

**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN  
 CONVOCATORIA 2018**

**DATOS DE IDENTIFICACIÓN DEL INSTITUTO Y RESPONSABLES DEL PROYECTO**

Número y nombre del instituto	Instituto De Educación Superior de Formación Docente y Técnica N° 9-002 "Tomás Godoy Cruz"
C.U.E.	500130100
Correo electrónico institucional	iesfdyt9002@gmail.com
Nombre del/de la rector/a	Cristian Barzola
Nombre y correo del/de la referente de investigación	Patrick Boulet Jerelaut@yahoo.com.ar
Nombre del/ de la director/a del proyecto	Cecilia Polenta
Título del proyecto	Estatus y Aportes del Enfoque CTSA en el Profesorado de Matemática del IFDyT 9-002
Resolución del Consejo Directivo respecto del proyecto original	Resolución 03/2016

Equipo de trabajo			
Rol*	Apellido	Nombres	DNI
Director	Polenta	Cecilia	20828094
Codirector/a	Aceto	Cecilia	23901110
Docente investigador/a	Zárate	Erika	17084202
Docente investigador/a	Murguía	Roberto	22442999
Estudiante			

\* Insertar las filas necesarias. Opciones: docente con formación, docente en formación, egresado/a, colaborador/a, especialista.

## **I. Título**

Estatus y Aportes del Enfoque CTSA en el Profesorado de Matemática del IFDyT 9-002.

## **II. Resumen**

Las reformas curriculares implementadas en las últimas décadas en el ámbito de la educación científica incorporan el enfoque CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente), que focaliza las relaciones de las ciencias y tecnologías con los ámbitos social y medioambiental. Esta perspectiva complementa el objetivo de alfabetización científica que busca preparar a los ciudadanos para la participación activa y responsable en problemáticas sociales de base científica.

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, en particular de la matemática, una problemática es la articulación y contextualización del conocimiento, que se vincula con la dificultad que experimentan los alumnos para comprender su utilidad en el abordaje de situaciones problemáticas significativas.

Nuestra propuesta, en esta primera etapa, es investigar cuál es el estatus que posee la perspectiva CTSA en el Profesorado de Matemática de nuestra Institución, describiendo de qué modo este enfoque está presente en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática, para continuar a futuro, en una segunda etapa, con la indagación sobre las formas de posibilitar a los alumnos relacionar el conocimiento matemático con su contexto socio-ambiental promoviendo la participación ciudadana responsable.

## **III. Palabras clave (cinco)**

Perspectiva CTSA - Enseñanza - Matemática

## **IV. Problematicación y focalización del objeto**

Si se considera que la matemática escolar debe tener relación con el mundo y el entorno en que se vive, incluir la perspectiva CTSA en su enseñanza parece pertinente para contribuir a favorecer esta articulación.

Un aprendizaje contextualizado que favorece el establecimiento de conexiones entre las matemáticas y la ciencia puede fomentar el desarrollo de una actitud más positiva, la implicación y el deseo de aprender y motivación para estas áreas. Mejorar las conexiones entre las ciencias y las matemáticas y entre éstas y la tecnología se puede lograr con el desarrollo de propuestas educativas que proporcionan un papel activo del alumno en el desarrollo de sus conocimientos, habilidades y actitudes de estas áreas de conocimiento (Bossé, Lee, Swinson, y Faulconer, 2010; Nogueira, Tenreiro-Vieira y Cabrita, 2010).

Una de las contribuciones de la visión interconectada del conocimiento matemático con el mundo y el entorno, es favorecer en los alumnos el desarrollo de actitudes positivas hacia el aprendizaje las disciplinas científicas, desde la comprensión del valor social de la ciencia, las matemáticas y la tecnología (Proyecto 2061, 2013).

