso tiene una conexión que cuando se la ve desde un punto de vista científico hace que lo que parece más ordinario adquiera una perspectiva que dignifica al ser humano..." (Entrevistado 9).*

*"Simplemente entender los fenómenos en su expresión más empírica, más concreta y entender a partir de ellos efectos que se producen en la vida" (Entrevistado 9).*

*"Entonces, ese proceso de discernimiento, diferencias científicas, podría ser útil en términos muy simples para explicarle a los muchachos y en base a eso qué es el método científico cómo se utiliza para qué se utiliza y cuáles son los beneficios que obtiene la sociedad en la utilización de ese método... Que no sigan subestimándose, que se ha hecho históricamente y al entender no sólo en la época de la dictadura que era chico, sino después, durante mucho tiempo, que no se siga subestimando el rol de la ciencia y el de los científicos ni despreciando en este país" (Entrevistado 6)*

*"Saber qué es la ciencia yo creo que cada vez es más importante, y saber cuál es el método de la ciencia. ¿Por qué la ciencia es distinta (de otros saberes)? Yo creo que tiene que empezar a ser una cosa que todo el mundo tiene que saber en el siglo en el que la ciencia ha hecho una explosión brutal, que se metió por todos lados..." (Entrevistado 2).*

*"(...) la evolución biológica es la principal contribución de la Biología a la cultura moderna, es la única revolución científica, la única no, pero la única segura por su consolidación, revaloración científica que merezca el nombre de tal visto a gran escala y en perspectiva histórica de la Biología. Y (esto) se enseña poco y mal" (Entrevistado 5).*

### **11.2.2 La vida de los ejemplos**

Destacan la importancia de hacer referencia a la ciencia y sus aplicaciones cotidianas, a la tecnología, y también las interacciones con la sociedad, cómo permean mutuamente. En definitiva, se valoran muy

<sup>38</sup> Esto se debe a que, como se ha señalado en la sección metodológica, las entrevistas a este grupo fueron realizadas en el marco de una investigación precedente, y a la vez constituyeron la motivación para introducirse en esta investigación.

positivamente la utilización de “la vida de los ejemplos”, como herramienta eficaz en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pero, al mismo tiempo se considera que este recurso está ausente en los currículos científicos en la educación media.

Sin referirse explícitamente al “enfoque CTS”, sí se refieren a muchas de las temáticas que éste aborda, y a la importancia de hacer evidente estas conexiones. Éstas van desde para qué sirve la trigonometría en la construcción de un puente, hasta por qué crece un suflé cuando se cocina, pasando las tecnologías de la información y el conocimiento, entre otras. En definitiva, cualquier ejemplo que sea plausible de evidenciar el impacto de la tecnología y de la ciencia en nuestras vidas, o cómo los aspectos sociales inciden en la creación de conocimiento científico, es de gran valor pedagógico. A continuación se seleccionaron algunas citas de los entrevistados que exponen algunos ejemplos interesantes:

*“No sé, yo voy a decirlo como lo dice Mario Bunge, para mí la vida de los ejemplos es muy útil (...)” (Entrevistada 29).*

*“Nuevamente surge en el tapete los recursos naturales, pero yo no te puedo hablar de mejoramiento genético, de aspectos tecnológicos relacionados con la mejora de productos agrícolas y ganaderos a las partes tecnológicas que sirven para control de productos de calidad que sirven para comer cosas que están bien, que están certificadas, que esos desarrollos tecnológicos y científicos también nos sirven para la vida diaria que son estándares de calidad que nos sirven para que nosotros podamos comer mejor, no más sino mejor, eso es importante para mí. Eso sería muy importante.” (Entrevistado 6).*

*“Te cuento una experiencia, yo hace quince días fui a dar una clase a un instituto privado que me pidieron en la semana de la ciencia, eran chiquilines de quinto y sexto de liceo, iba con temor porque no es mi manera, no trabajo normalmente. Y tenía que hablar de alimentos, entonces les hable de alimentos aplicando leyes que ellos conocen, las leyes de los gases, las variaciones de la presión con la altura, pero ¿aplicadas a qué?, al vuelo de un avión, a lo que sucede cuando estamos en una ciudad arriba de una montaña alta, aplicar las leyes de los gases sobre el por qué crece o no crece el suflé, y si ese suflé crece es porque se dilata el gas a porque se evapora el agua, y cuánta agua se evapora en un suflé. Y por qué los helados se venden por litro y no por kilo y de ahí pasamos a la densidad aparente... Los chiquilines estaban como en misa, no movían pero ni un dedo, porque lo que yo les estaba diciendo lo estaban vinculando con algo de sus vidas. Y eso me parece que ese gancho lo tenemos que usar (...)” (Entrevistada 9).*

*“Claro, no hay una aplicación acá (programa vigente de Física – 1ro Bachillerato). No hay ni una bajada a tierra, ni una bajada al mundo real. Entonces al tipo, normalmente le va a importar un pito. Esto es como si le hablaran de Marte. Es como matemática, es igual que matemática. Como la matemática mal dada. Como cuando le enseñan trigonometría pero no le dicen que sirve para medir la distancia que hay. Hay un río yo quiero medir acá porque voy a hacer un puente, entonces mido este ángulo, calculo la tangente y sé cuánto hay de acá a acá sin cruzar el puente y sin mojarme. Para eso es la trigonometría, para eso se inventó la trigonometría, no se inventó para poner problemas estúpidos que nadie sabe de qué se trata” (Entrevistado 5).*

*“Y bueno, cómo es una red eléctrica, cómo nos llegan las cosas cotidianas que la tecnología nos suministra, cómo se transporta el agua y cómo se transforma en energía que viene sea del petróleo, sea de una represa, que en parte está muy ligado a las ciencias básicas que están detrás. Yo diría los instrumentos así culturales no traumáticos que permitan al ciudadano comprender el mundo en el que están, y qué complejamente dependiente es la vida nuestra toda de la tecnología. Estamos sumergidos en un mundo tan dependiente de la electricidad, del agua potable que basta que alguna de esas cosas haga crisis para que la sociedad buena parte se desmorone (...) todo eso debería estar plenamente comprendido por un estudiante que termina secundaria. Comprendido en el estado en que están en ese momento. Eso es parte del mundo donde está viviendo, donde se va a tener que manejar...” (Entrevistado 1).*

*“Una de las cosas que siempre pensamos que estaría bueno es hacer o que tuvieran algún tipo de taller de esos de temáticas libres, de agarrar un hecho cotidiano y ver cómo metes todo ese tipo de cosas ahí adentro. Vos decís bueno, vamos a hacer un café con leche, y le ponés azúcar, ¿qué le hacés? Y lo revuelvo, y ¿por qué lo revolvés?, ¿tiene algo que ver con esto que vimos acá? (...) Acá vieron que las cosas para solubilizarlas tenés que aumentarle la temperatura, entonces... ¿Y dónde es más fácil disolver el azúcar?, ¿en el jugolín o en el café caliente? Y vincularlo con ese tipo de cosas en un entorno de temáticas mucho más abiertas, ¿no?” (Entrevistado 20).*

*“Hay miles de aplicaciones para la vida diaria, por ej. con el tema de las vacunas, de donde surgen las vacunas, que son proteínas que se purifican que es un proceso industrial, la farmacología tiene que ver, la insulina las recombinantes en lo que se ha avanzado muchísimo y hay un campo enorme de aplicaciones en lo que es la biomedicina, farmacología drogas que se están desarrollando. Ahí hay muchos ejemplos” (Entrevistado 16).*

## 12. Modalidades del enfoque y valoraciones sobre su factibilidad

Como se ha visto, existe una diversidad de formas de implementar este enfoque, en este apartado se pretende indagar qué modalidades conocen los entrevistados<sup>39</sup> y cuáles se consideran las más aptas para el contexto local.

Antes de inmiscuirse en las modalidades CTS y las opiniones sobre éstas, cabe resaltar que los docentes-inspectores reconocieron en general la variedad de formas en que se puede enfocar la línea CTS. Muchos de ellos también se refirieron a las ventajas y desventajas de cada una de éstas, así como las posibilidades de implementarlo en el caso de Secundaria (enseñanza media, y media superior)<sup>40</sup>.

Por otro lado, los académicos entrevistados también refieren a algunas modalidades que consideran interesantes y eficaces para abordar la enseñanza de la ciencia y la tecnología. En cada modalidad, siempre que haya evidencia, se agregarán los aportes de la visión desde el grupo de la academia y gestores de innovación.

### 12.1 CTS como asignatura independiente e interdisciplinaria

Una modalidad frecuentemente mencionada y que aparece como interesante por parte de algunos inspectores-docentes, es la implementación de una materia CTS concebida independientemente del resto de las asignaturas científicas. Es decir, se podría pensar en una materia transversal y autónoma: atraviesa muchos de los temas que son abordados por las asignaturas científicas, pero se los aborda independientemente y se enfocan a través de la perspectiva de CTS.

Como dan cuenta los entrevistados, esta modalidad permite otro tipo de reflexión y contextualización de los temas-problemas abordados y, desde un punto de vista pragmático, lo positivo estriba en que no necesariamente trastoca los currículos disciplinares de las asignaturas científicas clásicas. Por tanto su incorporación podría gestarse sin inmiscuirse en negociaciones con respecto a los contenidos establecidos de las asignaturas científicas tradicionales.

*"Ese enfoque debería ser trabajado en una asignatura independiente donde pueda hacerse un trabajo más interdisciplinario, donde podrían darse estrategias de trabajo a nivel educativo diferentes, como generar debates, buscar información, compartir esa información, discutirla, hacer encuestas, entrevistas, investigación, otro tipo de reflexión (...)" (Entrevistada E).*

*"Esos temas sociales, culturales, son perfectamente abordables en un enfoque CTS-A en forma interdisciplinaria con otras asignaturas. Vuelvo a repetir, es importante que se dé como otra asignatura dentro de la estructura, para poder trabajar eso dentro del correr del año. Por más que se plantee dentro de la misma asignatura, creo que tiene que haber un espacio independiente y transversal" (Entrevistada C).*

*"Hay dos visiones, hay una donde se trabaja desde una problemática muy amplia, donde trabajar desde CTS lo hace cualquier docente prácticamente desde cualquier asignatura y lo que se hace es moderar un poco la discusión o el debate en torno a una problemática. Es decir, hay asignaturas a modo casi de talleres de ciencia, o talleres de investigación, o se llaman incluso 'CTS'. Existen currículos en el mundo que son así, que hay un profesor que lo que hace es orientar la investigación o indagación de un grupo. Esa forma de trabajo muy interdisciplinaria, desde una visión muy amplia, creo que es muy buena y creo que no hay todavía gente formada aquí para trabajar desde esta perspectiva y que sería bueno poder incluirlo como además de lo que hay. Es decir esa visión de CTS no sustituye la enseñanza de las ciencias curriculares que el sistema tiene con las finalidades que tiene, porque bueno, lo formativo y lo propedéutico más allá que moleste a veces una cosa más que la otra, son dos finalidades que ya están consolidadas y que hay que respetar" (Entrevistada G).*

*"Por ejemplo el enfoque transversal. Creo que ese, el enfoque transversal, permitiría, creo yo, trabajar desde la biología, la física, la astronomía, la historia, la antropología. Un enfoque CTS así implicaría una concepción distinta de la enseñanza de las ciencias (...) Ese tipo de abordajes, vamos a decirles 'interdisciplinarios', ayudarían a una visión más integral de que las cosas no son separadas" (Entrevistado F).*

Como se desprende de los fragmentos de discursos seleccionados, que una característica que puede asociarse a la materia autónoma es el carácter *interdisciplinario* de la misma. Esto permitiría nutrirse de conceptos y abordajes de diversas disciplinas que provienen no sólo de las ciencias naturales, sino también de las sociales e

<sup>39</sup> Nuevamente, cabe la misma aclaración que la sección anterior: los académicos entrevistados no aluden a las variaciones en tanto "modalidades CTS", sino que hacen referencia diversas maneras de integrar la enseñanza de las ciencias con elementos que permitan integrar conocimientos, reconocer las relaciones mutuas de esta tríada y utilizar ejemplos de la vida cotidiana de los estudiantes.

<sup>40</sup> En varias ocasiones se hará referencia la educación media "general" (ciclo básico y bachillerato) o directamente a "Secundaria" que depende del Consejo de Educación Secundaria (CES), en contraposición a la enseñanza técnica que se ofrece a nivel de Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP) en la UTU.

incluso las humanidades, para tratar temáticas que suelen ser complejas y requieren la perspectiva y abordaje de diversas disciplinas, lo que permite conformar una nueva mirada sobre el asunto.

Esto, a su vez, permitiría darle mayor coherencia holística a problemáticas que por lo general, al ser vistas desde la perspectiva de una asignatura, tienden a mostrar sólo las dimensiones que son relevantes para la disciplina científica en cuestión y son escasamente relacionadas con temas de disciplinas próximas y con su contexto social. Así, este enfoque brinda una visión más integral de algunos fenómenos y trae consigo una concepción distinta de la enseñanza de las ciencias.

Por estas características, dicha materia independiente podría incluso asumir la forma de talleres de ciencia, o talleres de investigación, lo que puede asemejarse a formatos como los conocidos “Clubes de Ciencias”.

A su vez esta modalidad al no “entrometerse” con las asignaturas de corte disciplinar, no tendría por qué atentar contra los tan mentados fines propedéuticos, que para algunos docentes son una meta consolidada.

Por su lado, los entrevistados que pertenecen a la academia no eluden su referencia a la importancia de la integración de saberes y perspectivas que es característico del trabajo interdisciplinario. El planteamiento de temáticas que requieran la mirada de diversas asignaturas son estrategias interesantes ya que requiere poner en práctica la capacidad de integración de saberes, y la capacidad de extrapolar conocimientos a situaciones complejas que no pueden ser abordadas suficientemente desde la perspectiva de una sola disciplina.

*“La ciencia se enseña por la vía de proyectos, lo que hay que hacer son proyectos que en general son interdisciplinarios, no son particularmente de matemática, ni física, ni química, sino simplemente le hacen una pregunta o le plantean una inquietud, por ejemplo, por qué los días se alargan en invierno, entonces tiene que averiguarlo y mostrarlo y medirlo cómo se alargan y hacer todas esas cosas y sacar las conclusiones. Entonces el tema de estudio no es explicar el sistema solar y las leyes de Kepler, porque eso no importa nada, a la mayoría de la gente no le importa” (Entrevistado 23).*

*“También es importante mostrar gradualmente la necesidad que tiene el mundo de desarrollar investigaciones multidisciplinarias, no verticales sino transversales (...) mostrar obviamente que no hay un encasillamiento sino la tendencia mundial al desarrollo y aspectos integrados que conjuntan diferentes disciplinas” (Entrevistado 6).*

*“Articular el conocimiento es una cosa que les cuesta, cuando aprenden una cosa y después lo tienen que aplicar a otro contexto ahí se arma un reloj que no te puedo explicar. Es decir la cabecita no está cableada para decir, a ver tengo un conjunto de herramientas y tengo un conjunto de problemas, entonces yo lo que aprendí es a manejar una herramienta y ver bajo qué hipótesis funcionan (...)”*

## 12.2 Injertos CTS

Como se vio en el marco teórico, otra forma de incorporar el enfoque CTS es incluir dentro de las materias científicas lo que se suele llamar “injertos CTS”, es decir espacios dentro de la currícula que permitan abordar algunas temáticas desde esta perspectiva. Esta modalidad es conocida y señalada por varios docentes-inspectores<sup>41</sup>.

Algunos entrevistados consideran que dichos injertos CTS en algunas asignaturas pueden ser menos factibles de aplicar, por el tiempo que acarrea implementar cambios a nivel de educación media. Afirman que si se tratan de reformar los enfoques curriculares de todas las materias científicas, puede pasar mucho tiempo y que se continúe debatiendo sin arribar a implementar alguna modalidad innovadora. En esta línea otros docentes también han señalado que los tiempos que se suelen emplear para los debates educativos en Uruguay, suelen ser extensos y arduos, y necesitan poner en concordancia a varios actores que a veces ostentan lógicas conflictivas de acción.

Entonces, algo más factible podría ser introducir pequeñas pero significativas modificaciones en los currículum tradicionales. Se podrían abordar algunas temáticas desde CTS, aunque quizás no todas ni una gran proporción de los temas del programa. Lo primordial en este caso sería mostrar, al menos, que existe otra forma de encarar y concebir temáticas científicas y tecnológicas. Si bien no es la opción que optimiza todas las potencialidades de un enfoque CTS, es percibida como la más aplicable, o la mejor solución disponible como innovación curricular.

<sup>41</sup> El otro grupo de entrevistados no tuvo menciones referentes a injertos o añadidos en las materias disciplinares.

