

# **Análisis de una asignatura para la educación CTS: Biología, Genética y Sociedad**

**Nicolás Vilouta Rando**

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN). Universidad Nacional de Quilmes. Argentina.  
viloutar@yahoo.com.ar

**Silvia Porro**

Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN). Universidad Nacional de Quilmes. Argentina.  
sporro@unq.edu.ar

## **Resumo:**

Educação CTS tem permeado amplamente tanto no discurso da educação científica como nos documentos e diretrizes curriculares ao redor do mundo. Ainda assim, este tipo de conteúdo, embora presente nas disciplinas de ciência, tem sido historicamente marginalizado e confinado nas sessões introdutórias e menos incriminadoras do currículo. Por tal motivo, este estudo centrará na análise de uma das novas matérias para o ensino médio na província de Buenos Aires (Argentina), chamada Biologia, Genética e Sociedade, em busca da importância que o seu currículo é concedido para o conteúdo CTS em comparação com o conteúdo de disciplina mais tradicional. A matéria propõe a abordagem de um número de estudos de caso sobre três eixos, onde as relações entre ciência, tecnologia e sociedade são inevitáveis. A variedade de temas CTS proposta é tão ampla, que encontramos necessário avaliar não apenas esta presença, mas também que tipo de temas CTS são abordados. A metodologia mista foi utilizada, incluindo categorização e análise de seu currículo; a análise quantitativa foi completada por análise qualitativa: realização de entrevistas com ambos os autores do desenho curricular, como a vários funcionários da Direção-Geral da Educação e Cultura da província. Foi detectada uma presença significativa de conteúdo CTS em todo o desenho curricular, predominando sociologia externa da ciência, sobre a sociologia interna e epistemologia.

**Palavras-chave:** Educação CTS - Ensino médio - Desenho curricular - Controvérsias científicas sociais

## **Resumen**

La educación CTS ha logrado permearse ampliamente tanto en el discurso de la didáctica de las ciencias como en documentos y lineamientos curriculares alrededor del mundo. Aún así, este tipo de contenido, si bien presente en las asignaturas de ciencia, se ha visto históricamente confinado y marginalizado en las secciones introductorias y menos comprometedoras del currículo. Por tal motivo, este estudio se aboca al análisis de una de las nuevas asignaturas para la escuela secundaria de la provincia de Buenos Aires (Argentina), llamada Biología, Genética y Sociedad, en busca de la importancia que en su diseño curricular se le otorga al contenido CTS respecto de los contenidos disciplinares más tradicionales. La materia propone el abordaje de una serie de estudios de casos distribuidos en tres ejes, en donde las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad son ineludibles. La variedad de temáticas CTS propuesta es tan amplia que nos pareció no sólo necesario evaluar esta presencia, sino también qué tipo de temáticas CTS son abordadas. Se utilizó una metodología mixta, que incluyó la categorización y análisis de su diseño curricular; ese análisis cuantitativo fue complementado con un análisis cualitativo: la realización de

entrevistas tanto a las autoras del diseño como a distintos funcionarios de la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia. Se detectó una significativa presencia de contenidos CTS a lo largo de todo el diseño curricular, predominando los de la sociología externa de la ciencia, por sobre los de la sociología interna y la epistemología.

**Palabras clave:** Educación CTS – Escuela secundaria – Diseño curricular – Controversias sociocientíficas

## Abstract

STS education has achieved widely permeating both in speech of the teaching of science and in documents and curriculum guidelines around the world. Still, this type of content, although present in the subjects of science, it has been historically marginalized and confined in the introductory and less incriminating sessions of the curriculum. For this reason, this study focuses on analysis of one of the new subjects for high school in the province of Buenos Aires (Argentina), called Biology, Genetics and Society, in search of the importance that in curricular design it is granted to content STS vs. the more traditional disciplinary content. Matter it proposes addressing a series of case studies on three axes, where relationships between science, technology and society are inescapable. The variety of themes STS proposed is so broad, that we found necessary to evaluate not only this presence, but also what kind of topics STS are addressed. A mixed methodology was used, including categorization and analysis of curriculum; that quantitative analysis was supplemented by qualitative analysis: conducting interviews both authors design various officials of the Directorate General of Culture and Education of the province. A significant presence of content STS throughout the entire curriculum was detected, predominating external sociology of science, above the internal sociology and epistemology.

**Keywords:** CTS Education - High School - Curriculum design – Social- scientific disputes

## Introducción

A partir de distintos lemas, currículos e informes alrededor del mundo, en los últimos 30 años se ha coincidido en la necesidad de desplazar la educación científica desde una enseñanza puramente disciplinar de conceptos hacia una educación en ciencia y tecnología contextualizada que incluya aspectos sociales, políticos y metateóricos que logren generar una imagen más acertada de qué es y cómo funcionan la ciencia y la tecnología, comprender cómo interactúan con la sociedad y así lograr una educación científica para la ciudadanía (McComas y Olson, 2002; Alonso et al, 2003). Entre las distintas corrientes de la didáctica de las ciencias, la de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), gracias a la variedad de definiciones que presenta (Aikenhead, 2005), ha logrado ser vehículo de las más variadas propuestas afines a este modo de abordar la educación científica.

En Argentina los documentos curriculares también presentan este tipo de lineamientos, como puede apreciarse en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAPs) y los marcos de referencia de ciencias naturales, donde se ha resaltado como prioritario que la enseñanza en esta área debe:

*“acercarse a los problemas de actualidad con relevancia social, así como a las metodologías científicas implicadas. Es de esperar que la ciencia sea presentada en las aulas como una actividad humana que forma parte de la cultura y que se analice el dinamismo e impacto social de los temas de su agenda.”* (Consejo Federal de Educación, 2011).