En este contexto, surge la necesidad de indagar cuál es el estatus del conocimiento matemático y sus relaciones con la perspectiva CTSA en el Profesorado de Matemática de la Institución: ¿Está presente actualmente la perspectiva CTSA en el diseño curricular y/o unidades curriculares del profesorado? ¿En caso afirmativo cuáles y cómo son las vinculaciones propuestas desde este enfoque con el conocimiento matemático?

## **V. Pregunta y objetivos (objetivo general y objetivo específico)**

Objetivo General:

- Investigar el estatus de la perspectiva CTSA en el Profesorado de Matemática del IFDyT 9-002

Objetivos Específicos:

- Revisar si está presente la perspectiva CTSA en el Diseño Curricular y en las Unidades Curriculares del Campo de Formación Específica del Profesorado de Matemática.
- Describir los modos de vinculación de la perspectiva CTSA con el conocimiento científico y matemático en el Diseño Curricular y en las Unidades Curriculares del Campo de Formación Específica del Profesorado de Matemática.

## **VI. Justificación o relevancia**

La sociedad actual requiere de ciudadanos comprometidos con las problemáticas sociales y de su entorno que tengan relación con las interacciones tecno-científicas. El sistema educativo debe estar en consonancia con este requerimiento y como afirma Núñez (1998) debe promover una cultura científica y tecnológica que posibilite que el ciudadano común no sólo sepa de ciencia sino sobre la ciencia, incorporando sus aspectos culturales, epistemológicos, éticos, sus relaciones con la tecnología y su repercusión social.

En este sentido, son numerosos los países que en las últimas décadas han implementado reformas curriculares en educación científica, propiciando la perspectiva CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) que focaliza las relaciones de las ciencias y tecnología con el ámbito social y medioambiental (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005). Esta concepción complementa el enfoque de alfabetización científica, cuyo objetivo primordial es el de preparar a los futuros ciudadanos para entender mejor la sociedad en que viven y poder participar en posibles debates sobre cuestiones sociales de base científica (AAAS, 1993).

Según Núñez (2004) la inclusión de la orientación CTS en la formación de profesionales en las áreas científica-tecnológica puede contribuir a mejorar los enfoques en didáctica de las ciencias, ampliar las capacidades de investigación en historia de la ciencia y la tecnología, contribuir al perfeccionamiento de políticas educativas, incrementar las capacidades en la divulgación científica, entre otros beneficios sociales.

Nuestra Institución no debe quedar ajena a este enfoque, y creemos necesario indagar sobre el estatus que posee la perspectiva CTSA en el Profesorado de Matemática e investigar, si es posible y de qué modo, el mismo puede posibilitar a los

docentes y alumnos relacionar el conocimiento matemático con su contexto socio-ambiental promoviendo la participación ciudadana responsable.

## **VII. Estado del arte**

El movimiento CTS se integró formalmente como una corriente de reforma educativa a nivel mundial desde década de los años ochenta. Las experiencias realizadas se han concretado en los niveles primario y secundario, pero también hay aplicaciones en el nivel superior y universitario (Garritz, 1994).

Sin embargo los programas más conocidos a nivel internacional de aplicación del enfoque CTS a la educación científica, se han centrado en las ciencias experimentales. A modo de ejemplos, para la enseñanza de la química: SATIS (Science and Technology in Society) en Reino Unido, ChemCom (Chemistry and the Community), Química del Consumidor, CEPUP (Chemical Education for Public Understanding Program) en EEUU; para la enseñanza integrada de las ciencias (biología, química, ciencias de la tierra y del espacio y física: SS&C (Scope, Sequence and Coordination) con origen en EEUU y aplicado en cientos de escuelas secundarias desde Alaska hasta Puerto Rico, Proyecto 2061 en EEUU, que propone una visión integral del conocimiento (conexión de humanidades, artes y ciencia) y el uso de medios informáticos para la enseñanza y Science for Children en EEUU, con un enfoque de ciencia integrada experimental para niños.