*“Podés hacer pequeñas incursiones CTS, es decir bueno yo no puedo plantear un gran caso CTS, pero puedo ante una temática concreta por lo menos hacerle algún giro de manera que la sociedad, lo histórico, lo tecnológico aparezca aunque sea en alguna etapa de discusión del tema. Bueno yo creo que eso ya sería un avance bien importante, ¿no? Es decir que los temas no se traten por sí solos, por el contenido puro y duro, sino que de alguna manera se busque enraizarlo en lo humano, es decir, bueno históricamente esto por qué surgió, o cuál era la realidad del momento, o qué consecuencias puede tener esto, hay maneras de hacerlo quizás un poco más acotadas pero que de alguna manera afloren en alguna instancia del curso, aunque no todo el curso se abaja esa modalidad. Porque me parece bueno por lo menos dejar la mosca detrás de la oreja, que digan ‘bueno yo que creía que la ciencia era tan así, tan pura, tan no sé qué... y resulta que estos dos se tenían rabia y por eso discutían tanto sobre esta teoría’” (Entrevistado A).*

*“Quizás otro opción podría ser dentro de otra dinámica curricular diferente crear como espacios de ciencia CTS que no necesariamente sean Química, Física o Biología. Yo creo que lo ideal sería incorporarlo a los cursos de Física, Química y Biología, pero si no es posible, hacerlo en esa otra forma” (Entrevistado A).*

*“(...) enseñar tu asignatura, desde una óptica un poco más abierta, saliéndote de los esquemas tradicionales, a esa (visión) le creo mucho. A esa le tengo fe. A la otra también, pero creo que no estamos todavía en el momento de hacerlo y tal vez exige un espacio curricular específico que sería ‘además de...’” (Entrevistada G).*

*“Si vos cortás transversalmente todas las materias, te enloquecés, llega el 2030 y todavía estás viendo cómo implementarlo. Es muy complejo el enfoque CTS para tomarlo transversalmente en tu materia, para mí se tiene que partir de un tema bien específico” (Entrevistada I).*

### **12.3 Casos simulados como herramienta didáctica**

Se ha visto, que una forma de incluir CTS en el curriculum tiende a asociarse con generar espacios de debate y argumentación científica que generalmente, asumen la forma de *casos simulados*. Éstos son ampliamente conocidos por los entrevistados. Se caracterizan por generar la necesidad de que los estudiantes (y también los docentes) deban interiorizarse con el temas-problemas que han sido escogidos como objeto del debate, y también obliga a generar estrategias argumentativas lógicamente consistentes para poder desarrollar la discusión y sustentar los argumentos.

La dificultad que algunos inspectores-docentes encuentran para implementar este enfoque es el *tiempo que insume la planificación y desarrollo de estas estrategias en el aula*. En el caso de programas que tienden a ser extensos y fuertemente signados por cronogramas estrictos, como parece ser el caso uruguayo, la puesta en práctica de estos formatos ponen en juego el cumplimiento de los plazos exigidos por la inspección para abarcar al menos un porcentaje razonable de lo planificado para el año curricular. Aquí las nuevas tecnologías podrían ser una herramienta que amortigüe la cantidad de tiempo exigido, pero no resuelven completamente el problema.

Otro elemento que se ha señalado, es el hecho de que muchos de los docentes tienden a desarrollar una *enseñanza marcadamente transmisiva*. El hecho, reconocido por varios entrevistados, de que los docentes estén habituados a adoptar la estrategia del *“bueno, anoten:...”*, operaría como un factor conservador que obstruye la implementación de estrategias que requieren de docentes con roles más interpelantes, más generadores de interrogantes y menos tendientes a transmitir verdades. Implica un cambio de mentalidad en la forma de concebir una clase de ciencias, lo cual también conlleva un cambio sustantivo en las prácticas docentes (curriculum oculto).

Los casos simulados exigen al docente una fuerte preparación en los fundamentos conceptuales de la (o las) disciplina(s) en cuestión. Este es un *cuidado epistemológico* que debe ser tenido en cuenta al elaborar este tipo de dinámicas, ya que un conocimiento débil de los fundamentos de ciencia básica que están detrás de los debates puede llevar a discusiones infructíferas o a desarrollar argumentos basados en opiniones y no en evidencia. Este riesgo no es desestimable ya que en caso de incurrir en él, se atenta contra del desarrollo de una de las competencias científicas básicas que se intentan estimular en la enseñanza de las ciencias; a saber: la distinción del conocimiento científicamente fundado de aquel que no lo es.

*“O sea esas situaciones un poco ficticias pero verosímiles que uno le puede plantear, los casos simulados (...) Claro, como digo siempre la Química de pizarrón, para no ver eso sólo, o la Química del libro solamente. Este es el contenido del libro, esto lo tengo que aprender y listo. Entonces ese enfoque permite salirse de eso y está bueno porque ellos generan debates, asumen roles donde para poder a quien le toca asumir el rol de tal cosa tiene que leer muchísimo para poder debatir aunque ni siquiera sea su postura personal la que está defendiendo (...) La dificultad es de tiempo, ¿no? El tiempo juega mucho, porque esas cosas requieren maduración. Entonces qué cosas pueden ser, por eso yo digo que no hay que enfocar todo el curso así, sino que yo puedo de pronto un tema transversalizarlo durante el año y trabajarlo con un enfoque así, donde todo lo demás lo voy vinculando con ese tema por ejemplo entonces durante el transcurso del tiempo fui haciendo estrategias que a veces era en el aula. O sea hay que dimensionar mucho el tiempo extra aula, y para el tiempo extra aula las nuevas tecnologías son la clave” (Entrevistada C).*

*"Trabajar eligiendo una problemática cualquiera que esté entorno a los contenidos del programa que tienen que ver con la luz básicamente, y entorno a esa problemática generar un juego de roles, es decir casos simulados (...) Cada grupo asume el rol desde una postura, entonces ellos tienen que preparar el debate, tienen que estudiar como locos porque tienen que saber argumentar y saber representar el rol que les toca, saber defenderlo y poder convencer al otro. Porque generalmente se terminan formando dos bandos, los que están de acuerdo y los que no" (Entrevistada G).*

*"Otra variante que tenía una de las formas de practicar CTS era hacer paneles encontrados, donde unos manifestaban una posición favorable a desarrollar determinado fármaco, y otros lo contrario, entonces cada uno tenía que obtener bibliografía para defender una u otra posición. Ahora, llevar adelante eso tampoco es fácil. La mayor parte de los profesores están acostumbrados a decir 'bueno anoten: hidrocarburos'... Entonces hacer eso también requería una práctica, un cambio de mentalidad de trabajo en clase, y que tampoco era fácil mantener a los alumnos tranquilos." (Entrevistado B).*

*"Por ejemplo, una dinámica bastante frecuente por lo menos en un tipo de enfoque CTS es la de los casos simulados, ¿no? Bueno, yo no puedo ponerme a trabajar en un caso simulado si no conozco los contenidos de ciencia dura que hay detrás para poder elaborar argumentos sólidos, que no sean simplemente el 'a mí me parece', o tocar de oído. En ese sentido, hay que ser muy cuidadoso porque además como los casos simulados cuestan mucho" (Entrevistado A).*

*"Claro, el desarrollo de esta metodología [casos simulados] te lleva tiempo, por cada debate que vayas a organizar, por ahí te lleva dos meses (...) Entonces cuando vos desarrollás una cosa así ya sabés que vas a estar tiempo, y de pronto estás aportando sobre un tema, pero yo no puedo decirles 'bueno miren que el 30 de mayo tienen que terminar con eso', porque no se termina" (Entrevistada G).*

Por su lado, también los académicos hacen varias referencias a la importancia de generar debates sobre cuestiones que atañen a la ciencia y tecnología. Estas prácticas pueden asumir la forma de seminarios, clubes de debate, u otras, y permiten el desarrollo de capacidades comunicativas y argumentativas.

Se pueden elegir estrategias que vayan desde el trabajo en laboratorio, construcción de hipótesis y discusión de resultados; pasando por debatir la elección de una perspectiva teórica sobre otra; hasta formatos como los Clubes de Ciencia. El elemento central de estas dinámicas es que permiten entrenar el desarrollo de argumentos científicos y lógicamente fundados, la distinción entre opiniones y explicaciones científicas, así como contextualizar contenidos conceptuales.

*"Ese creo que es un tema fundamental, que la gente no crea cualquier cosa ¿no? Que no crea, en realidad que examine, que trate de pensar, a mí me parece fundamental. No sé qué decirte, no es fácil. Podrías hacerlo, si yo estoy dando... puedo hacer bueno fulano dice tal cosa y mengano tal otra, dos teorías, esa es la historia científica, ¿cómo yo elijo (entre ambas teorías)? y hacer un debate. Si elegís bien los temas se pueden enganchar los estudiantes, ¿no?" (Entrevistado 2).*

*"Discusión y seminarios también son importantes con presentación de los mismos estudiantes (...) Estudiar primeramente los datos hasta ese momento disponibles, al nivel que los estudiantes puedan tener, elaborar una hipótesis, una metodología de resolución, ver los resultados y discutirlos, o sea introducirlos en el método científico es creo lo más importante en ese momento, lo cual no quiere decir que no puedan también abordar ciertos problemas a nivel teórico, ¿no? (...) Justamente esa es una de las cualidades que deben tener los estudiantes, la capacidad de comunicación, de poder leer y comprender y de criticar lógicamente en forma constructiva y proponer hipótesis alternativas de lo que ellos ven" (Entrevistada 26).*

*"Una de las cosas que siempre pensamos que estaría bueno es hacer o que tuvieran algún tipo de taller de esos de temáticas libres, de agarrar un hecho cotidiano y ver cómo metes todo ese tipo de cosas ahí adentro" (Entrevistado 20).*

*"De pronto una enseñanza secundaria que los hubiese entrenado más autónomamente, yo te ponía el ejemplo de los clubes de debate porque creo que en algún film hace muchos años, ví cómo funcionaban los clubes de debate en una situación de ficción y me pareció maravilloso, fantástico si nuestras estudiantes pudiesen. Porque los temas como te dije son totalmente independientes vas tenés que defender que 'ta'" película es excelente, y el otro que es un desastre pero tienen que elaborar argumentos inteligibles y ponerse en el centro de la clase cada uno defendiendo su caso y tienen que documentar, y eso creo que los dota de un potencial, la confianza de que ellos pueden engendrar argumentos (...)" (Entrevistado 1).*

*"Lo que es muy rico es armar debates. Armar debates en temas jorabadsimos, son muy entretenidas esas cosas, y son esas lo que en definitiva forman a la gente, porque justamente les hacen confrontar opiniones personas, o una realidad institucional, y eso le enseña justamente o generar una opinión e identificar lo que es su opinión de una realidad. Ese método, debería ser muy incentivado" (Entrevistado 24).*

#### **12.4 Modalidades "duras y blandas": aproximación filosófica y aproximación vía doxa**

El riesgo de banalizar o simplificar al extremo contenidos científicos es un elemento a controlar al momento de evaluar la incorporación de un tipo de enfoque CTS. Cabe resaltar que para algunos docentes-inspectores hay modalidades más "blandas" y otras formas más "duras" o rigurosas de implementar CTS. Es decir, el desarrollo de casos simulados y los debates, o la mera contextualización pero con poca especificación de las nociones científicas que conforman el núcleo duro de la cuestión, puede llevar a banalizar cuestiones o a constituir meros paneles de opiniones poco fundadas. Así es que surge espontáneamente del discurso la división entre modalidades "duras" y "blandas" de CTS. Una forma que se incluye dentro de las primeras es el caso del

enfoque NdC (“Naturaleza de la Ciencia” o NoS en su sigla en inglés<sup>42</sup>), desarrollado en el marco teórico de este trabajo. Este tipo de enfoque contiguo a CTS, se encuentra muy ligado a cuestiones de epistemología y filosofía de la ciencia, que de ser abordadas en un curso de una asignatura científica pueden resultar, además de interesantes, también removedoras de ciertas visiones más ingenuas de concepción de la ciencia y la tecnología.

*“Entonces, yo puedo llegar a concordar que un determinado enfoque CTS puede terminar siendo como una especie de show, en donde vos en realidad no necesariamente tenés que saber ciencia para tomar una postura, porque se torna demasiado blando el enfoque, donde en realidad no necesariamente te basás en conceptos científicos para poder tomar una postura (...) Pero creo que hay otras modalidades de trabajar CTS que son más rigurosas, en donde realmente los problemas tal como se te plantean, si vos no tenés una base científica, no podrías tomar una posición seria, sino que serías simplemente un opinólogo. Eso depende mucho de cómo se trabaje, de todos modos hay otras modalidades que son colindantes con CTS, que tienen otros nombres, que son muy parecidas y tienen un poco más de grado de dureza ¿verdad? La ‘NoS’, ‘Nature of Science’, en donde tú trabajás ciertos aspectos CTS” (Entrevistado A).*

### 12.5 Enfoque histórico

La modalidad de contextualización histórica de determinados hechos científicos, es también mencionada por ambos grupos de entrevistados. Ésta implica establecer las conexiones existentes entre la aparición de determinadas ideas científicas y las coyunturas histórico-sociales que permitieron u obstruyeron la generación y propagación de determinadas ideas, conceptos o invenciones tecnológicas. Este modo de abordar algunas discusiones o hechos científico-tecnológicos relevantes, es un elemento necesario para implementar un enfoque CTS, aunque por sí solo no es suficiente.

*“Personalmente siempre fui partidario de este enfoque, que lo trabajé siempre en el IPA, con el nombre de ‘Contexto histórico de los descubrimientos científicos’, que no es esto que hablamos hasta ahora [CTS] (...) Pero no, este enfoque de contexto histórico muestra que había necesidades, y que esas necesidades llevaron a la inversión económica, y que esa inversión económica llevó a los resultados obtenidos. Quiere decir que ese no es un enfoque CTS, pero es el enfoque que he preferido en estos años” (Entrevistado B).*

*“Bueno, entonces siempre consideré que era importante mostrar cómo los descubrimientos científicos cuando se buscaba en otra bibliografía, no en el texto común, porque a veces el texto común sólo tiene ‘tal descubrió esto’ pero fuera de todo contexto. Pero decir bueno no, esto fue por tal cosa...” (Entrevistado B).*

*“Historia de la tecnología, historia de la ciencia. La ciencia tiene la característica, qué pasa con la ciencia, es una disciplina muy ingrata, son disciplinas que reescriben la historia. Es decir, cuando vos estudias Física, vos estudias Física desde Newton en adelante, antes nunca existió nada. En realidad la elaboración de los conceptos físicos tiene una elaboración de miles de años de historia, entonces cuando vos ves eso, ¡caramba!, te da la sensación de que hubo un iluminado que un día se sentó y escribió eso y ya está. Y atrás de eso hubo todo un mambo, toda una historia muy complicada” (Entrevistado 15).*

*“Ahora, Astronomía está integrada a otras ciencias como la Química, la Física, hasta la Historia si uno quiere hacer una descripción histórica de los avances en la Astronomía, ¿no? Así que cuanto mejor integrada esté más se va a aprovechar” (Entrevistado B).*

### 12.6 Enseñanza por problemas o proyectos: CyT a través de CTS

Finalmente, los académicos y gestores de innovación mencionan frecuentemente la importancia de la enseñanza por problemas, modalidad que implica los supuestos de CTS, ya que obliga a poner en relación un tema-problema (de ciencia y tecnología) contextualizándolo (social-cultural-históricamente). Esta modalidad se asocia a la expuesta en el marco de referencia: *ciencia y tecnología a través de CTS*.

Este grupo de entrevistados sólo percibe elementos positivos de esta herramienta didáctica, ya que el elemento que subyace a esto es que las herramientas que implican a la ciencia y tecnología se adquieren “*haciendo y no escuchando*”. Lo cual también da muestra de una postura crítica al tipo de educación en la que prevalece lo transmisivo, frente a lo creativo.

A su vez argumentan que la búsqueda de entender algunos fenómenos se da, muchas veces por razones pragmáticas y no por interrogantes teóricas. Los temas-problemas se pueden conectar con problemas del país, problemas domésticos etc., y el mundo de la tecnología se presta mucho para este enfoque.

<sup>42</sup>“Nature of Science”.

El proyecto brinda la oportunidad de aplicar la metodología y el contenido que provee la ciencia, al tiempo que da lugar al ejercicio y desarrollo de las llamadas *competencias científicas*. Prevalece el contenido en acción, frente al contenido aislado. También implica ejercitar la toma de decisiones, aunque sea en un contexto ficticio. Por último se menciona que esta estrategia estimula las pautas de cómo plantear problemas, sacar sus propias conclusiones y tener que comunicarlas; elementos todos que tendrán que ver con la vida cotidiana y el ejercicio ciudadano.

*"(...) lo que hay que hacer (es) enseñarle, transmitirle conocimientos de carácter general que le permitan ubicarse en el mundo y tener herramientas para seguir estudiando, es decir contar herramientas no conocimientos y eso la única manera de darle herramientas haciendo no escuchando"* (Entrevistado 23).

*"La búsqueda de entender un proceso puede ser por las razones más pragmáticas, (...) las mismas no tienen que ser solamente de las ciencias puras, tiene que estar orientadas a problemas tecnológicos, a problemas que tiene el país, a problemas de tipo práctico como puede ser cómo calentar la casa. Es decir que son, de alguna forma, oportunidades para transmitir conocimiento científico de una manera práctica pero al mismo tiempo, transmitir los principios de la termodinámica por ejemplo"* (Entrevistado 9).

*"Bueno, los temas tecnológicos me parece que a través de algunos problemas, como por ejemplo traer este de los virus puede ser una forma de acercarse a cierta tecnología, se me ocurren si te ponés a pensar muchos otros. Bueno están las Tecnologías de la Información que ahora van a crecer de la mano del Plan Ceibal, etc. y que van a ser tratadas en secundaria con más naturalidad, es todo un mundo. Así como para el docente tiene que ser un recurso y una fuente de problemas y de cosas para investigar, también las nuevas tecnologías podrían serlo. Siempre tratar de asociarlos a problemas interesantes, por ejemplo "bueno vamos a hacer algo con Internet" por decir algo, o con los cultivos celulares, porque una casa aislada en sí misma no me parece tan interesante"* (Entrevistado 5).

*"Justamente el proyecto te da la oportunidad de aplicar el método científico a pleno, de búsqueda de creación de las hipótesis, el desarrollo del proyecto, la verificación o no de la tesis, etc. Todo lo que es un proyecto que lamentablemente lo hemos perdido, creo que es un elemento clave en todo esto. Uno puede decir: "bueno, todo esto tiene un costo", ya sé que tiene un costo. Ahora para que los muchachos puedan encarar un proyecto aplicando el método científico, hacer un proyecto que permita enfrentarse, usar la metodología en primer lugar y en segundo lugar tratar de ver cómo resolver un problema o cómo estudiar un problema, cómo se plantea un problema. Ese es otro punto ya un poco más particular en todo ese desarrollo del proyecto, hay un aspecto medular que es enseñar a plantear el problema. Porque muchas veces uno ve que en realidad la dificultad principal de la resolución de un problema es porque no está bien planteado, y ese es el principal problema, eso son técnicas que se enseñan"* (Entrevistado 24).