Es objetivo de este estudio, fragmento de una investigación más extensa correspondiente al desarrollo de una tesis doctoral, analizar qué tan presente están estas sugerencias a la hora de construir los diseños curriculares del país, tomando para eso, como objeto de estudio una materia de escuela secundaria: Biología, Genética y Sociedad. Dicha materia es parte del último año de las escuelas secundarias de la provincia de Buenos Aires con orientación en Ciencias Naturales. Su dictado comenzó en el año 2012, como parte del nuevo programa curricular implementado en la provincia a raíz de la nueva Ley de Educación Provincial N° 13.688 promulgada en Junio de 2007. La materia propone el abordaje de una serie de estudios de casos distribuidos en 3 ejes, en donde las relaciones entre la ciencia, tecnología y sociedad son ineludibles: Eje 1: Herencia, identificación de personas y filiación; Eje 2: Clonación y células madres; Eje 3: Biotecnología y producción agropecuaria.

Para esto, las preguntas que guiarán la investigación serán dos. La primera ¿cuál es la importancia que el contenido CTS tiene en el diseño curricular de la materia en comparación con el contenido disciplinar?. Por otra parte, dado el carácter polivalente del enfoque CTS y los múltiples aspectos que los documentos nacionales proponen abordar, también nos preguntaremos ¿Qué tipo de contenido CTS hay presente en la materia?

## **Marco teórico**

Desde su nacimiento entre finales de los 70' y principio de los 80', el campo CTS se ha caracterizado por su dinamismo y capacidad no sólo de influenciar a las modificaciones curriculares, enfoques y corrientes de la educación científica, sino también por adaptarse y tomar como propios estos cambios. Este movimiento comienza haciendo hincapié en asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología en la sociedad, pero con un interés casi exclusivo en la influencia de las dos primeras sobre la última, de manera unidireccional. Con el tiempo, estos estudios y enfoques recibieron críticas por no modificar la mirada positivista que se tenía sobre la ciencia (Bingle y Gaskell, 1994), comenzando a considerarse también así la influencia que la sociedad ejerce sobre la ciencia, al mismo tiempo que lo que Ziman llamó la sociología interna de la ciencia (Ziman, 1984).

Hoy en día, algunos enfoques CTS, como el propuesto por Vázquez Alonso (2014), también engloban y absorben elementos de una de las áreas más fructíferas de la didáctica de las ciencias de los últimos años: la Naturaleza de la Ciencia (o NOS, por su acrónimo en inglés). La NOS puede definirse como el conjunto de contenidos metacientíficos con valor para la educación científica (Adúriz-Bravo, 2005) que se nutre de disciplinas tales como epistemología, historia, sociología y psicología de la ciencia. Debido al interés ya mencionado en el conocimiento meta-científico por parte de las entidades educativas, la NOS pasa a estar en el foco de interés de la educación científica, por su capacidad para contestar a preguntas tales como qué es la ciencia, cómo se produce, qué características tiene, cómo es influenciada por la sociedad y cómo influye a esta. Si bien para la NOS la epistemología tiene un rol e influencia preponderante por sobre las otras disciplinas metacientíficas, en el último tiempo cada vez se señala más la necesidad de una mayor inclusión de temas relacionados con la sociología de la ciencia (Allchin, 2004; Farías Camero, 2013; Hodson, 2014), lo que la acerca y solapa con las temáticas abordadas del campo CTS, especialmente lo que respecta a los aspectos sociales y la mencionada sociología interna de la ciencia. La NOS, como conocimiento de segundo orden, también es señalada como fundamental para que un público no especializado pueda involucrarse y tomar decisiones en aquellas controversias científicas que desbordan los límites del campo científico y alcanzan públicos más amplios (Allchin, Andersen y Nielsen, 2014; Kolstø et al, 2006; Zeidler et al 2005). Esto nos lleva a otra área de la

didáctica de la ciencia de especial interés para la presente investigación y también muy relacionada con el movimiento CTS: la de los Asuntos Sociocientíficos.

Los Asuntos Sociocientíficos (o SSI por sus siglas en inglés) centra su estudio en las llamadas controversias sociocientíficas. Estas son controversias sociales en donde la ciencia y el conocimiento científico ocupan un rol fundamental y se encuentran implicados una gran variedad de actores sociales cuyos intereses entran en juego (Domènech Calvet y Márquez Bargalló, 2014). La resolución de dichos problemas no es simple ni directa, ya que existe una multiplicidad de soluciones posibles (Sadler, 2011) y en muchos casos la información científica disponible es contradictoria y proveniente de ciencia de frontera (Kolstø, 2001). El área SSI considera a la educación CTS como poseedora de una teoría pobre y sin cohesión, por lo que se consideran una propuesta superadora (Zeidler, Sadler, Simmons y Howes, 2005). A pesar de las discusiones que esta acusación suscita, no puede dejar de señalarse el gran solapamiento y puntos en común que el campo CTS, al igual que con la NOS (e incluso en mayor medida), tiene con la corriente SSI.

Es justamente la falta de definición unánime del campo CTS lo que nos permitetomar como base para estudiar la presencia y tipos de contenidos metacientíficos que son tratados en las materias de ciencias naturales, ya sean estas controversias sociocientíficas, aspectos epistemológicos, políticos o sociales de la ciencia.