Se observa en general que hay un campo aún para desarrollar, que atienda la integración de los proyectos CTSA en la enseñanza de la matemática. Las vinculaciones de la corriente CTSA con las matemáticas en el ámbito educativo, se centran principalmente, en el análisis de las creencias y supuestos epistemológicos de los profesores y alumnos (Baez Enríquez, 2007; Bruna, 2000; Díaz, Miyar, Gorrotxategui, Azcona, González, Segundo y Torregrosa, 1993; Samaca, 2014).

## **VIII. Marco teórico**

La educación CTS a nivel internacional se desprende de los movimientos de activismo social y de investigación académica originados a finales de los años 60 y principios de los 70, de carácter crítico respecto a la imagen tradicional de la ciencia y la tecnología, que busca comprender los factores de naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, así como las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio (López Cerezo, 1999).

El enfoque CTS en el ámbito educativo, se caracteriza como una innovación del currículo orientada hacia la alfabetización científica y tecnológica que contempla a todas las personas sin discriminación (Acevedo, 1997). Su visión se centra en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la interacciones ciencia, tecnología y sociedad que busca promover la participación activa y responsable en la toma de decisiones en relación a problemas sociales de base techno-científica (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

Son tres las dimensiones identificadas por Lin (2014) que interactúan en la alfabetización científica:

- La alfabetización en ciencia, incluyendo la metacognición, el pensamiento crítico, hábitos de la mente, el lenguaje y tecnologías de la información y la comunicación.

- La comprensión de las grandes ideas (conceptos centrales y cruciales, la naturaleza de la ciencia y de la investigación en la ciencia y en la tecnología).
- Una mayor participación en el debate público sobre temas relacionados con el área de la ciencia y del conocimiento que son relevantes para el individuo y para la sociedad en su conjunto.

Los principales objetivos de la educación CTS (López Cerezo, 1998; Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001) son:

- Estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, tanto como la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica.
- Favorecer el desarrollo y la consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o con la intervención ambiental.
- Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor sus aportes a la sociedad, con especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable.

Vilches y Furió (1999) destacan tres formas generales con las que se introducen contenidos CTS en la enseñanza:

- Incorporando temáticas CTS en un curso de ciencias, sin alteración del programa habitual y/o introduciéndolos como temas transversales en el currículo.
- Enseñando ciencia a través del enfoque CTS, los cursos y programas se centran en la solución de problemas CTS y los contenidos científicos se desarrollan a posteriori, cuando surgen.
- A través de proyectos CTS "puros", en los que se enseña CTS y el contenido científico juega un papel secundario, con la finalidad de introducir al estudiante en los problemas sociales, culturales, medioambientales y éticos, relacionados con la ciencia y la tecnología.

Algunas de las estrategias didácticas adecuadas a este enfoque son el trabajo grupal, la resolución de problemas, el aprendizaje cooperativo, la simulación y el juego de roles, el debate y el tratamiento de controversias (Membiela, 2002).

Rosenthal (1989) clasifica los contenidos CTS, agrupándolos en los que tratan:

- Cuestiones sociales externas a la comunidad científica como el cambio climático, recursos de agua, guerra química, pesticidas en los alimentos, recursos alimentarios, tecnologías de guerra, extinción de especies, entre otros.
- Cuestiones sociales internas a la comunidad científica, considerando aspectos filosóficos, históricos y sociológicos asociados a la comunidad científica, por ejemplo, problemáticas relacionadas al sistema de revisión de expertos, a las políticas de patentamiento, a cuestiones de género como la discriminación de las mujeres en ciertas profesiones, al financiamiento de la investigación científica-tecnológica.

Incorporar la orientación CTSA en la educación matemática secundaria y universitaria puede ser una alternativa para generar los procesos para que los estudiantes relacionen los aspectos teóricos de la ciencia con la actividad investigativa y su contexto social, de modo que los contenidos científicos no sean externos al estudiante ni al profesor y estén en función de la construcción de alternativas de solución a problemas socio-ambientales relevantes (Catebiel y Corchuelo, 2005).