*"Pero la discusión central es decir ¿qué tipo de estudiante queremos formar?, ¿qué aptitudes queremos desarrollar? Para mí es clarísimo que no puede seguir siendo una enseñanza enciclopédica, sino que tiene que ser una enseñanza orientada a aumentar las capacidades de decisión y resolver problemas"* (Entrevistado 22).

*"Lo que estaría bueno es como en los mini proyectos científicos que puede porque las hojas de los árboles en algunos lugares tienen más hongos que en otros por ejemplo. Lugares que hay más contaminación, lo que quieras o sea no tiene ni siquiera porque requerir demasiado material, pero una cosa que puedan entonces ellos en un grupo pueden ellos basados en el método científico sacar su propia conclusión y la presentaran o no ante los otros. A mí me parece que la forma de trabajo en talleres y con grupos que presentan a otros dentro de una misma clase es algo definitivamente muy bueno (...)"* (Entrevistado 21).



038542

## 13. La implementación y su contexto (local)

En el transcurso del trabajo de campo al profundizar el estado de situación en la educación media técnica (UTU), se encontró un elemento muy sustantivo para la investigación: la existencia efectiva de un tipo de modalidad CTS para la enseñanza de las ciencias naturales (Química, Física y Biología). Este hallazgo, determinó la necesidad de comparar esta experiencia, siempre a nivel de las percepciones de los entrevistados, con la enseñanza de las ciencias en el seno del Consejo de Educación Secundaria; y además, visualizar las características principales de la misma y sus impactos a la luz de la opinión de los docentes-inspectores involucrados en ella.

Por tanto, en este apartado se especificarán las valoraciones entorno a la aplicación del enfoque en el contexto local diferenciando entre los dos subsistemas de la enseñanza media, a saber: el caso de la Universidad del Trabajo del Uruguay (UTU), dependiente del Consejo de Educación Técnico Profesional (CETP); y la situación en la Enseñanza Secundaria dependiente del Consejo de Educación Secundaria (de aquí en más CES o Secundaria).

La distinción entre ambos guarda relación con las distintas finalidades que cada subsistema tiene con respecto a la enseñanza de las ciencias, además de su división administrativa y de funciones en la educación media. Para el caso de Secundaria, como se ha visto, las finalidades han estado tradicionalmente asociadas al objetivo propedéutico; mientras que la educación técnica tiene como cometido la formación para el mundo del trabajo. Además de esta distinción tradicional, la relevancia de la separación y comparación de ambos sub sistemas tiene su raíz en las diversas formas en que han encarado el desafío de evaluar (y ejecutar) la implementación de a perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias.

### 13.1 El caso de la enseñanza media técnico-profesional

En el caso de la enseñanza de las ciencias en la UTU, se encuentran varios ejemplos de aplicación de una modalidad CTS. Es el caso de las materias “Química CTS”, “Física CTS” y “Biología CTS” que forman parte de la currícula de los bachilleratos tecnológicos de Administración, Turismo e Informática desde el año 2004<sup>43</sup>.

*“Se explicita directamente en el bachillerato de Administración, se valida, es decir se sugiere en cualquier otra, pero como recomendada específicamente en los programas de Física CTS (Bachillerato Tecnológica de Administración y de Turismo) porque es una manera de ver las distintas actores y de involucrarlas directamente” (Entrevistada G).*

Un elemento distintivo del curriculum prescripto en la educación técnica es que están estructurados en torno a *competencias*. Éstas conforman la estructura curricular y son las mismas en las diversas orientaciones<sup>44</sup>, a su vez también se explicitan las competencias específicas de cada orientación. La distinción sustantiva frente a Secundaria es que las competencias constituyen los vehículos conductores de significación de los contenidos. Es decir, los contenidos no son el eje central y estructurante del curriculum prescripto, tal es el status de las competencias, las cuales se trabajan a través de contenidos científico-tecnológicos. En general los contenidos a tratar, se agrupan en ejes temáticos teniendo en cuenta su relación con tópicos socialmente relevantes y su tratamiento *“puede adaptarse a la edad y nivel cognitivo de los alumnos”*<sup>45</sup>. Es decir que no hay una forma unívoca de abordar los contenidos conceptuales, ni un cronograma regido por éstos, sino que se desarrollarán en función de las competencias<sup>46</sup>.

*“En UTU hay tantas programas de Física como orientaciones haya de bachillerato, los programas están todas contextualizadas a la orientación, es decir una casa es Física para la construcción, otra casa es Física para Mecánica, otra casa es Física para Turismo, otra casa es Física para Química, para Informática, para las agrarias. Hay muchas orientaciones y todas tienen en común que apuntan al logro de las mismas*

<sup>43</sup> Ver ejemplo de la aplicación de un programa CTS en CETP-UTU / Bachillerato Tecnológico en ANEXO VII.

<sup>44</sup> Las competencias científico tecnológicas fundamentales son: i. comunicación a través de códigos verbales y no verbales relacionados con el conocimiento científico; ii. investigación y producción de saberes a partir de aplicación de estrategias propias de la actividad científica; y iii. Participación social considerando sistemas políticos, ideológicos, de valores y creencias (Programas: ANEP-CETP-Educación Tecnológica Media en Administración y Turismo, 2004)

<sup>45</sup> Programas: ANEP-CETP-Educación Tecnológica Media Tecnológica en Administración y Turismo, 2004.

<sup>46</sup> Cabe aclarar que si bien un punto interesante del análisis podría ser el debate sobre la estructuración de los curriculum por competencias o por contenidos, no es ese el objetivo de este trabajo, aunque surge de las entrevistas como un eje de análisis con alto potencial analítico.

*competencias científicas fundamentales (...) Entonces si yo te digo: ¿cuál es el programa en lo UTU de Física?, es ese en toda la UTU. Todos están estructurados en función de esas mismas seis competencias escritas en todos los programas. Ahora, cómo logro esas competencias, el desarrollo de esas competencias, bueno los contenidos que se eligen en cada orientación son los que aparecen más vinculados a los intereses de cada orientación” (Entrevistada G).*

*“Yo por lo menos, y los programas que se vienen desarrollando desde acá (UTU) partimos de un concepto mucho más flexible, donde los contenidos sí están definidos y son importantes pero no importa en qué momento se dan (...) Es decir, sí, hay contenidos que hay que dar. Generalmente los programas vienen organizados en 3 o 4 grandes ejes temáticos y dentro de ellos cada docente tiene la libertad de a partir de una planificación fundamentada y organizada, tampoco es haga lo que quiera, pero existen distintas formas abordar un mismo curso, a veces se puede empezar por un tema, a veces por otro según alguna problemática de interés que estén analizando o el proyecto educativo, también en UTU es más fácil hacer eso” (Entrevistada G).*

Desde la perspectiva de los inspectores-docentes entrevistados que conocen la experiencia CTS o trabajan en la órbita de la UTU, consideran que con éstos se “alcanzan buenos resultados”, sobre todo en el involucramiento y motivación de los estudiantes y en la comprensión del rol de la materia (para qué sirve, para qué está en el programa). Desde su vivencia y visión, éstos afirman que los estudiantes terminan comprendiendo cómo elementos de esa asignatura (disciplina científica) tienen que ver con su vida cotidiana y cómo interactúan la ciencia, la tecnología y la sociedad, al tiempo que visualizan que no son cuestiones que atañen exclusivamente a expertos.

El elemento interesante que surge de sus discursos, es que este tipo de estrategias tienen una potencia motivacional más fuerte que los paradigmas curriculares con los que venía trabajado hasta el momento, acercan al estudiante a las ciencias e incluso hasta despiertan vocaciones científicas. Como señala una entrevistada, de este modo, la finalidad formativa o democrática es el objetivo primordial, pero esto no va en desmedro de lo propedéutico en la medida en que la finalización del bachillerato tecnológico les permite acceder a la Universidad en las orientaciones en que se formaron. Así es que esa virtual dicotomía parecería resolverse en el caso de la enseñanza técnica.

*“Pero bueno, este modo de trabajo exige muchísimo, da buenos resultados, involucra a los estudiantes, y una vez que se involucraron, porque a veces esto pasa por la motivación solamente. Logra mejores aprendizajes porque se involucra y le gusta lo que está haciendo, entonces ya de ahí para adelante ve la asignatura de otro modo” (Entrevistada G).*

*“O sea, si me decís, bueno alguien que se está formando en administración ¿necesita necesariamente un curso de Química? Bueno, yo te diría a priori que no; y sin embargo cuando... y ellos te dicen que no, los alumnos te dicen que no, ‘ufa voy a tener Química, ¿para qué?’ Bueno después de haber pasado por un curso de Química CTS el para qué por lo menos desaparece, que no es menor. Es decir se dan cuenta que bueno, la química no es algo solamente para químicos, a mí también me afecta, yo también participo de decisiones que tienen que ver con cosas químicas, y terminan interesados por lo menos, o en muchos casos aunque sea les rompes el rechazo aquel de ‘esto a mí no me sirve, por lo tanto a mí no me interesa’. Yo creo que eso solamente ya vale por sí mismo. Y creo que incluso en algún caso puede lograr algunas otras cosas, ¿no? como por ejemplo que terminen estudiando algo de ciencias. Este año casualmente tengo una chiquilina que hizo bachillerato de administración en UTU, y ahora este año empezó a hacer bachillerato de química. O sea, algo aprendió. Una aproximación, aunque sea uno en un millón” (Entrevistado A).*

*“Pero la idea (en el curriculum de UTU) es tratar de verlo articulado con las aplicaciones. Entonces la finalidad no es exclusivamente propedéutica sino también ‘formativa’. Es decir es propedéutico porque las características del bachillerato hacen que un estudiante que egresó de un Bachillerato de Construcción puede ir a Facultad de Arquitectura, un estudiante que egresó de un Bachillerato de Electromecánica puede ir si quiere a Facultad de Ciencias o de Ingeniería, entonces tampoco podés decir bueno vos aprendiste a aprender ahora ondá y rómpete la cabeza en la facultad” (Entrevistada G).*

Sin embargo, la resolución de esta (virtual) dicotomía quizás se presente menos compleja para el caso de la UTU. Así es que varios de los entrevistados argumentan que el cambio curricular y el trabajo a través de CTS y de competencias científicas se torna más viable en este ámbito debido a que existe un contexto favorable. Esto se debe a que en la medida en que todos los estudiantes tienen como “denominador común” el continuar con trayectorias similares (vinculadas al mundo del trabajo), y por tanto comparten intereses e interrogantes, permite al docente focalizarse en temáticas que se relacionan fuertemente con éstos y con su futuro a mediano plazo. Por lo tanto la asignatura tiene un sentido más claro y tangible.

Como contraposición, esta convergencia de intereses es, por lo menos, inusual en Secundaria. Los grupos son marcadamente heterogéneos, sus trayectorias probablemente no serán las mismas y muchas veces su permanencia o asistencia al establecimiento educativo tiene que ver con razones ajenas a su formación. A su vez, se percibe el peso de tratar con alumnos fuertemente desmotivados que “no saben bien para qué están allí”. Aparecen, a la luz de sus docentes, como una masa de estudiantes que están “aislados, entre las paredes”, en muchos casos sin relacionar la formación actual con su futuro próximo.

*"Bueno yo creo que es bien diferente lo posturo respecto de una enseñanza generalista a de una enseñanza tecnológica a científica-tecnológica. Creo que en una enseñanza tecnológica o científica-tecnológica tú tenés el campo mucha más definido. Yo siempre digo una cosa, a pesar de que los programas por el grado de especificidad con el que fueron pensados en UTU ofrecen un conjunto de desafíos que al principio te resultan muy ... al principio mueven mucho el piso (...) en definitiva terminós trabajando los contenidos de Química de toda la vida pero contextualizadas en algo que a ellos les interesa. Entonces para mí es muy fácil pararme ante un grupo de mecánico porque yo sé cuál es el denominador común de los estudiantes" (Entrevistado A).*

*"Pienso que en Bachillerato tecnológico es más fácil de aplicar porque en secundaria están más entre las paredes, más aislados, en cambio en la enseñanza tecnológica están directamente en contacto real con lo que les interesa" (Entrevistado B).*

*"Cuando yo me paro frente o un grupo de secundaria, no tengo el problema de los contenidos. Los contenidos los domino porque son los mismos de toda la vida, desde que yo fui estudiante es lo mismo y es además la modalidad en la que a mí me formaron en el IPA. Entonces yo ahí me siento seguro en eso, pero en lo que me siento inseguro desde que empecé a ser un docente medianamente reflexivo y me cuestiono las cosas es, bueno, cuál es el denominador común que tengo en un grupa de 37 chiquilines que no saben muy bien para qué están aquí, porque esa es la realidad de la mayoría de los chiquilines de secundaria. Están en un liceo porque es lo que les queda cerca de la casa y porque no conocen otro oferta muchas veces, entonces ahí se me plantean otro tipo de problemas, ¿no?" (Entrevistado A).*

Otro factor que se visualiza como facilitador de la innovación curricular en la UTU es la cantidad de establecimientos de un subsistema en relación al otro. La introducción de un cambio en secundaria implica generar herramientas adecuadas para su implantación en un universo extenso. Mientras que este universo es más controlable en el caso del CETP, aunque su rápido crecimiento en los últimos años es un factor problemático desde este punto de vista. A su vez, la cantidad de docentes implicados en este tipo de reforma curricular es sustantivamente mayor en el caso de Secundaria.

La flexibilidad en las formas de trabajo en cada subsistema es otro elemento que, según los entrevistados, también interactúa con la factibilidad de los cambios. Surge de sus opiniones que la cultura de trabajo y organización desde las inspecciones tiende a ser mucho más rígida en Secundaria, con una organización estricta de los tiempos curriculares y un cronograma sumamente pautado con bajo margen de autonomía para los docentes.

*"Aquí (UTU) te facilita la existencia de un contexto que te ayuda de pronto, que lo hace un poco más específico y más controlable en cuanto a que secundario tiene 600 liceos y la UTU tiene 100 Escuelas Técnicas, entonces es más controlado; y el profesor de Física que viene a trabajar a UTU ya sabe que tiene que involucrarse un poco con el contexto y con una forma de trabajar un poco más flexible de lo que se trabaja en secundaria. En cambio el que viene trabajando allá hace mucho tiempo y no quiere salir, muchas veces no le interesa cambiar, tienen esquemas muy rígidos de comportamiento que se notan mucho todavía. Tampoco sé cuántos hay en esa situación como para hacerlo viable. También desde lo inspección de Física de secundaria tampoco hay una visión compartida sobre eso absolutamente, también dentro de las cuatro inspectoras algunas apuntan más a estas cosas y otras son más tradicionales" (Entrevistada G).*

*"Además el crecimiento que ha tenido la UTU en este último año, también desde este punto de vista puede ser una dificultad. Yo venía trabajando desde hace unos años, desde el 2003 que arranca esta modalidad de bachillerato si bien se viene trabajando desde antes, pero estructurado así por competencias es desde el plan 2003-2004. En 1998 se dejaban ver pero no aparecían de modo muy explícito. Pero digamos que desde el 2004 hasta el 2009 la cantidad de docentes con los que tenía que trabajar era más a menos la misma, era entre 350 y 400 docentes en todo el país, en este momento (2011) hay 700, entonces es muy complicado. Es un problema que trasciende al CTS, es un problema general pero está ahí y al enfoque CTS también afecta" (Entrevistada G).*

*"En las carreras más técnicas, más directamente vinculadas con la UTU hay mayores acuerdos con el tema, pero digamos que en lo que es educación media básica y superior en Secundaria estamos muy lejos. En UTU no tanto, porque se ha trabajado, hay programas a través de competencias y CTS, creo que las prácticas son una cosa y los programas son otras, pero en Secundaria todavía falta mucho, mucho más, si es que realmente se quiere implementar una propuesta de ese tipo" (Entrevistado F).*

**Tabla 7: Factores asociados a la innovación curricular en UTU (CETP)**

Elementos y factores asociados a la innovación curricular en la UTU
Existe convergencia de intereses y proyección por parte de los estudiantes (enfocados al mundo del trabajo)
Homogeneidad de los grupos
Cantidad de establecimientos y docentes
Flexibilidad en las formas de trabajo y organización
La orientación por competencias del curriculum
Voluntad política de cambio curricular por parte de las inspecciones

### 13.2 El caso de Secundaria

En contraposición, si vamos al caso de la enseñanza media “general” (ciclo básico) y media superior (bachillerato) de Secundaria (CES), el currículum explícito recomienda la *contextualización* de algunos temas del programa. Como ha sido señalado por los inspectores-docentes, *no se prescribe* que deban hacerse contextualizaciones histórico-sociales, pero *sí se sugiere* en aquellos casos que el docente lo considere relevante. Queda así librado a la voluntad y predisposición (y capacidad) del docente para enfocar alguna unidad o algún tema específico desde este punto de vista, a lo que se agrega el desafío de cumplir con el cronograma que pauta en qué momento del año debe ser abordada cada unidad. Teniendo que resolver a título personal la complejidad en materia de tiempo y elaboración que acarrea la introducción de CTS.

Se tiene una imagen de programas sumamente extensos, “densos” y enciclopédicos, comparables al índice de un libro, en palabras de varios entrevistados. Secundaria se rige por un currículum en ciencias que tiene como eje rector a los contenidos conceptuales, y las competencias son referidas de manera implícita. Para algunos, el carácter “*contenidista*” (exceso de contenidos) de los programas constituye uno de los obstáculos centrales (“cuello de botella”) para la innovación curricular. A decir de un entrevistado, se está en presencia un nudo gordiano que ha de zanjarse de alguna manera.