## **Metodología**

Para la realización de la presente investigación nos servimos del complemento que otorgan una metodología tanto cuantitativa como cualitativa, para así poder realizar un análisis más rico y profundo. Para determinar cuál era la representación del contenido disciplinar y el contenido CTS en la materia Biología, Genética y Sociedad, recurrimos a la categorización y análisis de su diseño curricular a partir de las categorías expuestas en la tabla 1, adaptada de la taxología de los temas ciencia-tecnología-sociedad-ambiente del trabajo de Vázquez Alonso (2014). Estas categorías se utilizaron tanto para comparar la presencia del contenido disciplinar de biología y de contenidos CTS, como también para analizar qué tipo de educación CTS propone el currículo. Para esto último se utilizó la subcategorización de los contenidos metacientíficos en sociología externa de la ciencia, sociología interna y epistemología. Las secciones del diseño consideradas para esto fueron las de "Biología, Genética y Sociedad y su enseñanza en el ciclo superior de la escuela secundaria" (a partir de ahora llamada "Introducción"), los "Objetivos de enseñanza", los "Objetivos de aprendizaje" y la sección Contenidos, esta última dividida a su vez en "Fundamentación", "Objetivos de aprendizajes del eje", "Orientaciones para la enseñanza" y "Síntesis de los contenidos a trabajar". Como el contenido de las últimas dos subsecciones consistían en lo mismo, sólo que presentado en dos formatos distintos (un texto el primero, mientras el segundo presentaba el mismo contenido en forma de cuadro), decidimos considerar para el análisis cuantitativo sólo el apartado "Síntesis de los contenidos a trabajar", ya que se estructuraba en un listado de Conceptos y Modos de Conocer, lo que permitía una mayor facilidad a la hora de definir y categorizar las unidades de análisis. Las secciones restantes ("Orientaciones didácticas" y "Orientaciones para la evaluación") no fueron tenidas en cuenta para el análisis, ya que su contenido poseía orientaciones didácticas de carácter general que no eran susceptibles al análisis con la categorización utilizada. Para la categorización y conteo se tomó a cada párrafo como una unidad de análisis en el caso de la "Introducción" y la "Fundamentación", mientras que para las secciones de objetivos y "Síntesis de conceptos" se consideró a cada uno de los objetivos o conceptos como una unidad de análisis. Cada unidad de análisis se contó por 1 punto para la categoría y subcategoría a la que correspondía, mientras que en los casos en que la

unidad de análisis hacía referencia a dos categorías o subcategorías distintas se contó 0,5 puntos para cada una de ellas. A partir de este conteo se obtuvieron valores porcentuales que permiten medir y comparar la presencia y el peso entre los contenidos disciplinares y los CTS, al mismo tiempo que permite observar en qué aspectos de la educación CTS se hace mayor énfasis.

El análisis cuantitativo fue complementado con un análisis cualitativo, que incluyó la realización de entrevistas tanto a las autoras del diseño como a distintos funcionarios de la Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires encargados de coordinar el desarrollo de los nuevos diseños, y el análisis documental del diseño y otros trabajos de las mismas autoras que permitan profundizar y comprender mejor el abordaje de la materia.

Tabla 1. Categorías utilizadas para el análisis del diseño curricular de Biología, Genética y Sociedad.

Tipo de contenidos	Temas	Aspectos
1. Ciencia, Tecnología y Sociedad	1.1. Sociología externa de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Influencia de la sociedad sobre la política de CyT</li> <li>- Influencia de la ciencia y tecnología sobre la sociedad</li> <li>- Influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad</li> <li>- Controversias sociocientíficas</li> </ul>
	1.2. Sociología interna de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Característica de los científicos</li> <li>- Construcción social del conocimiento</li> <li>- Construcción social de la tecnología</li> </ul>
	1.3. Epistemología	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Naturaleza del conocimiento científico</li> </ul>
2. Contenido Disciplinar	2.1. Conocimientos científicos	-Hechos, conceptos, principios, teorías, leyes, hipótesis y modelos de la ciencia.
	2.2. Habilidades y competencias en ciencia	- Uso de métodos y procesos de ciencia como observación, medición, clasificación, inferencias, recolectar y analizar datos, comunicación mediante el uso de escritura, oralidad, gráficos, tablas y cuadros.

## Resultados y discusión

### Contenidos CTS vs. Contenidos disciplinares

Al comparar la proporción de contenido disciplinar con el de naturaleza CTS a lo largo de las diferentes secciones del diseño obtuvimos los resultados que se muestran en el Gráfico 1. Como puede verse, la abundancia de los contenidos CTS es mayor respecto a la de los disciplinares en todas las secciones del diseño. Sin embargo, la diferencia entre ambas varía de acuerdo a la sección que consideremos. Las secciones más generales ("Introducción", "Objetivos generales de enseñanza", "Objetivos generales de aprendizaje" y sección "Fundamentación" de cada eje) tienen una distribución promedio entre los contenidos CTS/disciplinares de 86/14. Mientras tanto, a medida que avanzamos en el diseño y se detallan de manera más concisa los conceptos a trabajar y los objetivos específicos de aprendizaje para cada eje, esta relación pasa a ser más equitativa. Esta característica en la estructura de los currículos, donde los contenidos de tipo CTS están más presentes en las secciones introductorias y periféricas en comparación a las secciones donde se profundizan y explicitan los objetivos y contenidos, es coherente con análisis curriculares hechos en otras latitudes del planeta (Hughes, 2000; Boujaoude, 2002). Pero existe una importante diferencia: a pesar de la disminución relativa de los contenidos CTS a medida que se avanza en la especificidad del diseño, este tipo de contenido nunca deja de ser más abundante que el disciplinar, lo que nos impide hablar, al menos desde el diseño curricular, de una marginalización de los contenidos CTS como el caso de otros documentos curriculares (Hughes, 2000).