En aspecto hace hincapié en el desarrollo del pensamiento crítico. En esta línea, Cottrell (2005) sostiene que el pensamiento crítico comprende el análisis y evaluación de la información disponible y de los argumentos presentados en los informes y en los medios de comunicación. Muchos problemas socialmente relevantes de base científica-tecnológica requieren recoger y conectar información de diferentes disciplinas con el fin de conciliar el análisis fragmentado que se deriva desde un único campo disciplinar. Un pensamiento interdisciplinario y holístico es fundamental para entender el mundo en su totalidad y complejidad (Vieira, Tenreiro-Vieira y Martins, 2011).

#### **IX. Metodología (tipo, metodología, método, unidades de información, técnicas de producción y análisis de información, etc.)**

La indagación sobre el estatus que tiene el Enfoque CTSA en el Profesorado de Matemática de nuestra Institución en el Diseño Curricular se concreta a través de un estudio de carácter descriptivo, con una metodología cuali-cuantitativa.

Se utiliza el Análisis de Contenido para la revisión del Diseño Curricular y de las Unidades Curriculares del Campo de la Formación Específica del Profesorado de Matemática. Para observar las diferentes dimensiones de la variable "Perspectiva CTSA", se propone como instrumento, un Protocolo de Análisis, en cuya elaboración se tuvieron en consideración las categorías propuestas por investigadores destacados en la temática (Vásquez-Alonso y Manassero-Mas, 2016; Malaver, Pujol y D'Alessandro Martínez, 2004 y García-Carmona y Criado, 2008).

En el mismo se detalla la categorización de los tópicos CTSA que permite consignar y registrar, los aspectos relacionados con la Perspectiva CTSA que se consolida en un segundo nivel de análisis, esto es, una vez revisados el Diseño Curricular y las Unidades Curriculares.

Se presenta el sistema de categorización elaborado en la Tabla 1, el mismo permite organizar conceptualmente la información, obteniendo un total de 11 ítems a observar, agrupados en 3 subcategorías. De este modo se concreta la operacionalización de la variable de estudio, definiendo sus dimensiones y determinando los indicadores para cada una de ellas.

**Tabla 1: Operacionalización de la variable "Perspectiva CTSA"**

Variable	Dimensiones	Indicadores
<b>PERSPECTIVA CTSA</b>	<b>Naturaleza del conocimiento científico</b>	<p><b>(NCC-1)</b> Evolución histórica del conocimiento científico-tecnológico.</p> <p><b>(NCC-2)</b> Conocimiento científico - tecnológico como producto de crisis y cambios de paradigmas.</p> <p><b>(NCC-3)</b> Carácter tentativo de la investigación científica.</p>

		<b>(NCC-4)</b> Elaboración de modelos científicos. <b>(NCC-5)</b> Evidencias experimentales que apoyen o refuten el conocimiento científico.
	<b>Sociología Interna de la Ciencia (SIC)</b>	<b>(SIC-1)</b> Características de los científicos y la comunidad científica. <b>(SIC-2)</b> Construcción social del conocimiento científico-tecnológico. <b>(SIC-3)</b> Valores implicados en las prácticas científicas.
	<b>Sociología Externa de la Ciencia (SEC)</b>	<b>(SEC-1)</b> Influencia de la ciencia y tecnología sobre la sociedad y viceversa. <b>(SEC-2)</b> Interacciones Ciencia – Tecnología – Sociedad – Ambiente (CTSA). <b>(SEC-3)</b> Beneficios y efectos negativos de las aplicaciones del conocimiento científico-tecnológico para la humanidad y el medio ambiente.