Si bien a nivel del currículum prescripto (programas) se empieza a recomendar cierta contextualización de los contenidos, no se generan condiciones para que dichas recomendaciones puedan efectivamente plasmarse en el currículum impartido. Como declaran algunos entrevistados, parecería que Secundaria no puede deshacerse de su *marca de origen*: el carácter propedéutico de la enseñanza. Por tanto la enseñanza de las ciencias y tecnología parecería dividirse en dos mundos: las ciencias para la entrada a la Universidad; y la ciencia y tecnología para el mundo del trabajo. Cada una con modos muy distintos de enfocar el proceso enseñanza-aprendizaje, y regidas por culturas organizacionales e institucionales diferentes.

*“A ver, en los últimos años han venido ajustándose un poquito, es decir eran programas muy extensos hasta la reforma del 2006 eran programas muy extensos y donde este tipo de abordajes hacia los contextos o hacia cualquier otro tipo de metodología que implicara pensar o trabajar un poco más con los contenidos no estaba contemplado. En secundaria realmente eran programas casi enciclopédicos diría yo, es decir, eran comparables con el índice de un libro, dicho mal y pronto (...) A partir de la reformulación 2006 se percibe en los programas de enseñanza de las ciencias en secundaria, al menos un intento de acercamiento a estas problemáticas (CTS), se ha bajado un poco la cantidad de contenido si bien sigue siendo extenso”* (Entrevistada G).

*“En bachillerato general de Secundaria, yo creo que en ese sentido estamos como en una especie de cuello de botella porque los programas de química en bachillerato suelen ser sumamente ‘contenidistas’, es decir se apunta mucho a cubrir una extensión muy grande de contenidos y eso te quita espacio para trabajar otros aspectos de la enseñanza de las ciencias que quizás pueden ser más relevantes, y que pueden dar más elementos como para continuar aprendiendo ciencias y tomarle más el gusto, y que vos podrías con la madurez y la guía adecuada suplantar en etapas posteriores la carencia de algún contenido. Es decir, creo que se apunta mucho a los contenidos, los programas son muy densos en ese sentido, lo cual le genera al docente bastante angustia en el sentido de bueno, yo tengo que cubrir toda esta cantidad de contenidos en un tiempo muy limitado, con chiquilines que vienen cada vez con menores, menos trabajados, con menos base y bueno termino trabajando exclusivamente los contenidos conceptuales (...) Por eso te digo que estamos en un cuello de botella donde ese nudo gordiano se va a tener que zanzar de un tajo, [risas] no hay más remedio, es decir las dos cosas no se pueden. Así como están planteadas las cosas no se puede.”* (Entrevistado A).

*“Pero una de las diferencias que yo noto fuerte, si bien la cantidad de contenidos a partir del 2006 se redujo bastante y el enfoque intenta ser un poco más amplio de lo que era tradicionalmente, siguen siendo muy estrictos en cuanto al cronograma, y bueno, yo con eso no estoy de acuerdo, porque si vos sos docente y tenés libertad de acción, y tenés posibilidad de organizar los contenidos pero resulta que antes de las vacaciones de julio todo el mundo tiene que terminar con tal tema, entonces mi libertad se ve muy acotada. No es cierto que tenga tanta libertad”* (Entrevistada G).

*“Una gran diferencia es que los programas de bachillerato en Física son todos iguales, no dependen de la orientación. O sea el programa de Física que tiene el Bachillerato Científico, el Bachillerato Biológico, 6to de Ingeniería, 6to de Arquitectura o 6to de Medicina, todos tienen el mismo programa, o sea el mismo en 5to y el mismo en 6to. El único que tiene un programa diferente a partir del plan 2006 es el Bachillerato de Artes, porque se concibió que bueno, que le que iba a hacer Bachillerato de Arte como que no cumple con aquellas características de la enseñanza propedéutica que se preocupan tanto en los otros bachilleratos, y lo dejaron un poco más abierto a aquellos temas de la Física que tienen un poco más de incidencia en las artes como puede ser el sonido para la música, o el tema de los colores. Lo dejaron un poco más cerrado a eso, es el único programa distinto. En UTU hay tantos programas de Física como orientaciones haya de bachillerato, los programas están todos contextualizados a la orientación (...)”* (Entrevistada G).

*“También creo que habría que hacer una movida grande para la evaluación del currículum actual en ciencias. Siempre lo vemos desde la óptica de Secundaria, estaría bueno también incluir a la UTU que el programa tiene cosas que están muy aplicadas directamente con el mundo del trabajo, de la producción. Entonces ahí cambia la concepción de lo que es la Física de un lado y la Física del otro lado. Así muy burdamente es como que tenemos una Física para la Universidad, y tenemos una Física para el mundo del trabajo y la producción”* (Entrevistado F).

*“¿Visite cuando yo te digo que están todavía en el siglo pasado? (los programas y la formación docente) Bueno, lo digo en ese sentido. Cosas*

*compartimentadas, a veces inconexas, no tienen en cuenta todo el avance científico y tecnológico, siendo materias científicas con impacto tecnológico, y la sociedad ausente, digamos sin contexto. Digamos todos los movimientos sociales que pueden incidir en la colocación o no de una pastera, o los aspectos económicos, todo eso no se analiza, entonces queda aparte. Queda el programa estricto, todas esas cosas quedan fuera, por eso te digo positivista, porque quedan aislados los contenidos, puros y alejados de todo” (Entrevistado F).*

*“Entonces está tan fuerte que, aunque desde lo declarativo de los documentos se empiece a deslizar que lo propedéutico no es lo más importante, en la cabeza del docente, que es el que hace el día a día, sigue siendo la marca de origen, y ante la duda es un camino conocido y es a lo que la gente más se aferra” (Entrevistado A).*

De varias de las citas se desprende que la innovación curricular no es un proceso sencillo, a decir de algún entrevistado la implementación de este tipo de cambios cuesta. Como se verá son varias las dificultades que operan al momento de cambiar formas de funcionamiento y de concebir la enseñanza de las ciencias, que a su vez vienen transmitiéndose desde antaño. Los posibles cambios en principio trastocan esas estructuras asentadas desde el curriculum oculto y desde el currículum explícito, y por ello son difíciles de implementar y generan resistencias. Sin embargo parecería existir consenso entre quienes fueron entrevistados, sobre la necesidad de implementar cambios en la concepción y práctica de la enseñanza de las ciencias.

*“Hay orientaciones de bachillerato que desarrollan un proyecto tecnológico, entonces a veces acompañar ese proyecto tecnológico desde la Física CTS te ayuda a organizar los contenidos de otro modo. Es más difícil, da más trabajo también” (Entrevistada G).*

*“Yo siempre digo una cosa, a pesar de que los programas por el grado de especificidad con el que fueron pensados en UTU ofrecen un conjunto de desafíos que al principio te resultan muy ... al principio mueven mucho el piso (...)” (Entrevistado A).*

*“El enfoque CTS cuesta. El enfoque CTS se basa en la resolución de problemas reales, en el trabajo en equipo, y eso también es construcción de conocimiento científico, en un marco escolar, en un contexto escolar. Pero no es un enfoque que haya aprendido en formación docente y no es un enfoque que haya aprendido en forma importante en lo que es Secundaria. Quizás haya algunos intentos en UTU, porque quizás haya algunas propuestas con enfoque CTS, pero en Secundaria falta. Entonces tenemos dos cosas, hablamos de competencias y hablamos de enfoque, porque el enfoque CTS implica cambios epistemológicos en el modo de concebir la ciencia. Y bueno cómo desarrollamos el tema, porque que la sociedad está metida en el asunto, está metida y ese tema no lo trabajamos nosotros. No trabajamos los contextos sociales en los cuales ocurrió la producción de tal conocimiento, entonces aparece como un hecho objetivo, neutro, aislado de algo que llegó hasta nuestros días y ahora lo estamos aprendiendo y repitiendo” (Entrevistado F).*

## 14. Dificultades percibidas para implementar CTS

### 14.1 Doble complejidad inherente al enfoque

Una de las dificultades principales, es la doble complejidad que acarrea el enfoque, el cual es un elemento que incide en la factibilidad de implementar CTS: a saber, poder resolver el problema de *cómo* implementarlo, es decir qué metodología es la más adecuada; y por otro lado, la de *qué* contenidos y temáticas deberían desarrollarse a través de este enfoque. La resolución de esta doble complejidad se muestra inherente a la introducción de este enfoque. Así los entrevistados cuando afirman que sería factible pero bajo determinada estructura, o sería factible en un determinado formato y no en otro están refiriéndose a *cómo* implementarlo. Como se vio más arriba, las modalidades de CTS que se escojan representan posibles respuestas a la pregunta: *¿cómo* implementar CTS?Cuál es la más apropiada para el caso uruguayo, y qué consecuencias traería a la tradicional enseñanza actual de las ciencias.

Asimismo está presente la disyuntiva sobre *qué* o *cuáles* contenidos son los más adecuados para tratar desde CTS, y la gran diversidad de temáticas pasibles de ser abordadas. El abanico de cuestiones abordables es tan amplio que la selección se torna complicada, ya que estas involucran desde temas reales hasta casos simulados, problemáticas que tocan a la comunidad o que suceden en otros puntos del planeta, tópicos debatidos desde los medios de comunicación, etc.

#### ¿Qué temáticas implementar desde CTS?

*"Entonces a mí me parece que sería importante incluir estas puntas, estos debates, pero con un equilibrio sin dejar de dar lo básico, la base" (Entrevistada D).*

*"En actitudes un poco más elaboradas creo que en lo que más puede llegar a contribuir es en la valoración finita de los recursos, las cuestiones que tienen que ver con impactos ambientales, con problemáticas ambientales, digamos la fuentes de energía, lo renovable lo no renovable, el cuidado (...) y bueno de alguna manera también apuntar a la desmitificación de la objetividad de la ciencia..." (Entrevistada G).*

*"Alimentos, te lo diría seguro. Nosotros hicimos charlas sobre eso, en el marco de los eventos por el año de la Química, charlas de corte divulgación con estudiantes y docentes de todo el país. Los chiquilines se compenentran mucho, no sé, desde helados diet hasta los edulcorantes (...) La piel sintética que se está haciendo ahora, los chiquilines se interesan mucho. Esos temas son ganchos, alimentos, metales en relación a los sistemas biológicos (deficiencias de magnesio, cobre, etc.), nutrición. Lográs captar la atención porque son cosas que la pueden aplicar de inmediato en su vida. La parte de fármacos es otra..." (Entrevistada D).*

*"Por ejemplo la matriz energética, hay energía nuclear, la desarrollamos o no, cuál es la decisión del país en torno a este tema, ¿acompaña la ciudadanía? Porque la ciudadanía debería también opinar al respecto, pronunciarse, y la ciudadanía está lejos de eso y la responsabilidad es nuestra desde la formación. Entonces muchas veces el ciudadano asume el rol de mero consumidor, consume plasma, esto, lo otro, pero no puede emitir un juicio sobre si la introducción de algo es conveniente o no, por qué o para qué" (Entrevistado F).*

*"Así que, realmente, en ese sentido estamos haciendo agua, porque no podemos analizarlo descontextualizado, más ahora que hablamos de un enfoque de ciencia, tecnología y sociedad vamos a hablar del problema del (por ejemplo) traslado de la madera de tal lado a tal otro, y el tema de las forestales y cómo eso incide en las localidades... Es decir, qué se hace con la madera, cuál es el impacto social que tiene allí; es decir todas esas cosas deben ser analizadas, desde la escuela, en sentido genérico ¿no? Digo desde la escuela en educación en general ese enfoque no está, no está visto en los programas" (Entrevistado F).*

#### ¿Cómo implementar CTS?

*"El enfoque CTS, entonces sí, yo puedo trabajar una asignatura durante todo el año con ese enfoque pero me perdería cierto nivel de profundidad (...) Pero que sería necesario sí, en otra estructura curricular" (Entrevistada E).*

*"Si vos cortás transversalmente todas las materias te enloquecés, llega el 2030 y todavía estás viendo cómo implementarlo. Es muy complejo el enfoque CTS para tomarlo transversalmente, para mí se tiene que partir de un tema bien específico, no sé hay que verlo... Hay temas transversales, salud, medio ambiente, no sé es complicado..." (Entrevistada I).*

*"Sí yo creo que sí es factible, está la experiencia en 'Estudios económicos y sociales', lo planteo a nivel de ese curso, pero evidentemente tendría que pensarse. Pero una de las cosas que se ha trabajado y que se ha planteado es que las asignaturas, en una asignatura hacer muchas, bueno perfecto. (...) Pero pensando en que si se quiere mantener el número de asignaturas, o se piensan disminuir las asignaturas pero aumentar la carga horaria, bueno sería para mí perfectamente factible una asignatura de este tipo [CTS]" (Entrevistada E).*

*"Ahora, la otra visión, que es esta que le pretendemos dar cuando decimos Física CTS o en los bachilleratos, incluso en los bachilleratos tecnológicos en general, tienen Física CTS en primero, Química CTS en segundo y Biología CTS en tercero. Entonces ahí sí, es enseñar tu asignatura, desde una óptica un poco más abierta, saliéndote de los esquemas tradicionales, y a esa (visión) le creo mucho. A esa le tengo fe, a la otra también, pero creo que no estamos todavía en el momento de hacerlo y tal vez exige un espacio curricular específico, sería 'además de' (...)" (Entrevistada G).*

## 14.2 Inter-Dificultad

Otra de las dificultades percibidas tiene que ver con el enfoque interdisciplinario cuando se está trabajando desde una asignatura (disciplina) en concreto. El trabajo interdisciplinario tiene como característica la articulación teórica (y metodológica) de elementos que provienen de tradiciones disciplinares diferentes. Así es que el hecho de adoptar este tipo de enfoque dentro de una misma materia puede resultar un trabajo complejo para quienes diseñan los programas, así como para los docentes tradicionalmente formados desde la cultura de su disciplina en cuestión. Esta dificultad podría presentarse en el caso de la modalidad de injertos de CTS en una materia, así como en el caso de una asignatura independiente CTS que exija la coordinación interdisciplinaria de diversos docentes.

*"(...) donde puedo hacerse un trabajo más interdisciplinario, donde podrían darse estrategias de trabajo a nivel educativo diferentes, como generar debates, buscar información, compartir esa información, discutirla, hacer encuestas, entrevistas, investigación, otro tipo de reflexión pero es muy difícil lograr eso en un aula en la cual vos estés trabajando con una asignatura en particular y especialmente en 2do ciclo donde todo lo que tu hagas en tu asignatura es lo que va sustentar al estudiante cuando siga una carrera universitaria" (Entrevistada E)*

*"El enfoque CTS cuesta. El enfoque CTS se basa en la resolución de problemas reales, en el trabajo en equipo, y eso también es construcción de conocimiento científico, en un marco escolar, en un contexto escolar" (Entrevistado A).*

*"Esa forma de trabajo muy interdisciplinaria, desde una visión muy amplia, creo que es muy buena y creo que no hay todavía gente formada aquí poro trabajar desde es perspectiva y que sería bueno poder incluirlo como además de lo que hay" (Entrevistada G).*

## 14.3 El estadio formativo: ¿cuándo introducir CTS?

La reflexión en torno a la factibilidad de introducir este enfoque también se asocia al estadio formativo en que se evalúe más adecuado. Es recurrente la alusión a que resultaría menos problemática su introducción en Ciclo Básico, ya que se ve como una manera de acercar a los estudiantes a la ciencia, y sobre todo se asocia a que en este estadio formativo no alteraría las finalidades propedéuticas ya que quienes seguirán estudiando atravesarán el Bachillerato. Al parecer se asocia la introducción de CTS con la pérdida de contenidos disciplinares que luego necesitarán quienes opten por el camino de las ciencias básicas o aplicadas. En el caso de implementarlo en Bachillerato, si el trastocar el carácter propedéutico de las asignaturas científicas tradicionales es el elemento problemático, podría pensarse en adoptar la modalidad de una materia independiente con contenidos CTS que no "entorpezca" los contenidos disciplinares tradicionales como estrategia para sortear esta potencial dificultad de aplicación.

Sin embargo, como se vio, el único caso de aplicación de una modalidad CTS en Uruguay es a nivel de Bachillerato en la UTU. Desde la perspectiva de los entrevistados involucrados en ésta, se considera que ha sido efectiva e incluso ha logrado mejores aprendizajes, aunque al principio generó resistencias la introducción de esta asignatura en el curriculum.

*"No, un enfoque basado en Ciencia, Tecnología y Sociedad, y Ambiente, como se le llama actualmente, es necesario (...) Yo, a lo que vuelvo es que para cierto nivel es más accesible trabajarlo que otros. Tal vez en un primer ciclo sea más factible el trabajo, ahora en un segundo ciclo hay que describir bien cuál es la preparación que estoy generando en estudiante, ¿sí? Y en función de eso pienso que sería mucho más rico el trabajo si se genera una asignatura independiente que permita ese tipo de abordaje" (Entrevistado E).*

*"Entonces a mí me parece, que en los años jóvenes digamos, en los años iniciales, donde está muy lejos la facultad a mí me parece que uno puede darse el lujo de tener flexibilidad, de enfocar más a que el muchacho cree, investigue, estudie. Los primeros años creo que tienen forzosamente que ser así, por ejemplo el ciclo básico, de 1ro a 3ro. Ahí también agorrás a toda la gente que no va a seguir estudiando ciencia, la mayoría en general. Entonces ahí en esa parte, a esa altura digamos, yo creo que podés darte el lujo de ser más flexible, de salirte más de los programas, buscar cosas que los atraigan y después enrabarlos con los programas o los contenidos más básicos. Ahora sí, cuando ya estás más al final, digamos capaz 5to y 6to, tenés que enfocarte más al conocimiento duro, porque ta, tampoco queremos gente que sepa pensar bárbaro pero que no tenga los conocimientos básicos para atravesar Facultad" (Entrevistada D).*

*"La idea era que el bachillerato sin ser necesariamente propedéutico apunte a una mejor preparación para aquellos que puedan seguir alguna carrera universitaria, o al menos de carácter terciario (...) vos estés trabajando con una asignatura en particular y especialmente en 2do ciclo donde todo lo que tu hagas en tu asignatura es lo que va sustentar al estudiante cuando siga una carrera universitaria." (Entrevistada E).*

*"Logra mejores aprendizajes [CTS en UTU] porque se involucra y le gusta lo que está haciendo, entonces ya de ahí para adelante ve la asignatura de otro modo. A nosotros nos pasaba, el otro Bachillerato que tiene Física como espacio de equivalencia, es el Bachillerato de Turismo. Este Bachillerato, cuando se estaba diseñando, lo gente del área de Turismo, los que sabían del temo no querían saber nada con poner Física en Turismo (risas)... y bueno y ahí negociamos, tenemos una vez por semana dos horas, no es mucho pero hicimos un programa que también se llama Física CTS y que tiene dos unidades, una que tiene que ver con temperatura y todas las cuestiones climáticas, y otra con la energía y la cuestión de los recursos. Se han enganchado de tal modo que ahora la gente que decía para qué queremos Física, dice qué buenos los cursos de Física, como los chiquilines ensamblan los temas y se articulan con otras materias, como Geografía Turística... Y eso está resultando, se han generado unas dinámicas muy lindas" (Entrevistada G).*

#### 14.4 Temor a la pérdida cuantitativa y cualitativa de contenidos

Otro elemento señalado como potencial dificultad para aplicarlo en Secundaria, tiene que ver con la posibilidad de perder profundidad en la materia que se imparte, y también la pérdida en cantidad de contenidos conceptuales disciplinares. Se ve como un riesgo el hecho de que por incorporar esta perspectiva se pierdan elementos conceptuales que constituyen el núcleo estructurante de la formación brindada en Secundaria. Esta se asocia con la dificultad señalada anteriormente, y es otra razón más para argumentar la aplicación de una materia CTS independiente y transversal.