Debido a la diversidad de temas que tratan los ejes del diseño, decidimos profundizar el análisis haciendo el conteo en cada uno de estos por separado (Gráfico 2). De esta manera podemos apreciar que existe una importante heterogeneidad entre los ejes respecto a su distribución de contenidos CTS/disciplinares, otorgando particularidades a cada eje. Mientras que en la sección "Fundamentación" de los ejes 1 y 3 (Herencia, identificación de personas y filiación y Biotecnología y producción agropecuaria respectivamente) los contenidos disciplinares están prácticamente ausentes, salvo por una mención a la definición del término OGM (organismo genéticamente modificado), en el eje 2 la relación es de 60/40, abundando en definiciones y caracterizaciones sobre las células madres y su capacidad de diferenciación. Por otra parte, en el Eje 3, "Biotecnología y producción agropecuaria", tanto la sección de "Conceptos y modos de conocer" como la de "Objetivos de aprendizaje del eje" contienen porcentajes altos de CTS y bajos de contenido disciplinar (81/19) si lo comparamos con los otros dos ejes. Finalmente, podemos encontrar otra característica destacable en el eje 1, donde en la sección de "Síntesis de los contenidos a trabajar" la relación de contenidos CTS/disciplinares es de 38/62, invirtiéndose respecto al resto de las secciones analizadas.

Gráfico 1. Comparación de la presencia de contenido CTS y contenido disciplinar en el diseño de Biología, Genética y Sociedad.

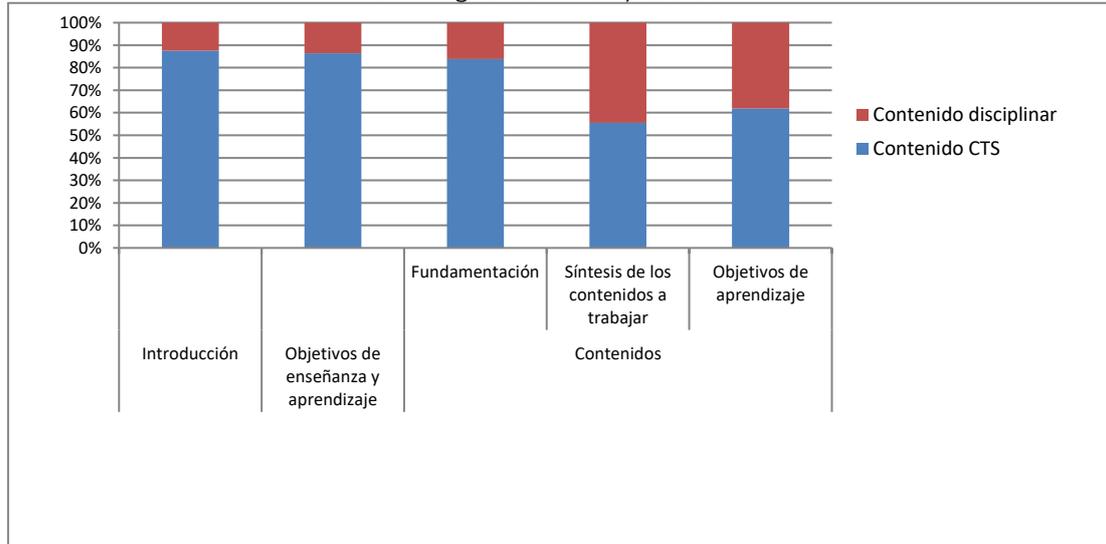
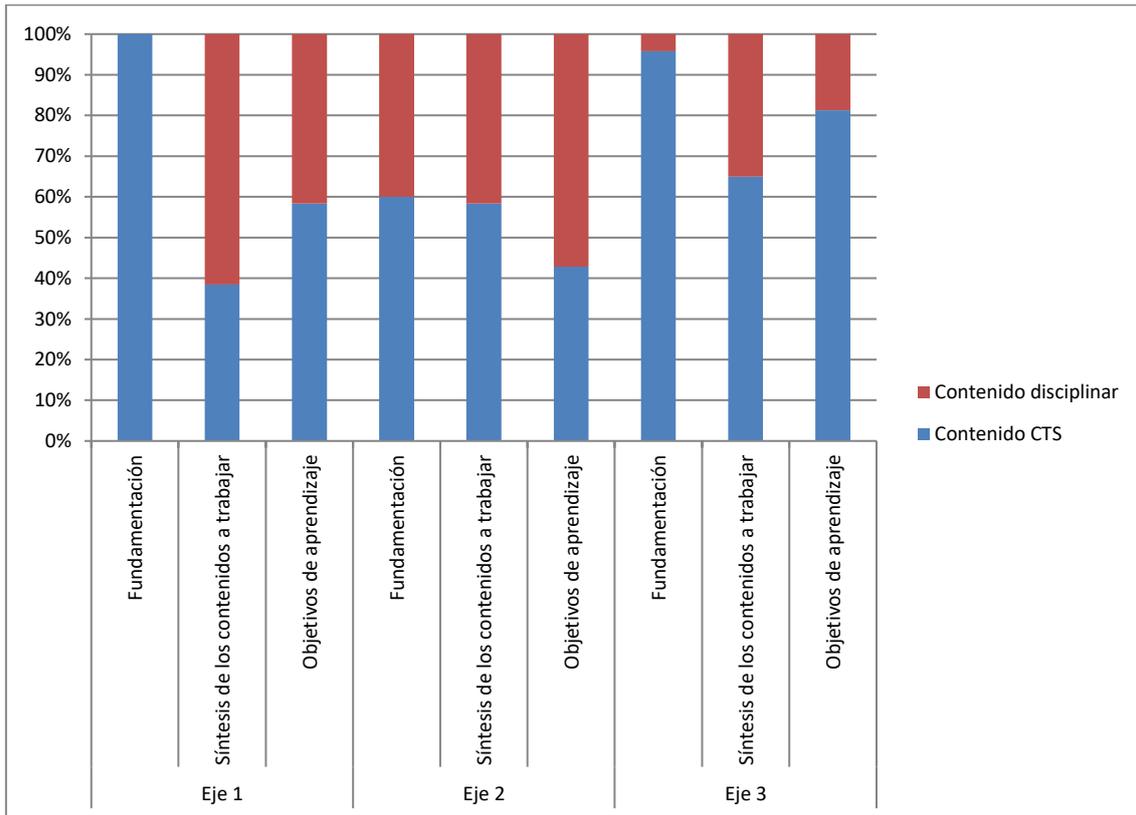


Gráfico 2. Comparación de la presencia de contenido CTS y contenido disciplinar en cada uno de los ejes de Biología, Genética y Sociedad.