*"Hay varias modalidades de trabajo en el enfoque CTS, entonces sí, y puedo trabajar una asignatura durante todo el año con ese enfoque pero me perdería cierto nivel de profundidad, y aunque yo no lo diga, todos nuestros profesores lo piensan entonces por más que yo diga 'bueno sí [implementémoslo], todo bárbaro', después en la realidad eso no funcionaría. Entonces es como mentirnos a nosotros mismos en pensar que eso se puede hacer, ¿no? porque esa es la realidad" (Entrevistada E).*

*"Qué contras puede tener, las contras que puede tener es que para el tipo de discusión se genere una disminución del nivel de profundidad de ciertos contenidos específicos en ciertas asignaturas, donde debe ser trabajo de otra manera" (Entrevistada E).*

*"Y eso, si viéramos la desventaja, a veces en el aula muchas veces se deforma un poco y parece a veces yo le digo clases de educación moral y cívica, porque todo flota pero el contenido Químico, el que me permite decir bueno el concepto importante que tengo que tener para entender si esto es viable o no, pero qué conceptos químicos están a veces se te va, no están. Entonces tengo que conocer de fusión, sobre centrales nucleares, reacciones nucleares para poder tener un posicionamiento mínimo y a veces el debate corre por otros carriles, por lo que opina fulano o mengano simplemente. Entonces también, ese cuidado epistemológico que nosotros tenemos que hacer de no desviarnos de que hay una serie de contenidos conceptuales que yo necesito primero conocer para después, no sé si después, pero para ir a buscar el resto" (Entrevistada C).*

*"A veces el gran problema está en que los contenidos conceptuales mínimos, básicos para poder debatir sobre la problemática se desvanecen. Eso sería un riesgo, un problema. ¿no? Como que el debate queda en la superficialidad y no se entra en el meollo del asunto, y se simplifica demasiado" (Entrevistada C).*

*"La otra desventaja que se podría ver es la de reducir considerablemente la cantidad de contenidos a tratar, pero yo ya no lo veo como un problema porque reducís la cantidad para trabajarlos mejor" (Entrevistada G).*

#### 14.5 El discreto encanto de la ideología

Un riesgo que es evaluado por los entrevistados en las entrevistas es la posibilidad de introducir algún tipo de sesgo ideológico a través de las opiniones y encares que le dé cada docente, sobretodo en la introducción de casos simulados o en la discusión de temáticas que impliquen colisión de intereses. Por eso se argumenta que se debe monitorear muy bien el proceso y que, quizás, no debería ser un solo docente el que esté a cargo de dicha materia (en caso que fuera una materia independiente). Generar discusiones sesgadas, o pre-dirimidas para direccionar un cierto tipo de debate sobre temas polémicos (ej. energía nuclear, cambio climático, etc.) es un elemento a considerar. Esta dificultad se asocia con un elemento mencionado en la primera parte del trabajo, y es la doble complejidad inherente a CTS: el definir qué contenidos se van a trabajar y cómo.

En relación con esto, algunos entrevistados señalan que se debe ser riguroso en su aplicación ya que una potencial dificultad que señalan es que se convierta en "una especie de show" en el cual no necesariamente se tiene que estar interiorizado con la temática para opinar y tomar partido. Este podría constituir un riesgo importante, ya que si uno de los objetivos del enfoque CTS es romper con la concepción ingenua, no sólo se estaría incumpliendo con esa meta sino que estaría reforzando estereotipos infundados.

Esta puntualización no es banal, ya que hay enfoques colindantes con CTS cuya finalidad es básicamente la popularización de la ciencia y tecnología, y que apuntan a abordar tópicos altamente controversiales desde una perspectiva mediática buscando atrapar al público/estudiantado pero con base científica de solidez cuestionada. Ejemplos de ello pueden ser los bien conocidos documentales de cadenas internacionales de tv, en los cuales en algunos casos los fundamentos de las explicaciones que se ofrecen son escasamente referenciados porque los objetivos de dichos programas son el entretenimiento y no la educación a través de la ciencia y tecnología. Pero los propios entrevistados reconocen enfoques más rigurosos, y aluden la necesidad de controlar esta potencial dificultad. Crucial es entonces el rol del docente para evitar esta mediatización de la ciencia. Allí una sólida formación y conocimientos epistemológicos que permitan transmitir la idea del que es uno de los problemas fundamentales en Filosofía de la Ciencia, a saber: el problema de la "línea de demarcación" entre la ciencia y la no ciencia.

*"En que estoy generando un debate donde estoy planteando el uso de la energía nuclear, depende de quien dirija eso puedo sacar grupos de personas que estén a favor o en contra. Una cosa es generar una discusión, y otra cosa es generar la discusión con la respuesta. Direccionar el*

debate de tal modo que la respuesta ya se conoce, que en definitiva es lo que hacen muchos medios de prensa" (Entrevistada E).

"Otra contra que puede tener es que la orientación va a depender de que la persona de la persona que elija o lleve adelante ese enfoque, por lo tanto hay que estar muy seguro de acompañar ese proceso, no puede ser un único docente o una única persona. Estoy pensando que eso se puede prestar para una deformación importante de alguien que incline la balanza para un lado u otro (...) La neutralidad en ese caso estaría supeditada a los actores que lleven adelante el proceso. Eso sería para mí uno de los principales problemas. Ver qué actores podrían llegar a llevar adelante esos debates, y además ver qué actores deberían hacer un acuerdo dentro de la propia institución de ver qué temas, con qué enfoque y con qué postura. Porque eso podría a conflictos dentro del propio centro educativo" (Entrevistada E).

"Pero quizás lo agarra otra persona que en esa temática no domina mucho, o no ha investigado, o no ha leído y puede transformarse en una opinión de boliche, todo sirve, todo vale. Ese es un riesgo (...)" (Entrevistado A).

"Entonces, yo puedo llegar a concordar que un determinado enfoque CTS puede terminar siendo como una especie de show, en donde vos en realidad no necesariamente tenés que saber ciencia para tomar una postura, porque se torna demasiado blando el enfoque, donde en realidad no necesariamente vos te basás en conceptos científicos para poder tomar una postura o no frente a un problema que involucre ciencia, tecnología y sociedad, ¿no? Pero creo que hay otras modalidades de trabajar CTS que son más rigurosas, en donde realmente los problemas tal como se te plantean, si vos no tenés una base científica, no podrías tomar una posición seria, sino que serías simplemente un opinólogo" (Entrevistado A).

"Bueno yo creo que el riesgo fundamental es ese, que termine todo transformado en un show en donde las opiniones no tengan una fundamentación sólida, pero yo creo que eso fundamentalmente pasa por el manejo del docente, es decir ahí es clave el docente para demarcar muy claramente cuando un argumento tiene una base sólida desde lo científico y cuando un argumento es simplemente una opinión. Eso implica entonces que el docente debe tener una base científica sólida, debe saber de lo que está hablando" (Entrevistado A).

"Entonces yo creo que si hacés muy explícito ese enfoque, si el profesor no tiene clarísimo en qué consiste el enfoque, y no tiene clarísimo los contenidos a desarrollar, el riesgo es que se banalice un poco. Pero es un riesgo no tendría por qué correrse si la persona conoce profundamente el programa y los contenidos, si es alguien formado" (Entrevistada C).

#### 14.6 ¿Temas reales o ficticios?

Asociado con lo anterior se encuentra la disyuntiva a la que se enfrentan los docentes sobre si tratar temas reales o ficticios. Por un lado, unos atrapan y motivan más pero a su vez pueden herir sensibilidades y pueden generar debates distorsionados; mas los otros enfoques (ficticios) pueden resultar poco relevantes y escasamente motivantes para los estudiantes si poco tienen que ver con su realidad e intereses. A su vez, el tratamiento de temas desde lo cotidiano puede resultar muy complejo y demandante para el docente.

"(...) estábamos estudiando de qué se trataba el enfoque, cómo se trabajaba, una de las cuestiones en las cuales tuvimos que ponernos de acuerdo era qué temas íbamos a plantear. Si eran temas reales y contextuales, o si eran temas que no tuvieran nada que ver con la realidad del alumno. Porque ahí sí tenés el riesgo de daño moral, porque son temas muy delicados" (Entrevistada I).

"(...) también tenemos que tener en cuenta la dificultad que existe de enseñar desde la complejidad de lo cotidiano, porque no es sencillo, donde no hable de cuestiones reales hay muchas variables que trabajar (...)" (Entrevistado A).

#### 14.7 El problema del tiempo

Otra dificultad que emerge de los discursos de los entrevistados es el tema del tiempo de aula y de planificación. La implementación de este tipo de enfoque suele emplear más tiempo que aquel al que suelen emplear los docentes en sus clases tradicionales, al menos al inicio. Así la elaboración de casos simulados (incluso otras estrategias CTS) para aplicar en el aula suelen involucrar gran compromiso no sólo del docente, sino también de los estudiantes, así como insumir un tiempo que no siempre puede preverse del mismo modo que una clase tradicional de ciencias. El desarrollo de pequeñas investigaciones por parte de los estudiantes, la preparación para los debates, el mismo transcurso de los debates, etc. son instancias con cierta apertura que requieren un margen más amplio de posibilidades a la hora de pautar la clase.

A su vez, del lado del docente, la planificación e indagación para desarrollar ese tipo de estrategias CTS suele implicar una cantidad de tiempo importante que debe ser asegurado al docente para que redunden en clases de calidad. Allí la realidad docente que implica el trabajo en varias instituciones educativas, el denominado "docente taxi", es una realidad que perjudica el desarrollo de este tipo de dinámicas y trabajo dentro y fuera del aula. Quizás políticas como las que están debatiéndose en el seno del CES, como la creación del docente-cargo, redundaría en reforzar el vínculo de pertenencia y referencia del docente a una institución educativa, pueda ser un elemento que coadyuve positivamente.

"En ese sentido, hay que ser muy cuidadoso porque además como los casos simulados cuestan mucho, es decir hacer un caso simulado te implica una elaboración muy importante, tenés que pensar el caso, identificar o establecer quienes van a ser los actores, darles un perfil a diferentes actores, buscar tú información sobre casos similares o algo parecido que pueda existir, elaborar las fichas, todo eso implica una inversión importante de tiempo y de trabajo, ¿no?" (Entrevistado A).

"Bueno, otras de las desventajas que yo te decía es que es un enfoque que en cierta manera necesita una persona que tenga tiempo de búsqueda y de elaboración, y no condice demasiado con la dinámica y realidad de los docentes nuestros. Es decir, cuando tú tienes que trabajar 48, 50 horas, yendo de un liceo a otro, ¿qué tiempo de elaboración y de búsqueda podés tener? Es decir, es muy limitado, entonces se torna dificultoso" (Entrevistado A).

"Porque el manejo de los tiempos es también algo complejo cuando hacés dinámicas CTS, porque no siempre están los tiempos claramente establecidos. Cuando yo me paro frente a un grupo y mi finalidad es enseñar la Ley de Charles, yo en mi cabeza sé cuánto me puede llevar la Ley de Charles, y si veo que me va a llevar un poquito más, piso un poquito el acelerador, pero las riendas siempre las tengo yo porque yo doy la clase (enfática el "doy"). El tema es cuando la pelota cae del otro lado de la cancha, es decir, cuando tú necesitás tiempo de elaboración del otro, tiempo de discusión, tiempo de búsqueda, cambia completamente la dinámica, los tiempos son completamente otros y además son tiempos muy difíciles de prever porque cuántos se van a enganchar, no lo sé" (Entrevistado A).

"Por ejemplo también otra dificultad es de tiempo, ¿no? El tiempo juega mucho, porque esas cosas requieren maduración (...) Sí, el tiempo porque si el profesor no logra planificar muy, muy bien su programa con una visión de conjunto y parceliza mucho, puede quedarse atrapado en una parte del programa" (Entrevistada C).

"Otra variante que tenía una de las formas de practicar CTS era hacer paneles encontrados, donde unos manifestaban una posición favorable a desarrollar determinado fármaco, y otros lo contrario, entonces cada uno tenía que obtener bibliografía para defender una u otra posición, lo cual lleva tiempo. Ahora, llevar adelante eso tampoco es fácil" (Entrevistado B).

"Como desventaja el tema del tiempo, es que lo que pasa que habría que estructurar la enseñanza de las ciencias de otra manera" (Entrevistada H).

"Claro, el desarrollo de esta metodología te lleva tiempo, por cada debate que vayas a organizar, por ahí te lleva dos meses. Pero bueno en esos dos meses se va trabajando, se van aportando temas, se van seleccionando las lecturas... Entonces cuando vos desarrollás una cosa así ya sabés que vas a estar tiempo, y de pronto estás aportando sobre un tema, pero yo no puedo decirles 'bueno miren que el 30 de mayo tienen que terminar con eso', porque no se termina" (Entrevistada G).

"En cuanto a los docentes podría ser también una dificultad la falta de tiempo, porque este tipo de cursos insume mucho más tiempo y por las características que la profesión docente está tomando, por lo general se toman muchos cursos, es decir cualquier docente tiene desde 48 hs., 50 hs. Hasta 60 horas de clase entonces el preparar este tipo de cosas lleva tiempo" (Entrevistada G).

#### **14.8 El problema de la cantidad**

Otro elemento que también tiene que ver con la realidad educativa y que es percibido como un obstáculo para la aplicación de modalidades CTS, es la gran cantidad de alumnos por aula en Secundaria. Si las clases son masificadas, el desarrollo de dinámicas (trabajos grupales, casos simulados, debates, indagaciones, etc.) que facilitan la implementación del enfoque se torna dificultoso. A su vez, si además del tiempo que de por sí insumen este tipo de dinámicas, se le suma un alto número de alumnos, puede entorpecerse el buen desarrollo de las estrategias CTS. Éstas requieren un tiempo de elaboración, maduración y comunicación que dependen en gran medida de los alumnos. Elaborar y desarrollar debates o casos simulados implica un trabajo por parte de los alumnos que no siempre se puede prever ni planificar con exactitud, ya que depende de las características de los alumnos y su entorno. Incluso para algunos entrevistados estas características tornan determinante la posibilidad de aplicación del enfoque.

"Otra cosa que creo que también es fundamental para poder lograr una cosa de ese tipo es que puedas trabajar con grupos medianamente manejables de alumnos, cuando tú tienes 37 o 38 alumnos en un grupo, resulta un poco difícil plantear situaciones CTS como para poder organizarlo sin que los tiempos se te vayan de las manos" (Entrevistado A).

"Cuánto les puede llevar a ellos resolver una situación o hacer una búsqueda, interpretar, elaborar un informe, comunicárselo a sus compañeros, son cosas que yo a priori yo no lo sé porque son muchos los chiquilines, las realidades son muy distintas, entonces tenés que tener un grupo no demasiado grande de alumnos para que los puedas conocer y poder manejar mejor los tiempos, ¿no? Por eso te digo, además necesitás cierto aire dentro del programa como para no sentirte culpable, porque sino decís le doy esto pero sacrificio esto otro" (Entrevistado A).

"También el tiempo de preparación, porque ahí tú necesitás de la lectura del estudiante, es decir tú lo tenés que motivar a producir algo. Tenés que lograr un nivel motivacional muy importante para que surja de él la necesidad de buscar y que busque y lea con interés, o sea jugar en el gatillo de lo que es la motivación interna no es fácil" (Entrevistada C).

"Tiene que estar preparado el docente y tienen que estar preparados los alumnos también. Tiene que haber un entrenamiento previo de los alumnos que comprendan qué es el enfoque CTS, cuál es el objetivo" (Entrevistada I).

"Y la otra desventaja, triste, es que yo no sé si hoy tenés alumnos en las aulas de secundaria en las cuales vos puedas llevar adelante un enfoque CTS. Porque la educación está en crisis (...) Hay un nudo que es cuando vos le decís a los docentes, o a cualquier persona, vos le decís 'tenemos problemas serios en la educación' por ejemplo en secundaria, no digo que sea sólo en secundaria, pero en secundaria los docentes no pueden manejar a sus alumnos, y tenemos en los liceos públicos principalmente tenés gurises con problemas de conducta y tenés gurises con problemas académicos, y en el medio una franja finita de un 10% de los alumnos que no tienen ni problemas académicos, ni problemas de conducta. Entonces cuando vos decís eso, la gente dice que no es problema de la educación porque en realidad es un cúmulo de situaciones sociales, culturales y globales que llevaron a que tengamos ese tipo de conflictos en los adolescentes, bla, bla, bla. Perfecto, pero nosotros nos tenemos que ocupar de lo que pasa en el aula, nos guste o no y se deba a lo que se deba. No es que no sean importantes las causas, pero cuando estás en

la clase la responsabilidad de lo que enseñás y de lo que sucede en el aula es tuya. Entonces separemos las causas de lo que es tu rol como docente" (Entrevistada I).

"(...) el tema es que la mayoría de los docentes no tienen dominio de grupo. Tienen dominio de grupo los docentes viejos, grandes, y los docentes que están en liceos con buenos contextos. En los contextos críticos no sé qué es lo que están haciendo los docentes (...)" (Entrevistada I).

"Y la otra desventaja, triste, es que yo no sé si hoy tenés alumnos en las aulas de secundaria en las cuales vos puedas llevar adelante un enfoque CTS" (Entrevistada I).

"Porque también lo que pasa es que saturan mucho todos los problemas de la diaria, todo lo que tiene que ver con conducta, problemas de aprendizaje y todo eso se come mucho tiempo curricular(...)" (Entrevistada H).

"Pero bueno, este modo de trabajo exige muchísimo, da buenos resultados, involucra a los estudiantes, y una vez que se involucraron... porque a veces esto pasa por la motivación solamente. Logra mejores aprendizajes porque se involucran y le gusta lo que están haciendo, entonces ya de ahí para adelante ven la asignatura de otro modo (...)" (Entrevistada G).

"La dificultad a veces puede pasar por la cantidad de alumnos que tienen los grupos, eso no se ha podido controlar en su totalidad (en UTU), pero la media sigue siendo de 25 alumnos, y en las escuelas agrarias a veces es de 10 o 12. Pero en escuelas urbanas a veces las clases siguen siendo de 40, entonces eso es una dificultad" (Entrevistada G).

#### **14.9 La importación de experiencias**

Otro elemento que toma en cuenta las características grupales se relaciona con que, por un lado se estima recomendable generar recursos para replicar experiencias y así la planificación sea menos densa y demandante de tiempo. Pero a su vez, la reproducción de estrategias en grupos que tienen características disímiles puede llevar al fracaso de la experiencia. Por tanto se señala como un potencial riesgo el replicar experiencias acríticamente. Lo mismo sucedería al importar ejemplos exitosos de otros países (como España o Inglaterra por ejemplo) pero sin una adecuada adaptación al contexto local.

"Porque también está el riesgo ese, de que la gente diga 'ahh esto es lo recomendado, lo tengo que hacer así', no, esto es un caso de un grupo con determinadas características yo tengo que ver si se aplica o no a mi grupo. No es replicar, sino que tiene que ser una gatillo que dispare otras ideas, entonces se necesita un docente con mucha lectura, muy actualizado, muy formado, estar atento a especialistas, una cosa que es todo un desafío para los profesores. Entonces a veces uno le dice a los profesores, respetar los intereses de los chiquilines pero no diversificar tanto porque si les diversificás mucho los contenidos de algunos proyectos no los vas a poder guiar, porque sos guía" (Entrevistada C).

"Había muchos puntos que podían ser interesantes en la educación secundaria obligatoria española, pero que acá no, acá no podían funcionar" (Entrevistado B).

#### **14.10 Formación, actualización y profesionalización docente**

Una dificultad mencionada por los entrevistados que requeriría de un examen aparte es la relativa a la formación y profesionalización de los docentes. Para muchos entrevistados la posibilidad de implementación de este enfoque tiene una fuerte asociación con la necesidad de reformular parte de la formación docente. Si se piensa que por lo general la mayoría de los docentes han atravesado los distintos estadios de formación bajo los paradigmas tradicionales de la enseñanza de la ciencia, no es descabellado suponer que la implementación de una modalidad que implica cierto grado de ruptura con éstos pueda tornarse no sólo dificultosa sino también resistida. Por este motivo es que algunos entrevistados señalan el carácter reproductor de la enseñanza de las ciencias, en donde los principales agentes de esa reproducción serían los docentes. El cuello de botella en la generación de estos cambios se asocia al cambio de mentalidad primero, y de las prácticas docentes a posteriori, pero este impulso quizás deba iniciarse a nivel de la formación de futuros formadores.

Ahora, si bien no está en su formación, CTS no les es ajena según se desprende de las entrevistas saben de qué se trata y ningún entrevistado la desconoció. Solamente aquellos que tuvieron alguna formación por lo general en el extranjero, tienen más herramientas para desenvolverse con la perspectiva CTS.

El punto está en calibrar qué tan factible es introducir este enfoque en la formación de formadores. Allí nos inmiscuimos en un tema que podría tratarse independientemente y que si bien no es el objetivo del presente trabajo, condiciona la factibilidad de introducir CTS en la enseñanza media de las ciencias naturales.

"Bueno, yo lo que creo es que podría ser factible en la medida que se haga una campaña muy clara para desestructurar algunas cabezas. Es decir para desestructurar prácticas de muchísimo tiempo en donde priman esas visiones que decíamos hoy, la visión propedéutica clásica de los contenidos conceptuales puros y duros, y también podría ser la estrategia directamente hacer modificaciones programáticas que en cierto modo te quiten el peso de los contenidos conceptuales en esa cantidad tan abundante y te den espacios como para hacer otro tipo de trabajos, porque sino es como lo que decíamos al principio ¿no?" (Entrevistado A).

*“La mayor parte de los profesores están acostumbrados a decir, ‘bueno anoten: hidrocarburos’... Entonces hacer eso también requería una práctica, un cambio de mentalidad de trabajo en clase, y que tampoco era fácil mantener a los alumnos tranquilos. Porque si el profesor no lo sabe manejar, bueno en una clase así puede pasar más que un gran desorden si el profesor no sabe canalizar bien” (Entrevistado B).*

*“Lo que sí es que no todo el mundo está preparado para desarrollar el enfoque CTS en el aula, entonces a veces puede ser mal instrumentado, y bueno que termines con resultados que no sean muy constructivos para la enseñanza del estudiante. No destructivos, no es que le vayan a causar daño al alumno porque lleves mal a cabo el enfoque CTS, simplemente tiene que ser cuidadoso y tiene que estar preparado para desarrollarlo. Creo que es una metodología en la que hay que prepararse (énfatiza)” (Entrevistada I).*

*“Se tienen que preparar específicamente, en la formación inicial de profesores no tenemos formación en CTS. No hay, y el espacio podría generarse (...) y ahí se podría instaurar, o sea que un punto agregado a lo que te estoy diciendo es que quizás no todos los docentes están enterados del enfoque CTS. O los formadores, porque en las salas docentes te estoy hablando de la gente que trabaja en IPA como docente o los CERP o en Semi-presencial, ellos son los que lo tienen que proponer” (Entrevistada I).*

*“Es difícil porque no tenemos los docentes preparados, y el otro lado tiene que ver con los alumnos. Porque los alumnos... capaz que todo es problema del docente, sin interés de juzgar a nadie. Vos como docente llegás, sos como un artesano, que te formaste con una formación inicial de 4 años y que unas cosas las aprendiste a hacer y otras no (...) Mirá así o groso modo te digo que lo mitad, más o menos, ha trabajado el enfoque CTS o lo conoce, claro pero siempre por un empuje externo, nunca porque el Consejo (CES) se los haya propuesto o porque la coordinación lo haya impulsado en ese sentido” (Entrevistada I).*

*“Y las contras van por el lado de la formación del profesorado que no está preparado para esto. Hemos venido trabajando a la par, es decir a medida que se han desarrollado este tipo de programas se han armado desde aquí montones de actividades y foros a través de plataformas virtuales, encuentros presenciales, publicación de trabajos, trabajos en grupos... Muchísimo apoyo pero que los docentes un poco más contenidos en esto. Y bueno, esto sigue siendo una limitante porque vos podés formar, podés acompañar hasta determinado punto pero a medida que esto crece se complica” (Entrevistada G).*

*“El enfoque CTS cuesta (...) no es un enfoque que haya aprendido en formación docente y no es un enfoque que haya aprendido en forma importante en lo que es secundaria” (Entrevistado A).*

*“Y este es un punto clave que tiene también que ver con la formación docente, porque cuando hoy te decía ‘reproductor’, es que también se necesita trabajar desde la formación docente. Hay una visión positivista de la ciencia que se sigue manteniendo, se sigue transmitiendo, vive y lucha sin ningún problema” (Entrevistado F).*

La actualización docente o educación permanente, es otro elemento que se estima ineludible al implementar alguna modalidad CTS, y que de no ser previstas estas instancias pueden entorpecer la buena implementación y funcionamiento de los cursos. La formación continua se torna más necesaria quizás que en los cursos clásicos de ciencias, ya que especialmente se requiere estar en conocimiento de debates actuales de ciencia y tecnología y, a su vez, comprender la dimensión social de ese tema-problema asociado a éstas, temática en la que los profesores de ciencia no suelen adentrarse.

Cabe señalar que tampoco existe formación de posgrado o de perfeccionamiento docente, salvo algunas en la órbita privada o cursos coyunturales de Educación Permanente en algunas Facultades de la UdelaR.

*“(El contenido disciplinar y la profundización) podría correr el riesgo en docentes que no tuvieran la visión de conjunto del programa como para poder hacer un enfoque de ese tipo. Una persona que conoce y domina perfectamente lo hace, pero requiere mucho manejo del programa, haber dado muchas veces un curso, haber leído mucho, estar actualizándose...” (Entrevistada C).*

*“Podría ser sí, habría que pensarlo, habría que estructurarlo y de pronto sugerir algunos temas o algunos enfoques. Porque es un tema complejo que el otro punto, es como yo te decía inicialmente, al tener solamente entre un 30 y un 40% de profesores formados, ¿qué seguridad tenés tú de cómo van a abordar ese enfoque ciertas temáticas?” (Entrevistada E).*

*“Claro, requiere una formación docente distinta, la formación clásica quizás no alcanza. Y también el tema de la actualización docente en cuanto a algunos enfoques, y material que se comparta con otros (...)” (Entrevistada C).*

*“Ahora, en lo personal, debido a las dificultades que hay para hacer talleres de esa forma, debido a la dificultad que es también que el profesor conozca una cantidad de temas en el momento, sino va a tener que decir esperen que voy a averiguar... Que una vez está bien, digo porque todos algunas vez hemos dicho ‘te averiguo y te contesto la próxima’, pero no que todo quede en el aire sin definir” (Entrevistado B).*

*“Yo creo que por su preparación. Se tienen que preparar específicamente, en la formación inicial de profesores no tenemos formación en CTS. No hay, y el espacio podría generarse” (Entrevistada I).*

*“Después también esto exige tiempo desde el punto de vista de conocer noticias relevantes, de saber en qué está el mundo, de estar actualizado, y bueno no siempre todas las escuelas y todos los docentes tienen los recursos como para trabajarlo desde ese modos” (Entrevistada G).*

*“Seguimos con el tema docente, pero desde otra perspectiva, es decir hay escuelas agrarias por ejemplo que están alejadas, o en el medio del campo y a veces conseguir un profesor que dé un curso de Física es muy complicado, y no siempre el profesor que va es el más calificado desde el punto de vista de la Física...” (Entrevistada G).*

Una problemática señalada por varios entrevistados se relaciona con la profesionalización de los docentes, una debilidad actual que podría potenciarse. Existen asignaturas con mayor y otras con menor grado de

profesionalización (ejemplo paradigmático es el de Física, se agrega Química en menor grado). Por esto se entiende la presencia de docentes titulados provenientes de institutos de formación docente (IPA, CERP y Modalidad Semi-presencial). La existencia de un conjunto no desdeñable de docentes con escasa o nula preparación específica para el desempeño docente pone en juego la incorporación exitosa de la perspectiva CTS en la enseñanza de las ciencias. La situación se agrava en el interior del país ya que a veces la escasez de docentes obliga a que un mismo profesor deba dictar varias materias.

Habría que pensar estrategias para familiarizar y formar a gran parte del profesorado en esta línea de trabajo, ya que ciencias que por lo general no ha sido vista ni en su formación docente, ni en su formación inicial. Sólo existe un pequeño grupo que ha tomado contacto o se ha formado en el exterior y que quizás puedan actuar como multiplicadores de la experiencia.

Un primer movimiento en pos de incorporar CTS quizás esté a nivel de los formadores de formadores, por ello no puede eludirse. Algunos entrevistados sostienen que para superar este obstáculo se podría apelar a la generación de una masa crítica de docentes que actúen como multiplicadores de la experiencia, lo cual aparece como una opción interesante para difundir e instruir al colectivo docente. Quizás, si se piensa que existe un núcleo de docentes formado en el exterior, básicamente a través de cursos que brinda la OEI<sup>47</sup>, éste podría eventualmente operar como la primera generación a cargo de multiplicar la experiencia, junto con expertos locales que hoy trabajan a nivel universitario con estas temáticas. La sinergia de estos dos actores podría ser una solución estimable para este escollo que señalan los entrevistados, e incluso sería un avance para acercar a estos actores “divorciados” como se señaló más arriba.

*“O sea, yo creo que lo más complejo es que el profesor tiene que saber tan bien, y conocer tanto el programa que pueda darle esa forma global en que él pueda ir desarrollando, saber clarísimo cuáles son los contenidos estructurantes de cada unidad y si sé los contenidos estructurantes que yo sé que tiene que aprender, ver cómo contextualizo y cómo se lo muestro vinculado con la realidad social, económico o que correspondo al tema” (Entrevistada C).*

*“Si yo quisiera que el enfoque se expandiera, metería el cuchillo, metería el foco, despertaría el interés a nivel de los formadores de formadores. De los docentes de los CERPs, del IPA. (...) Tendrías que empezar trabajando con los profesores de los profesores, esos son los formadores de formadores. Enterarlos de qué es el enfoque, entrenarlos, ponerlo en práctica con ellos así ellos lo aprenden. Y el paso siguiente sería, que ellos mismos propusieran que eso mismo ellos lo hicieran con sus alumnos” (Entrevistada I).*

*“Sino cómo hacés para llegar a los alumnos, a mí me parece que si lo docentes no están formados en esa lógica o interiorizados con ello es muy difícil. Para mí, hay gente que puede pensar que el enfoque CTS lo puede hacer cualquiera, para mí tienen que estar formados. Tenés que haber pasado por lo menos por un taller, donde se te formó, se te hizo entender la lógica, los objetivos y la metodología. Porque el enfoque tiene una lógica muy potente, si no la entendés el resto va a hacer cualquier cosa” (Entrevistada I).*

*“Factible puede ser, lo que pasa que habría que trabajarlo desde la formación docente. Trabajarlo desde allá, en el sentido de legitimar este espacio como una herramienta más, CTS como una herramienta más, no es decir ‘bueno cambiamos el programa ahora pasamos a un enfoque CTS puro’. Son procesos graduales, se trataría de la incorporación de algunos aspectos que se trabajan desde ese enfoque en los programas de hoy” (Entrevistado F).*

*“No, no es fácil, ni va a ser. Secundaria es un hueso duro de roer, digo yo soy parte de secundaria y vivo chocando con secundaria. Creo que tiene que haber una selección de gente y que eso tiene que ser multiplicadores de la experiencia, porque no es nada fácil en este contexto de implementar este tipo de enfoques más innovadores. Le tenés que traer más el paquetito armado a los docentes, más un combo armado porque hay una realidad, la paga no es buena, la carga horaria es alta, los docentes van de un liceo a otro. Entonces estaría bueno para el docente el presentarle un combo armado y que no quede a la libre interpretación de cada uno de que ‘bueno trató que la ciencia y la tecnología baje a tus chicos’ así de la nada.” (Entrevistada H).*

#### **14.11 La voluntad política y la generación de consensos**

Finalmente, los docentes entrevistados no eluden la mención a un requisito esencial para incorporar innovaciones curriculares CTS y cualquier otra, y es la necesidad de que exista **voluntad política** para implementarlas. La viabilidad está supeditada a la generación de consensos que para incorporar cambios en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. La generación de consensos en materia educativa en Uruguay suele ser ardua y lenta, por lo tanto ese es otro elemento a tener en cuenta. Hay un entramado de actores con una lógica de actuación compleja, con grandes trabas y un discurso altamente ideologizado. La complejidad está en

<sup>47</sup> Organización de Estados Iberoamericanos.

hacer dialogar y poner de acuerdo a actores colectivos que tienden a disentir (autoridades de la educación, sindicatos docentes, inspecciones). El camino de los cambios graduales podría ser una estrategia eficaz para la implementación, si además se tiene en cuenta cierta apertura coyuntural desde el momento que hoy en día los programas sugieren la contextualización de algunas temáticas de C y T. Estos procesos graduales deberían prever la incorporación de la formación docente como un tema a laudar en conjunto con la incorporación de CTS en las aulas de Secundaria. Frente al gradualismo consensuado está el otro camino, que es el del cambio más radical, pero no condice con la cultura del diálogo y la coparticipación en la toma de decisiones que suele ser parte de la idiosincrasia del país. A su vez, debe tenerse en cuenta que es importante trabajar en la motivación docente y en qué elementos valiosos posee el enfoque sin ir en detrimento de lo que existe, por eso algunos entrevistados hablan de la necesidad de enfatizar el equilibrio entre los enfoques nuevos y los de siempre.