Podemos ensayar una explicación a estas particularidades en la distribución de los contenidos CTS/disciplinares recurriendo a las entrevistas realizadas, que nos aclararon la historia de la construcción del diseño y la trayectoria profesional de sus autoras. Al momento de ser contactadas por la Dirección General de Cultura y Educación, las autoras estaban trabajando en el Centro de Pedagogías de Anticipación (CePA), un centro de formación docente dependiente del Ministerio de Educación de la Ciudad

de Buenos Aires. En el CePA, ambas autoras participaban en talleres de capacitación sobre problemáticas sociales relacionadas con los OGMs, centrándose no tanto en los contenidos propios de genética sino más bien en las problemáticas de tipo ambiental que estas tecnologías suscitan, y abordándolas desde un enfoque influenciado por autores como Rolando García y Gerard Fourez, donde predomina una mirada multidisciplinar que hace hincapié en los sistemas complejos (García, 2006; Fourez, 1994). Teniendo en cuenta esto y los altos márgenes de libertad con los que contaron las autoras para realizar el diseño, se comprende que los contenidos del eje 3, los mismos que los tratados previamente por las autoras en sus talleres, heredaran sus características y enfoques con una predominancia de temáticas CTS por sobre los contenidos disciplinares. Ahora bien, la predominancia de este tipo de contenido no es tan marcada en el caso de los otros dos ejes, invirtiéndose incluso la relación en dos secciones y aumentando significativamente la presencia de contenidos disciplinares en la sección "Fundamentación" del segundo eje. Al ser consultadas por el segundo eje, que gira en torno a la clonación y las células madres, una de las autoras explicó que era un tema con el que no estaban muy familiarizadas al momento de construir el diseño curricular, pero que les pareció de suma actualidad debido a la discusión que suscitaba en la sociedad la temática en torno a la posibilidad de conservar los cordones umbilicales para potenciales terapias regenerativas. A esta falta de experiencia previa en el tratamiento del tema por las autoras, se le sumaba la novedad que la temática significaba para la sociedad en ese momento. De esta manera puede explicarse la abundancia de definiciones y contenido disciplinar presente en los fundamentos del segundo eje, en comparación a la escasez de los mismos en los otros dos.

En lo que respecta al primer eje, la predominancia de contenidos disciplinares por sobre el contenido CTS en la "Síntesis de contenidos a trabajar" puede cobrar sentido si vemos los conceptos y modos de conocer disciplinares que se encuentra allí, los cuales también serán utilizados en las temáticas de los próximos dos ejes. Entre los conocimientos enumerados podemos encontrar contenidos de genética básica como la estructura y característica del ADN, el concepto de genoma, los mecanismos de la herencia y el análisis e interpretación de datos genéticos y de técnicas de ingeniería genética. De esta manera, en cada eje y sección encontramos una tensión y proporción particular de los distintos tipos de contenidos. A pesar de esta variabilidad, pareciera que estamos ante un diseño en el que el contenido CTS tiene gravitación propia y no es sólo un vehículo o simple decoración del contenido disciplinar, presunción que vemos apoyada por la importante presencia que el contenido CTS posee no sólo en las secciones introductorias del diseño, sino también en las de mayor especificación de los contenidos y objetivos particulares de cada eje. Habiendo respondido, al menos de modo parcial, una de las preguntas de esta investigación, nos queda adentrarnos en la otra, que da título a la siguiente sección.

### **¿Qué tipo de contenido CTS aborda la materia Biología, Genética y Sociedad?**

Al analizar los distintos temas dentro de la temática CTS que aborda el diseño, el de la llamada sociología externa de la ciencia es sin duda el predominante (Gráfico 3). Sin embargo, en la introducción y en los objetivos de enseñanza y aprendizaje podemos encontrar una combinación de las tres temáticas. Respecto a la sociología externa de la ciencia, en estas secciones predominan pasajes de carácter más general, resaltando la importancia del conocimiento científico escolar y la democratización en la toma de decisiones de la política científica y tecnológica. Desde la temática epistemológica aparecen menciones a la naturaleza del conocimiento científico, especialmente sobre la reflexión metateórica de los modelos de ciencia y la necesidad de entender sus alcances y limitaciones. Respecto a los aspectos de la

sociología interna de la ciencia, las menciones se limitan a mencionar y resaltar la importancia de entender la ciencia y tecnología como actividades humanas, influenciadas por sus contextos sociales, históricos y culturales.

Gráfico 3. Tipos de contenido de contenido CTS en el diseño de Biología, Genética y Sociedad.