*"Bueno, para que sea viable me parece que tiene que haber consensos, y no los veo todavía" (Entrevistada G).*

*"Bueno, lo que implica, implica un cambio de mentalidad muy grande, implica mucho tiempo e implica también una voluntad política de que 'bueno, hay que cambiar esto'. Si no existe esa voluntad política se complica. Voluntad política que tiene que ser acompañada por actores relevantes, desde los sindicatos hasta representantes de las familias (...)" (Entrevistado A).*

*"Como te decía, vuelvo al equilibrio. Yo a veces cuando se proponen cosas nuevas me parece bien, pero si excluir lo que ya existe. Por ejemplo, en enseñanza secundaria, viste que se está empezando a hacer mucho énfasis en todo lo que es didáctica de las ciencias, pero muchas veces esa gente que enseña didáctica y todo lo demás, no tiene los conocimientos básicos [disciplinares]. Por algo se llaman básicos, de base de todo lo que se crea después. Entonces yo creo que nada puede suplantar a nada, me parece excelente poner experiencias de este tipo CTS, de entrar en contacto e introducir la sociedad, pero en un equilibrio, sin dejar de dar ciertas cosas porque quizás desde ese enfoque no se pueda abordar todo" (Entrevistada D).*

*"Entonces la viabilidad pasa primero por tener unos programas que permitan la implementación del enfoque CTS, que bueno, quizás van en camino; y segundo tener la actitud de querer hacerlo y la convicción de que de este modo va a ser mejor... y bueno no sé en qué porcentaje eso está dado allá (en Secundaria). Pero así viable como para decir que se empiece ahora, no, no lo veo" (Entrevistada G).*

*"Entonces eso a nosotros nos va a llevar tiempo, a nosotros en Uruguay nos cuesta mucho, como proceso será un proceso largo, nos cuesta llegar a conclusiones, discutimos mucho y solemos llegar a último momento. No hay apuro, pero sin embargo las generaciones van pasando y se sigue así. Entonces cambiar las prácticas, ya de hecho, es muy complicado, entonces si hay un obstáculo es ese, lograr que tanto el Ministerio, como la ANEP, como los Consejos Desconcentrados y donde también tiene que estar formación docente, empiecen a trabajar más alrededor de esto. Empiecen a pensar ¿es posible hacerlo? Porque por ley los consejos también dicen 'no, esto es nuestro'. Es decir, nosotros somos los responsables de los programas, el CODICEN lo aprueba y el Ministerio ni toca pito. Bueno no, se trata de una política de Estado. Entonces el Ministerio dice 'la educación debería ir por estos lados', y los otros dicen 'mirá, la educación la hacemos nosotros', y así empiezan... Entonces hay estructuras que de repente imposibilitan eso, hay como chacras, intereses creados" (Entrevistado F).*

**Tabla 8: Dificultades percibidas por docentes-inspectores para implementar CTS**

Qué dificultades perciben los docentes para la implementación de CTS (o doce motivos que obstruyen su implementación)	
1	Cómo compatibilizarla con los fines propedéuticos
2	La doble complejidad del enfoque: cómo implementarlo y con qué contenidos
3	El abordaje interdisciplinario cuando se trabaja desde una asignatura (disciplina)
4	La incorporación de CTS en el Bachillerato por su finalidad rigurosamente propedéutica
5	La pérdida de profundidad en la materia y el descenso en cantidad de contenidos disciplinares
6	La introducción de sesgo ideológico, y el enfoque de popularización o mediatización de la CyT
7	La disyuntiva sobre si tratar temas-problemas reales o ficticios
8	El tiempo de trabajo de aula y de planificación
9	La elevada cantidad de alumnos por aula en Secundaria (problemas de masificación)
10	La réplica de experiencias acríticamente (a nivel local, o importar de otros países)
11	Formación, profesionalización y actualización docente
12	Necesidad de contar con voluntad política y consenso entre los actores del sistema educativo

## 15. Relevancia del enfoque CTS

Son varios los elementos positivos que los docentes-inspectores encuentran en la enseñanza de la ciencia y tecnología a través de CTS. Por un lado, están aquellos aspectos que se consideran relevantes por cómo impactan en la concepción ingenua de la ciencia que es muy común entre los estudiantes y entre gran parte de la sociedad. En este sentido, los docentes entrevistados señalan que es muy significativo cómo este enfoque coadyuva a romper con la imagen positivista ingenua de la ciencia -aquí se engloban creencias varias como la infalibilidad, el progreso indefectible, la idea acumulativa de la ciencia, el inductivismo ingenuo, la neutralidad y asepsia de la ciencia y tecnología, entre otras-.

A su vez, también provee de otro tipo de conocimiento sobre la ciencia como la existencia de un lenguaje que es propio, y el rol de éste en la comunicación de los hechos científicos. Por otro lado permite ver las conexiones entre la ciencia, ciencia aplicada y tecnología; sus distinciones y relaciones mutuas. Finalmente, permite poder visualizar a la ciencia como una actividad social, llevada a cabo por personas en el contexto de instituciones especializadas en la generación de conocimiento científico; y a su vez, ver cómo ese conocimiento impacta en la sociedad y viceversa. Un elemento que facilita esto es su carácter eminentemente interdisciplinario, que provee de una perspectiva nueva, que a su vez, se nutre de las diversas perspectivas disciplinares.

*"Ese es uno de los enfoques esenciales que debe transmitir la ciencia, que a pesar de todo, la ciencia sí tiene un lenguaje común de intercambio que necesariamente tienen que ser trabajados todos los contenidos a desarrollar las competencias con ese único lenguaje comunicacional que es parte integrante del código científico" (Entrevistada E).*

*"¿Qué ventajas? Bueno, apunta a un trabajo más colaborativo, cooperativo, interdisciplinario sumamente interesante perfectamente plausible de ser llevado adelante" (Entrevistada E).*

*"Pero en definitiva, básicamente yo creo que lo que puede tener de rico el CTS es el sacarle a la ciencia esa imagen positivista, sacarle a la ciencia esa imagen aséptica de que los científicos son todos altruistas, todas sus investigaciones, resoluciones y productos van solamente regidos por el bien de la humanidad; el que cada vez que se llega a un logro científico-tecnológico eso siempre es beneficioso, que nunca tiene que cosas que puedan ser dudosas o incluso perjudiciales; que la sociedad tiene siempre una palabra para dar, que la ciencia no es un problema solamente de científicos y que por lo tanto la ciencia es una actividad fundamentalmente social y que tiene que también tener a aquellas personas a las que involucra" (Entrevistado A).*

*"Entonces me parece que llamémosle CTS, llamémosle NoS, o pongámosle otro rótulo, no importa, lo importante es que esos elementos aparezcan en algún momento en la vida de alguien como estudiante. Porque si aparece eso, la mirada nunca más va a ser la que era, y sobre todo va a dejar de ser ingenua, ¿no?" (Entrevistado A).*

*"Porque me parece bueno por lo menos dejar la mosca detrás de la oreja, que digan 'bueno yo que creía que la ciencia era ton así, tan pura, tan no sé qué... y resulta que estos dos se tenían rabio y por eso discutían tanto sobre esta teoría' (...) Pero creo que la mirada de la ciencia, y de la ciencia en la sociedad, y de lo sociedad en la ciencia cambio, y ya esa persona no vuelve a ser la misma. Entonces creo que ya eso de por sí es valioso, y en definitiva también si el docente logra trabajar bien en esta modalidad y dinámica, hay conceptos científicos que quedan, y modalidades de abordar los problemas que quedan. Que ya no van a ser los mismos que si hubieran tenido una formación exclusivamente humanística" (Entrevistado A).*

*"Bueno como positivo el hecho de ubicarlos en una realidad, ¿no? Y de mostrar que el conocimiento o lo que se aprende en el liceo no es para las cuatro paredes de la escuela, sino que es para la vida, que es para saber alimentarnos mejor, saber decidir mejor, para tomar posturas y saber escuchar o validar la opinión del otro, confrontar mi opinión con la del otro desde un punto de vista pacífico y constructivo. Ese trabajo con otros ayuda mucho a que lo que a mí me parece de una manera después que escucho la opinión de otros resulta que no era tan así, desde las centrales nucleares a la de las papeleras, todo eso aflora, y cómo esos problemas no son sencillos porque hay un cúmulo de cuestiones que están incidiendo, cuestiones que yo puedo leer pero que yo no alcanzo a dimensionar en esa complejidad. Entonces yo creo que este enfoque CTSA ayuda al estudiante un poco para abrirle la mirada o esas realidades..." (Entrevistada C).*

En este sentido, es relevante desde el momento en que hace más nítida la relación de la ciencia y de la tecnología con la vida cotidiana de los estudiantes, en tanto les permite inmiscuirse en cómo, por qué, para qué y qué impacto tienen determinados hallazgos o invenciones. Asimismo, la contextualización continua de los tópicos abordados en clase hacen evidente esta conexión y permite salirse de los formatos tradicionales de la "asignatura de pizarrón" desconectada de lo aplicado y cotidiano.

En relación con lo anterior, según los entrevistados este enfoque tiene su impacto en el trabajo en el aula, en la medida en que favorece el trabajo colectivo y cooperativo entre los estudiantes. Permite la elaboración de estrategias de trabajo que involucran más a los estudiantes, los motiva, les exige ir a buscar los fundamentos que sostienen las afirmaciones y por tanto los obliga a ser reflexivos. Para algunos entrevistados, todo esto redundaba en una mejora en la calidad de los aprendizajes, un mayor nivel de motivación y una mayor

permanencia de los conceptos. Inclusive ven estos elementos como resortes para la generación de vocaciones científicas que se visualiza como una de las debilidades actuales de la enseñanza de las ciencias.

*“Claro, como digo siempre la Química de pizarrón, para no ver eso sólo, o la Química del libro solamente. Este es el contenido del libro, esto lo tengo que aprender y listo. Entonces ese enfoque permite salirse de eso y está bueno porque ellos generan debates, asumen roles donde para poder o quien le toca asumir el rol de tal cosa tiene que leer muchísimo para poder debatir aunque ni siquiera sea su postura personal la que está defendiendo” (Entrevistada C).*

*“Me parece muy interesante, me parece muy motivador, es decir que dispara y genera una pila de cuestiones en el alumno, lo involucra, lo hace sentirse tomado en cuenta de alguna forma, lo obliga a informarse, lo obliga a tomar postura. O sea es muy motivador. Maneja el tema de los valores, hace que el estudiante se cuestione cosas de las cuales el estudiante ya se sentía seguro. Motiva a la reflexión. Me parece muy completo” (Entrevistada I).*

*“Yo creo que los motivaría, porque ese es todo un tema...” (Entrevistada H).*

*“Pero hay muchos temas que se prestan precioso para ese enfoque y sería una pena perderlos y no abordarlos, entonces la sí, creo que sería útil e importante hacer una cosa así, y te digo a nivel de facultad también me parece importante. Porque se supone que están focalizados, que les gusta la carrera científica que eligió, pero te preguntas a veces si realmente les gusta y este tipo de enfoque quizás ayude a despertar el gusto...” (Entrevistada H).*

*“Yo creo que la calidad de los aprendizajes mejora, se aprende mejor Física de este modo que del tradicional. Es decir, esto lo tengo que probar, lo que va ase parte de mi tesis de maestría, pero es una convicción. Estoy convencida que se aprende mejor, por lo menos por las cosas que se ven” (Entrevistada G).*

*“Y después lo otro positivo son los objetivos del propio enfoque, enseñar una Física asociada con problemas reales, sociales, y de impacto ambientales actuales o pasados porque este enfoque también permite el análisis histórico. Permite contextualizar la enseñanza de las ciencias a cómo se produjo tal y cual conocimiento, el contexto de producción de conocimiento, en qué condiciones y cómo. Este enfoque muestra un poco lo complejo que es la realidad que si ben lo sectoriza para poder estudiarlo, por lo menos no perder de vista el todo y la complejidad” (Entrevistada G).*

*“Pero, a su vez creo, que un enfoque de ese estilo acercaría a las ciencias, lo cual no es menor, porque en una de esas estamos perdiendo gente que realmente tiene aptitudes importantes para poder seguir una carrera científica, y no la siguen porque yo de pique hay un rechazo de la persona o de sus pares. Entonces a mí me parece que sería importante incluir estas puntas, estos debates, pero con un equilibrio sin dejar de dar lo básico.” (Entrevistada D).*

**Tabla 9: Relevancia de CTS según entrevistados**

Por qué la enseñanza CTS es relevante según los entrevistados (o doce motivos a favor de su implementación):	
1	Facilita e incentiva el trabajo cooperativo entre los estudiantes para estudiar temas científicos.
2	Desestructura la imagen positivista y neutral de la C y T.
3	Muestra a la ciencia como una actividad social, y que no compete sólo a los científicos.
4	Por lo anterior, rompe con la concepción ingenua sobre la C y T.
5	Transmite que existe un lenguaje común para la ciencia o código científico.
6	Permite ver cómo la ciencia provee de conocimiento para la vida cotidiana.
7	Corta con la enseñanza preeminente transmisiva (“asignaturas de pizarrón”).
8	Motiva más a los estudiantes, los interesa, los compromete y les exige reflexividad.
9	Por su modalidad permite que algunos conceptos permanezcan y no se pierdan a medida que el estudiante avanza en su formación.
10	La calidad del aprendizaje mejora.
11	Contextualiza temáticas y permite ver la complejidad intrínseca de los objetos de estudio de la ciencia.
12	Acercaría más estudiantes a la CyT, incentivaría más vocaciones científicas.

## 16. Reflexiones finales

En primer lugar, partiendo del uso de la tipología como herramienta para guiar el análisis de los discursos en torno a las finalidades de la educación científico-tecnológica, se evidencia para el caso de los docentes-inspectores una convivencia problemática de ambas finalidades, que frecuentemente se resuelve en favor de la finalidad propedéutica. Se hace explícita en el discurso una tensión entre finalidades de la educación y los niveles del currículum. Ya que si bien en los currículum explícitos (programas) se ha comenzado a señalar la importancia de cubrir ambos objetivos, en la práctica educativa (currículum oculto) y en el imaginario de los docentes parece prevalecer la idea de una formación científica supeditada a proseguir con estudios terciarios vinculados a la ciencia y/o tecnología. Esto denota que si bien el objetivo democrático y democratizador de la enseñanza de las ciencias está instalado como finalidad válida, convive problemáticamente ya que generalmente poco prevalece cuando entra en juego el status de la finalidad propedéutica.

En segundo lugar, por el lado de las opiniones de los académicos y gestores de innovación, estos evidencian posturas más ligadas a la priorización de una enseñanza que valore la finalidad democrática por sobre la propedéutica. Estas se sostienen en la constatación de que la mayoría del estudiantado no proseguirá estudios científicos, por tanto la formación apunta al ciudadano medio al que se debe instruir en habilidades y competencias que le permitan desenvolverse con soltura en el mundo que les tocará afrontar. Aquí se emparenta fuertemente educación a alfabetización científica y tecnológica, ligada al empoderamiento ciudadano en cuestiones que atañen a la toma de decisión informada en aspectos que se relacionan con la ciencia y la tecnología. De esta manera su énfasis está puesto en las competencias científicas de cara al futuro de los estudiantes, asociadas éstas a las capacidades y actitudes hacia las ciencias. La resolución de la disyuntiva en este caso es aproblemática y se da en favor de la finalidad democrática.

Con respecto a la percepción sobre el rol de la alfabetización científica para los inspectores-docentes, éstos reconocen la importancia de dicha noción ya que constituye una de las metas de la educación científico-tecnológica. En cuanto a qué implica la alfabetización, parecería haber consenso en que está más ligada a las metas de una enseñanza democrática (formativa) y por ello la meta alfabetizadora no escapa a la relación problemática entre las dos finalidades principales.

Los docentes han señalado la existencia de al menos dos tipos de separaciones (*divorcios*) entre la educación científica media y la investigación científica. Por un lado, el divorcio entre la investigación en ciencias de la educación (vinculada casi en exclusividad a las humanidades y ciencias sociales), en donde las investigaciones de este campo no parecerían abocarse a estudios sobre ciencias naturales y educación. Asimismo la academia vinculada a las ciencias naturales, dedicada a sus objetos de estudio, no suelen investigar aquello que se ubica en la frontera entre educación y sus propias disciplinas. El resultado de esta separación es que el campo de investigación sobre didáctica de las ciencias naturales queda postergado en la agenda de investigación. El segundo divorcio, es aquel que se da entre la formación docente y la investigación científica. Esta separación se produce entre la academia, como productora de conocimiento, y el subsistema educativo medio en donde la producción de conocimiento de los primeros parece no permear hacia los segundos.

CTS aparece como un enfoque claramente conocido entre los docentes-inspectores, al menos teóricamente, se lo concibe como una perspectiva controvertida, con gran diversidad en sus aplicaciones e innovadora. Por su lado, los académicos y gestores de innovación, si bien no hacen referencia explícita al enfoque como ya fue explicado oportunamente, refieren a la alta valoración de contextualizar los conocimientos científico-tecnológicos a través de “la vida de los ejemplos”, así como de proveer de una visión social del funcionamiento de la ciencia. Constituye un hallazgo interesante que para este grupo de entrevistados esta opinión es compartida en general por los distintos entrevistados aun cuando provienen de disciplinas muy diferentes.

En lo que refiere a las modalidades que asume CTS, los entrevistados conocen la diversidad inherente al enfoque. Se reconoce la modalidad de *asignatura independiente* que convive con el currículum en ciencias más tradicional. Por lo general es asociada con una enseñanza de carácter *interdisciplinaria* ya que permite abordar la complejidad de algunos temas lo que hace de este rasgo es su principal ventaja y dificultad. También se menciona la modalidad de *injeritos*, combinando una asignatura con añadidos CTS, su incorporación se percibe complicada si se tienen que reformular todos los currículum en ciencias, pero sería

favorable si se hacen al menos pequeñas incursiones en algunos puntos del programa. La herramienta didáctica de los *casos simulados* CTS, se muestra como el instrumento más conocido y aplicado. Se vinculan con la necesidad de gran profundización en temáticas ya sea por parte del docente como de los estudiantes; se caracterizan por insumir mucho tiempo de planificación y trabajo de aula; y por romper con la enseñanza más de tipo transmisiva, al tiempo que se señala que debe prestarse atención al cuidado epistemológico en el desarrollo de los debates. Algunos docentes han señalado la existencia de *modalidades CTS "más duras o más blandas"*, las primeras se asocian a las *aproximaciones filosóficas*, principalmente la de NdC; mientras que las segundas se asocian a debates con escasa fundamentación científica y más basados en opiniones. También se hace referencia a la aproximación histórica asociada a la contextualización socio-histórica de descubrimientos científicos. Finalmente, se alude a la enseñanza por problemas o proyectos fundamentada en que más aprende haciendo que escuchando, se subraya lo creativo frente al transmisivo y a los contenidos en acción (competencias científicas) frente a los contenidos aislados.

Un hallazgo de este trabajo fue la diversidad de la implementación de CTS en el contexto local. Emerge del trabajo empírico que en el seno de la enseñanza media técnica-profesional existen modalidades CTS en las materias del currículum de los bachilleratos tecnológicos de Turismo, Administración e Informática. La característica principal de la currícula es que se organiza en base a competencias, éstas se trabajan desde unidades temáticas que abordan contenidos contextualizados socio-culturalmente. Los inspectores-docentes vinculados a esta experiencia tienen una visión positiva de los resultados en los estudiantes, sobre todo en lo relativo al aspecto motivacional y a la vinculación de la ciencia y tecnología con la vida cotidiana. Los factores que enuncian los entrevistados y que pueden asociarse a la mayor factibilidad de implementación de este cambio curricular en UTU son: la convergencia de intereses por parte de los estudiantes (enfocados al mundo del trabajo); la homogeneidad de los grupos; la (menor) cantidad de establecimientos y docentes; la relativa flexibilidad en las formas de trabajo y organización; la orientación por competencias del currículum; y la voluntad política de cambio curricular por parte de las inspecciones.

Concomitantemente, en Secundaria (CES) el currículum explícito sugiere la contextualización social de algunas temáticas científicas pero no se prescribe que deban realizarse, esta decisión queda librada a la voluntad y formación del docente. Dicha sugerencia parece quedar postergada frente a estrictos cronogramas que ciñen el currículum pretendido, que a su vez se caracterizan por ser extensos y altamente cargados de contenidos conceptuales del núcleo duro de la disciplina en cuestión. Se señala entonces que a Secundaria le es problemático separarse de lo que constituye su "pecado original" o marca de origen: ser propedéutico para posteriores estudios terciarios.

En lo que atañe a las dificultades percibidas para factibilizar la introducción de CTS en Secundaria, los entrevistados señalan que en primer lugar está la doble complejidad inherente a este enfoque, entendida ésta como *qué* temas-problemas-contenidos abordar y a su vez, *cómo* hacerlo. También se alude al problema de incluir el abordaje interdisciplinario, que rompe con los esquemas de culturas disciplinares asentadas en Secundaria y formación docente. Otra disyuntiva atañe a qué estadio formativo es el más apto para introducir la mirada de CTS, el debate gira en torno a cuándo incorporarlo: ¿en ciclo básico o en bachillerato? A su vez, se percibe que la adopción de algún formato CTS puede acarrear la pérdida cuantitativa y cualitativa de contenidos conceptuales disciplinares. Otro elemento que puede obstruir la inclusión de CTS es la potencial introducción de algún tipo de sesgo ideológico en los debates o talleres. Es también percibido como dificultosa la disyuntiva entre el tratamiento de temas reales o temas ficticios en dichos debates. Por otro lado, se señala que el desarrollo de las estrategias asociadas a CTS suelen insumir mucho tiempo no sólo de planificación, sino de trabajo de aula, lo que se complejiza en contextos de clases masificadas como en algunos casos en Secundaria. También la posibilidad de replicar experiencias de forma acrítica es señalado como un problema a prever. Por otro lado, un elemento que opera como dificultad, y que merecería un tratamiento aparte para una posterior investigación, es el que atañe a la formación, actualización y profesionalización docente. Finalmente, se señala que la necesidad de generación de consensos y de voluntad política para implementar innovaciones curriculares es un elemento central. Todos estos elementos constituyen los desafíos que habrá de afrontar una eventual reforma curricular que incorpore la mirada CTS.

En referencia a la percepción sobre la relevancia de CTS como enfoque para la enseñanza de las ciencias, se señala que éste facilita e incentiva el trabajo cooperativo entre los estudiantes para estudiar temas científicos,

al tiempo que desestructura la imagen positivista y neutral sobre la ciencia y tecnología. Por lo anterior, facilita la ruptura con cierta concepción ingenua de la ciencia. A su vez, transmite la existencia y el uso de un lenguaje común para la ciencia o código científico. Un elemento positivo es que muestra a ésta como una actividad social que compete no sólo a científicos sino que se liga al ejercicio ciudadano, lo que también permite ver cómo la ciencia provee de conocimiento para la vida cotidiana. Contextualiza temáticas y permite ver la complejidad intrínseca de los objetos de estudio de la ciencia. Como enfoque curricular, CTS corta con la enseñanza predominantemente transmisiva, por lo que se asocia a mayores niveles de motivación, interés, compromiso y reflexividad por parte de los estudiantes. Debido a su modalidad permite que algunos conceptos permanezcan y no se pierdan a medida que el estudiante avanza en su formación. Por todo lo anterior hay una percepción de que la calidad del aprendizaje mejoraría. A su vez, se sostiene que acercaría más estudiantes a la ciencia y tecnología e incentivaría más vocaciones científicas. Todas estas potencialidades percibidas habrán de ser tenidas en cuenta ante un eventual re-diseño en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

Por otro lado, algunos hallazgos generales de esta investigación tienen que ver con la relativa homogeneidad encontrada en el discurso de científicos aun cuando provienen de diversas disciplinas y culturas disciplinares. En este sentido es destacable la consonancia de los discursos en cuanto a la necesidad de una formación en ciencia orientada al ciudadano medio, que pueda opinar y comprender fenómenos científicos contextualizados en entornos sociales e históricos. Lo cual puede incluso resultar algo paradójico en la medida que ellos reciben a los estudiantes que continúan estudios terciarios pero parecen ser los que menos priorizan la meta propedéutica.

Asimismo, no están representadas las opiniones de los docentes como colectivo, está presente la visión de la inspección docente que se vincula fuertemente a las decisiones en cuanto a política curricular. Por tanto sería interesante complementar este trabajo con un estudio que aborde la visión de los docentes de las diferentes asignaturas, asimismo el evaluar si existen distintas percepciones sobre CTS en función de la materia dictada. También el tema de la formación docente es muy vasto y apenas se esboza en este trabajo ya que excede los fines del mismo. Sin embargo es otra dimensión que trastoca fundamentalmente la factibilidad de innovación curricular y que bien merece una indagación aparte.

La perspectiva de los estudiantes es otra línea de análisis que aquí ha sido posible tratar, pero que es necesaria involucrar al evaluar cambios curriculares. Los aspectos motivacionales y afectivos, así como su percepción de la actual estructura y puesta en práctica del currículum son elementos en torno a los cuales el colectivo estudiantil tiene elementos para aportar.

Finalmente, este trabajo constituyó un esfuerzo exploratorio en pos de evaluar algunos elementos que atañen a una posible innovación del currículum –en varios de sus niveles- en la enseñanza media. Este no escapa al tono propositivo, ya que se estima que el enfoque CTS puede constituir una alternativa viable y valiosa para modificar una enseñanza de las ciencias que ha tendido a estar ligada a fines propedéuticos y por tanto enfocada a una elite que difícilmente proseguirá estudios científicos. Esta perspectiva implica, como se ha visto, no pocos desafíos pero tiene también sus reconocidas potencialidades.

Si se piensa en que la sociedad actual –y del futuro- requiere ciudadanos capaces de comprender y tomar decisiones en torno a cuestiones que atañen a la ciencia y a la tecnología, puede que la enseñanza de las ciencias y tecnología bajo la mirada CTS sea un camino plausible a recorrer.

## Bibliografía

- Acevedo Díaz, José Antonio** (2004) "Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía" en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 1, N° 1, pp. 3-16.
- Acevedo Díaz, José Antonio** (2005) "TIMMS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* (2005), Vol.2, N° 3, pp. 282-301.
- Acevedo Díaz, José Antonio** (2007): "Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio PISA 2006"; *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación Científica*, 2007, Vol. 4, N°3, pp. 394-416.
- Acevedo Díaz, José Antonio.** (2009a) "Enfoques explícitos versus enfoques implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia"; en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2009, 6(3), pp. 355-386.
- Acevedo Díaz, José Antonio.** (2009b) "Cambiano la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS" en Mariano Martín Gordillo (Coord.) *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Documentos de Trabajo N°3* CAEU-OEI, pp. 35-39.
- Aikenhead, Glen** (1992) "The integration of STS into Science Education" en *Theory into Practice, Science, Technology, Society: Opportunities*, Vol. 31, N° 1, pp.27-35.
- Aikenhead, Glen** (2003) *Review of research on Humanistic Perspective in Science Curricula*, European Science Education Research Association (ESERA) Conference, Noordwijkerhout, The Netherlands.
- Alvira, Francisco.** (2005) "Diseños de investigación social: criterios operativos", en (comp.) García Ferrando, Manuel; Ibáñez, Jesús y Alvira, Francisco. *El Análisis de la Realidad Social. Métodos y técnicas de investigación*. 3ª Ed., Alianza Editorial, Madrid.
- Alonso, Luis Enrique.** (1999) "Sujeto y discurso de la entrevista abierta en las prácticas de la sociología cualitativa", en (coord.) Delgado, J.M. y Gutiérrez J. *Métodos y técnicas cualitativas de investigación social*. Editorial Síntesis, Madrid.
- Arocena, Rodrigo; Sutz, Judith** (2001) *La Universidad Latinoamericana del Futuro Tendencias - Escenarios – Alternativas*, Colección UDUAL.
- Bernal, D. John** (1993) "Historia social de la ciencia" en Miguel de Asúa (Comp.). *La historia de la ciencia. Fundamentos y transformaciones (II)*, pp. 139-144, Centro Editor de América Latina, Buenos Aires.
- Blanchet, Alain** (1989) "Entrevistar" en Mássonnat, Jean; Blanchet, Alain; Ghiglione, Rodolphe; Trognon, Alain. *Técnicas de investigación en Ciencias Sociales*. Narcea SA Ediciones, Madrid.
- Bloor, David** (2003) *Conocimiento e imaginario social*, Editorial Gedisa, Barcelona.
- Bourdieu, Pierre** (2008) *Los usos sociales de la ciencia*, Quae Éditions – Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires.
- Bourdieu, Pierre** (2003) *El oficio del científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Editorial Anagrama, Barcelona.
- Bunge, Mario** (1993) *Sociología de la ciencia*, Serie Filosofía -Siglo XXI Editores, Buenos Aires.
- Bybee, Roger.** (1991) "Science-Technology-Society in Science Curriculum: The Policy-Practice Gap" en *Theory into Practice*, Vol. 30, N°4, (autumn 1991), pp. 294-302, Taylor & Francis Group.
- Bybee Roger** (1997) "Towards an understanding of scientific literacy", en Gräber, W. & Bolte C. (Comp.) *Scientific literacy. An international symposium* (pp. 37-68), IPN, Kiel.
- Bybee, R.; Hofstein, A.; Eilks, I.** (2011) "Societal Issues and their importance for contemporary science education. A pedagogical justification and the state of the art in Israel, Germany and the USA" en *International Journal of Science and Mathematics Education*, National Science Council - Taiwan, Vol. 9, N°6, , pp. 1459-1483.
- Cardozo, Santiago** (2011) *Encuesta a estudiantes de bachillerato sobre ciencia y tecnología. Montevideo, 2009. Informe de resultados. Documento para discusión*, Agencia Nacional de Investigación e Innovación, Montevideo. (En prensa).

- Chalmers, Alan** (1988) *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Siglo XXI Editores, Buenos Aires.
- Coitiño, Laura; González Burgstaller, Mariana** (2011) "Un acercamiento desde el proyecto 'Informe en Ciencias-PISA' (ANEP-CSE) a las percepciones de investigadores nacionales sobre temáticas de las Ciencias Naturales a tratar y competencias científicas a incentivar en jóvenes al inicio del Bachillerato", Mesa de Estudios sobre PISA en el Uruguay, X Jornadas de Investigación FCS-UdelaR (en prensa).
- Cutcliffe, S.** (1990) "CTS: Un campo interdisciplinar", en Medina, M. y J. Sanmartín *Ciencia, Tecnología y Sociedad, Estudios interdisciplinarios en la Universidad, en la educación y en la gestión pública*, Editorial Anthropos, Barcelona.
- Elster, Jon** (2006) *El cambio tecnológico. Investigaciones sobre la racionalidad y la transformación social*. Editorial Gedisa, Barcelona.
- Fensham, Peter** (2008): *Science Education Policy-making. Eleven emerging issues*. UNESCO, Section for Science, Technical and Vocational Education.
- Fourez, Gérard** (1997) "Scientific & Technological Literacy as a Social Practice" en *Social Studies of Science*, Vol. 27, N°6, pp. 903-936, SAGE Publications.
- González García, M.; López Cerezo, J. A., y Luján, J. L.** (1996) *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Editorial Tecnos, Madrid.
- Gordillo, Mariano Martín** (2009) "Cultura Científica y participación ciudadana: materiales para la educación CTS" en Mariano Martín Gordillo (Coord.) *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Documentos de Trabajo N°3 CAEU-OEI*, pp.67-77.
- Gordillo, Mariano Martín, coord.** (2009a) *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Documentos de Trabajo, N°3 CAEU-OEI*.
- Holbrook, Jack & Rannikmae, Miia** (2009) "The meaning of Scientific Literacy" en *International Journal of Environmental & Science Education*, Vol. 4, N° 3, pp. 275-288.
- Kuhn, Thomas** (2004) *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.
- López Cerezo, José Antonio** (2009) "Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos" en *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Documento de Trabajo N°3*, pp.21-39, Coord. Mariano Martín Gordillo, Colección Documentos de Trabajo del Centro de Altos Estudios Universitarios de la Organización de Estados Iberoamericanos, Madrid.
- Marradi, Alberto; Archenti, Nélide & Piovani, Juan Ignacio.** (2007) *Metodología de las Ciencias Sociales*, Emecé Editores, Buenos Aires.
- Mássonat, Jean; Blanchet, Alain; Ghiglione, Rodolphe; Trognon, Alain.** (1989) *Técnicas de investigación en ciencias sociales*, Narcea S.A. de Ediciones, Madrid.
- Martin, Olivier** (2003) *Sociología de las ciencias*, Nueva Visión, Buenos Aires.
- Merton, Robert King** (1964) *Teoría y estructuras sociales*, Fondo de Cultura Económica, México DF.
- Núñez Jover, Jorge** (1999) "La Ciencia y Tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debiera olvidar", OEI – CTS+I. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/nunez01.htm>
- Martin, Oliver** (2003) *Sociología de las ciencias*, Nueva Visión, 1ª ed., Buenos Aires.
- Osorio, Carlos M.** (2002) "La educación científica y tecnológica desde el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria" en *Revista Iberoamericana de Educación – OEI*, 2002, N°28, Enero-Abril, pp.61-81.
- OCDE - PISA** (2007) Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana, Santillana. Disponible en: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org).
- Piovani, Juan Ignacio.** (2007) "El diseño de la investigación" en Marradi, Alberto; Archenti, Nélide & Piovani, Juan Ignacio. *Metodología de las Ciencias Sociales*, Emecé Editores, Buenos Aires.
- Sacristán, Gimeno José** (1998) *El currículum. Una reflexión sobre la práctica*. Editorial Morata, Madrid.

**Sacristán, Gimeno José** (2004) *El currículum como texto de la experiencia. De la calidad de la enseñanza a la del aprendizaje*. En: BONAL, X. ESOMB, M. A. Y FERRER, F. (Coord.); (2004) *Política educativa i igualtat d'oportunitats*, Editorial Mediterrània, Barcelona, pp. 177-197.

**STEM-SISCON** (2011) *Science, Technology, Engineering and Mathematics - Science in a Social Context*, UK.

Disponible en: <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/255/science-in-a-social-context-siscon>

**STEM-SATIS** (2011) *Science and Technology in Society*, UK.

Disponible en: <http://www.nationalstemcentre.org.uk/elibrary/collection/243/satis>

**Stenhouse, Lawrence** (1991) *Investigación y desarrollo del currículum*, Ed. Morata, Madrid.

**Solomon, Joan.** (1983) *Energy: the power to work* - SISCON., Basil Blackwell Limited & Association for Science Education, Oxford.

**Sutz, Judith** (1998) "Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular", en Revista Iberoamericana de Educación, N° 18, pp. 145-170.

**Tedesco, Juan Carlos.** (2009) "Prioridad a la enseñanza de las ciencias: una decisión política"; en Mariano Martín Gordillo (Coord.) *Educación, Ciencia, Tecnología y Sociedad, Documentos de Trabajo N°3*, CAEU-OEI, pp. 11-19.

**UNESCO - Declaración de Budapest** (1999) Declaración sobre la Ciencia y el saber científico. Disponible en: [http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion\\_s.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm).

**Valles, Manuel.** (1996) *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*, Ed. Síntesis- Sociología.

**Ziman, John** (1978) *Reliable knowledge. An explanation of the grounds for belief in science*, Cambridge University Press, Cambridge.

**Ziman, John.** (1980) *Teaching and learning about science and society*; Cambridge University Press, Cambridge.

**Ziman, John** (1994): *Prometheus Bound. Science in a dynamic steady state*, Cambridge University Press.

Disponible en: [http://books.google.com.uy/books?id=09UosACeA\\_cC&pg=PA277&dq=Ziman,+J.+\(1994\):+Prometheus+Bound.+Science+in+a+dynamic+steady+state&hl=es&sa=X&ei=qBSbT5GmDlem8gSXiYmdDw&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.uy/books?id=09UosACeA_cC&pg=PA277&dq=Ziman,+J.+(1994):+Prometheus+Bound.+Science+in+a+dynamic+steady+state&hl=es&sa=X&ei=qBSbT5GmDlem8gSXiYmdDw&ved=0CDIQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false)