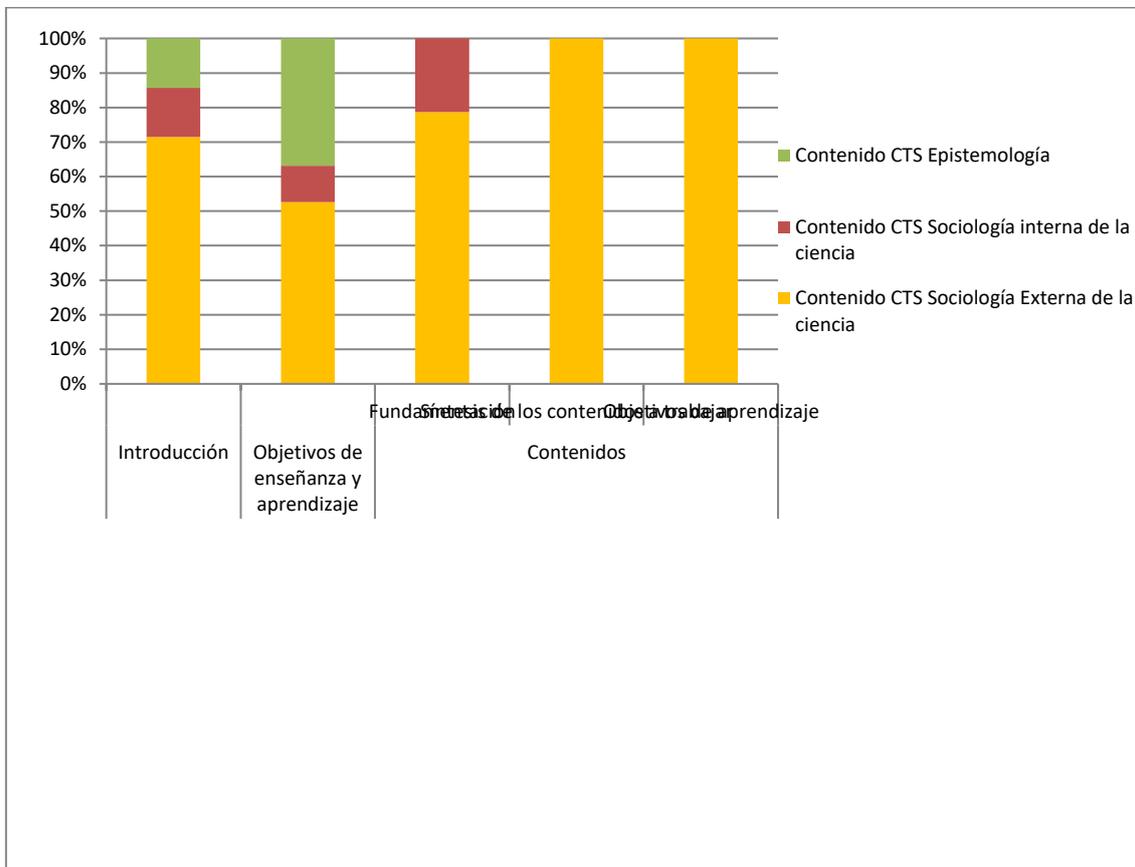
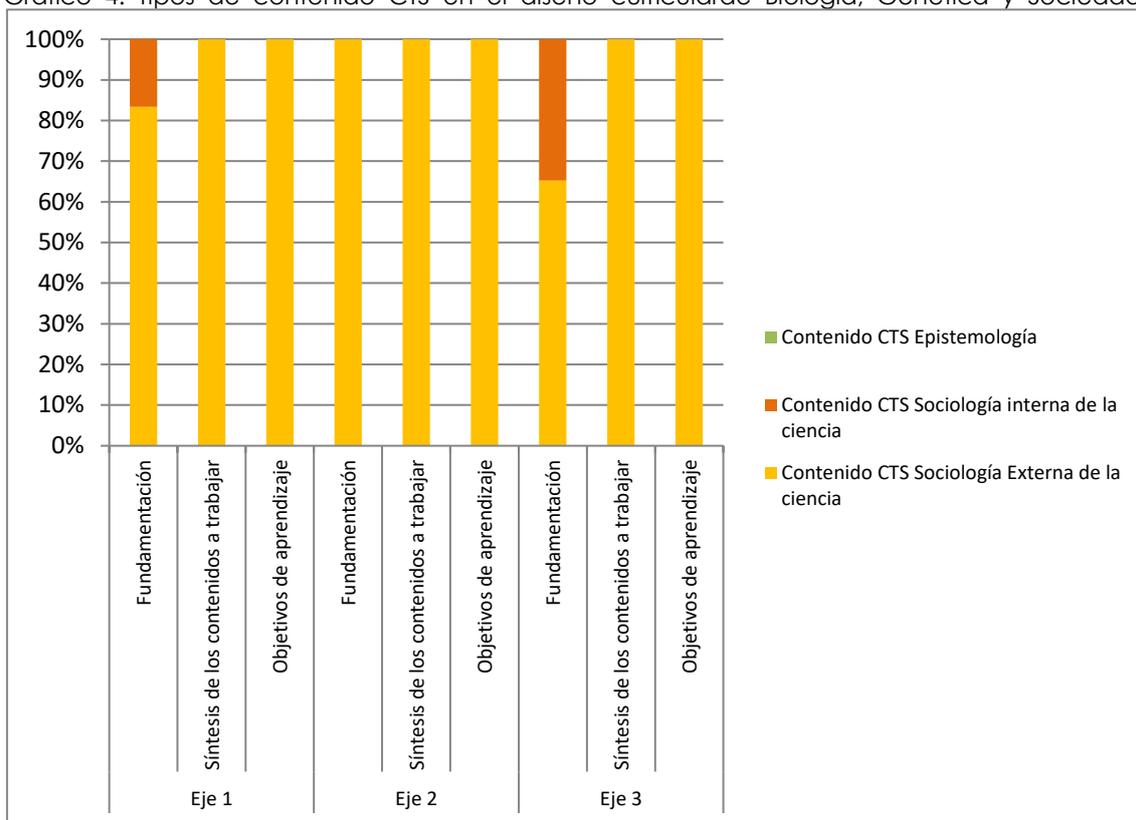


Gráfico 4. Tipos de contenido CTS en el diseño curricular de Biología, Genética y Sociedad



Mientras tanto, en los ejes, el contenido CTS gira casi en su totalidad en torno a la sociología externa de la ciencia (Gráfico 4), centrándose o bien en la influencia de la ciencia y tecnología en la sociedad, o bien en las controversias sociocientíficas. El primer aspecto es tratado a través del análisis de varias biotecnologías y su aplicación en distintos ámbitos de la sociedad, y es el abordaje predominante del primer eje, que aborda el rol de la genética en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades y la identificación de hijos de víctimas de la última dictadura. En este primer eje la sociología interna de la ciencia logra hacerse un espacio en la sección de "Fundamentación", al mencionar la subjetividad del científico y la influencia de factores culturales y políticos a la hora de interpretar información durante los análisis genéticos para la identificación de personas. Sin embargo, esta cuestión no trasciende a las secciones de "Síntesis de los contenidos a trabajar" ni a los "Objetivos de aprendizaje". En los dos ejes restantes pasa a tener un lugar central el abordaje de controversias sociocientíficas. En el segundo eje las controversias sociocientíficas son dos: la que gira en torno a los usos de la clonación, sus peligros y dilemas éticos y morales; y por otro lado las discusiones que suscitan los potenciales tratamientos terapéuticos con células madres y la posibilidad de preservar estas en bancos de células. Para el abordaje de estas problemáticas se propone el análisis y discusión de artículos de divulgación, legislaciones, material filmico y bibliográfico y el estudio de los aspectos filosóficos, jurídicos, sociales y éticos. En el tercer eje la controversia sociocientífica abordada gira en torno a los beneficios y peligros potenciales del uso de cultivos transgénicos. Esta problemática, a diferencia de la anterior, no sólo es abordada desde las controversias externas a la ciencia, como la existencia de intereses y valores económicos, sociales y éticos, sino también desde las controversias internas a la comunidad científica. Es este último aspecto, la controversia al interior de la ciencia, el que otorga 33% de los contenidos CTS del eje a la sociología interna de la ciencia. En todo el desarrollo de los contenidos, este es el único momento en el que se permite vislumbrar la empresa científica y tecnológica como una actividad social. Sin

embargo, estas menciones se encuentran en la sección "Fundamentación", mientras que en la "Síntesis de contenidos a trabajar", nada se vuelve a mencionar de este aspecto, volviendo a enfocar la controversia, como en el caso del eje anterior, hacia problemáticas pertenecientes al exterior de la ciencia. De esta manera, ambos ejes se terminan abordando desde una perspectiva CTS que hace hincapié solamente en los conflictos generados al exterior del campo científico, preservando a éste del carácter socialmente construido, coincidiendo con el enfoque que Rosenthal (1989) llamó de "social issues", o asuntos sociales, en contraste con el de aspectos sociales, que nunca termina de asentarse.

Cabe resaltar aún un aspecto interesante respecto a la presencia que en la materia tienen los desacuerdos científicos al interior de la ciencia en las controversias abordadas. Los tipos de conflictos que podemos encontrar en una controversia sociocientífica son principalmente dos: los que se dan al interior de la comunidad científica, y los que se dan por fuera de ésta, abarcando uno o más sectores de la sociedad (Hodson, 2014; Ratcliffe y Grace, 2003). Para traducirlo en términos de la categorización del presente trabajo, mientras que los primeros son característicos de la sociología interna de la ciencia, los segundos pertenecen a la sociología externa. Ahora bien, aunque en el eje 3 los conflictos al interior de la ciencia se mencionan y tienen en cuenta a la hora de abordar la problemática de los OGMs, este tipo de controversias, según la sociología de la ciencia, hace tiempo que ya no existen, cobrando presencia solamente en ámbitos externos a la comunidad científica. Es decir, no han habido más discusiones a través de las publicaciones sobre genética o ecología de los peligros potenciales del uso de cultivos transgénicos, y aquellas investigaciones que denunciaban tales riesgos han sido o bien desestimadas o bien matizadas por la comunidad en su conjunto e incluso por sus propios autores. En otras palabras, estas controversias han sido clausuradas (Pellegrini, 2014) y no cuentan como tales, no al menos al interior de la ciencia. La controversia en cambio sí se mantiene vigente al exterior de la comunidad científica, y es aquí donde algunos científicos cuya visión no ha logrado imponerse en la discusión en el interior de su campo, llevan a la arena más extensa de la sociedad sus reclamos, posturas y diferencias (Pellegrini, 2014). Curiosamente es en la problemática sobre células madres donde sí se pueden encontrar controversias tanto al exterior como al interior de la comunidad científica. Aquí, hasta el día de la fecha, los científicos no se ponen de acuerdo y mantienen distintas posiciones respecto a la posibilidad de totipotencialidad de los distintos tipos celulares y al éxito de su uso en el tratamiento de enfermedades (Delgado y Vallverdú, 2007; Carreira, 2011). Sin embargo, en el eje 2, encargado de abordar la controversia sobre células madres, este tipo de conflicto está invisibilizado, siendo sólo mencionados los conflictos al exterior de la ciencia, como las discusiones legales y éticas sobre la posibilidad de preservar células de cordón umbilical.

## Conclusiones

Comenzamos este trabajo haciéndonos dos preguntas sobre el tipo de contenido que las asignaturas de ciencias naturales poseen en sus diseños, tomando como estudio de caso el de la materia Biología, Genética y Sociedad de la Provincia de Buenos Aires. La primera buscaba indagar sobre la presencia relativa de los contenidos de naturaleza CTS respecto a los disciplinares, mientras que la segunda, buscaba saber qué tipo de abordaje y contenido CTS, dada la gran variedad de enfoques existentes, poseía la asignatura en cuestión. Mediante una metodología de análisis mixta hemos encontrado abundante presencia de contenidos CTS en las secciones más generales. Pero lejos de limitar su presencia a estas secciones, el contenido CTS también convive con el disciplinar, e incluso lo supera en la mayoría de los casos, en las secciones más específicas donde se detalla el contenido a trabajar y los objetivos específicos de

cada eje. Estos rasgos CTS fuertemente marcados en el diseño son comprensibles y explicables si tenemos en cuenta la trayectoria profesional previa de las autoras de la materia. Quedará para futuros trabajos indagar sobre la interpretación que sobre este diseño realicen los docentes y las instancias de capacitación, ya que las relaciones de contenido CTS/disciplinar pueden invertirse en el aula, debido a las concepciones sobre la enseñanza en ciencia de los docentes, su reticencia a trabajar aspectos sociales y la ausencia de instrumentos de evaluación de este tipo de contenidos (Ratcliffe y Grace, 2003; Holfstein, Eilks y Bybee, 2011).

Respecto al tipo de contenido CTS presente en la materia, si bien hay menciones sobre aspectos epistemológicos y sobre la sociología interna de la ciencia, la mayoría de estos se encuentran en la sección de introducción y objetivos generales, sin encarnarse luego en la especificación de ningún concepto o modo de conocer. En cambio, la mayor parte del contenido CTS pertenece a la sociología externa de la ciencia, principalmente a través del estudio de casos de aplicaciones científicas y/o tecnológicas y sus impactos en la sociedad. Este tipo de análisis suscita el abordaje de controversias sociocientíficas, que son susceptibles de ser abordadas tanto desde los conflictos al interior de la ciencia, como desde los externos. Es decir, se pueden abordar aspectos tanto de la sociología interna como externa de la ciencia. Sin embargo, el reconocimiento de conflicto al interior de la ciencia se encuentra en uno sólo de los casos y de manera periférica, sin incluir la especificación de ningún tipo de conocimiento a enseñar al respecto. Así, el abordaje a través de problemas sociales, como lo llamó Rosenthal (1989), predomina en la materia por sobre un enfoque a través de aspectos sociales. Creemos que el desarrollo de una tipología de controversias sociocientíficas que permita diferenciar entre los distintos conflictos al interior y exterior de la ciencia, pueden generar un gran aporte al campo CTS ayudando a dilucidar el tipo de controversias que se abordan en clase y los distintos aspectos que cada una ofrece para su análisis.

## Referencias

- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores deficiencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 23-33.
- Aikenhead, G. (2005). Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. *Educación Química*, 16(2), 114-124.
- Allchin, D. (2004). Should the sociology of science be rated X?. *Science Education*, 88(6), 934-946.
- Allchin, D., Andersen, H. M., & Nielsen, K. (2014). Complementary approaches to teaching nature of science: integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. *Science Education*, 98(3), 461-486.
- Alonso, Á. V. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 37.
- Alonso, Á. V., Díaz, J. A. A., & Mas, M. A. M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(2), 1.
- Bingle, W. H., & Gaskell, P. J. (1994). Scientific literacy for decisionmaking and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201.
- BouJaoude, S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24(2), 139-156.
- Carreira, M. D. (2011). *La Investigación con células madre: análisis multifactorial de una controversia*. Universitat Autònoma de Barcelona.

- Consejo Federal de Educación (2011), Marcos de referencia, Bachiller en Ciencias Naturales. Fecha de consulta: Junio de 2015. Disponible en: [http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res11/142-11\\_cs\\_naturales.pdf](http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res11/142-11_cs_naturales.pdf)
- Delgado, M., & Vallverdú, J. (2007). Valores en controversias: la investigación con células madre. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 3(9), 9-31.
- Domènech Calvet, A. M., & Márquez Bargalló, C. (2014). ¿Cómo justifican los alumnos el desacuerdo científico relacionado con una controversia socio-científica? El caso de la reintroducción del oso en los Pirineos.
- Farías, D. M. (2013). Teoría, estructura y modelos atómicos en los libros de texto de química de educación secundaria. Análisis desde la sociología de la ciencia e implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(2).
- Fouré, G. (1994). *La construcción del conocimiento científico: Sociología y ética de la ciencia* (Vol. 64). Narcea Ediciones.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, development, implications and shifting emphases. In *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 911-970). Springer Netherlands.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (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. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Hughes, G. (2000). Marginalization of socioscientific material in science–technology–society science curricula: Some implications for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 426-440.
- Kolsto, S. D. (2001). 'To trust or not to trust,...'-pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877-901.
- Kolstø, S. D., Bungum, B., Arnesen, E., Isnes, A., Kristensen, T., Mathiassen, K., ... & Ulvik, M. (2006). Science students' critical examination of scientific information related to socioscientific issues. *Science Education*, 90(4), 632-655.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (2002). The nature of science in international science education standards documents. In *The nature of science in science education* (pp. 41-52). Springer Netherlands.
- Pellegrini, P. (2014). *Transgénicos: ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Argentina: Universidad Nacional de Quilmes Editorial.
- Ratcliffe, M., & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. UK: McGraw-Hill Education.
- Rosenthal, D. B. (1989). Two approaches to science-technology-society (S-T-S) education. *Science education*, 73(5), 581-589.
- Sadler, T. D. (2011). Socio-scientific issues-based education: What we know about science education in the context of SSI. In *Socio-scientific Issues in the Classroom* (pp. 355-369). Springer Netherlands.
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377.
- Ziman, J. M. (1987). *An introduction to science studies: The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge University Press.