## X. Presentación de resultados

Para la discusión de los resultados se presenta la Tabla 2, que posibilita mostrar por cada dimensión de la Perspectiva CTSA y sus respectivas categorías, del número de referencias encontradas, luego de la revisión del Diseño Curricular del Profesorado de Matemática. Se puede constatar el detalle de la aplicación del Protocolo de Análisis elaborado para concretar el análisis de contenido en el Anexo I.

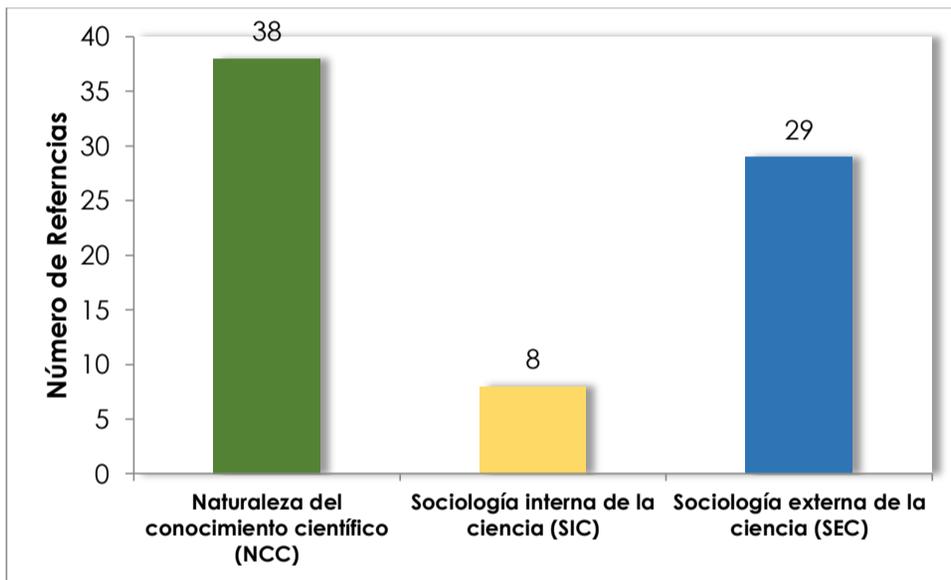
**Tabla 2: Frecuencia de las referencias a la Perspectiva CTSA (por categoría) en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática**

DIMENSIONES Y CATEGORÍAS DE LA PERSPECTIVA CTSA	FRECUENCIA	
	Referencias	Total
<b>Naturaleza del conocimiento científico (NCC)</b>		
<b>NCC-1.</b> Evolución histórica del conocimiento científico-tecnológico.	18	<b>38</b>
<b>NCC-2.</b> Conocimiento científico-tecnológico como producto de crisis y cambios de paradigmas.	5	
<b>NCC-3.</b> Carácter tentativo de la investigación científica.	6	
<b>NCC-4.</b> Elaboración de modelos científicos.	8	
<b>NCC-5.</b> Evidencias experimentales que apoyen o refuten el conocimiento científico.	1	
<b>Sociología interna de la ciencia (SIC)</b>		
<b>SIC-1.</b> Características de los científicos y la comunidad científica.	0	<b>8</b>
<b>SIC-2.</b> Construcción social del conocimiento científico-tecnológico.	6	
<b>SIC-3.</b> Valores implicados en las prácticas científicas.	2	
<b>Sociología externa de la ciencia (SEC)</b>		
<b>SEC-1.</b> Influencia de la ciencia y tecnología sobre la sociedad y viceversa.	15	<b>29</b>
<b>SEC-2.</b> Interacciones Ciencia – Tecnología – Sociedad – Ambiente (CTSA).	1	
<b>SEC-3.</b> Beneficios y efectos negativos de las aplicaciones conocimiento científico-tecnológico para la humanidad y el medio ambiente.	13	

Como primer resultado relevante, se destaca que no existe en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática ninguna mención explícita al Enfoque CTSA como perspectiva educativa en la enseñanza de las ciencias y particularmente de la matemática.

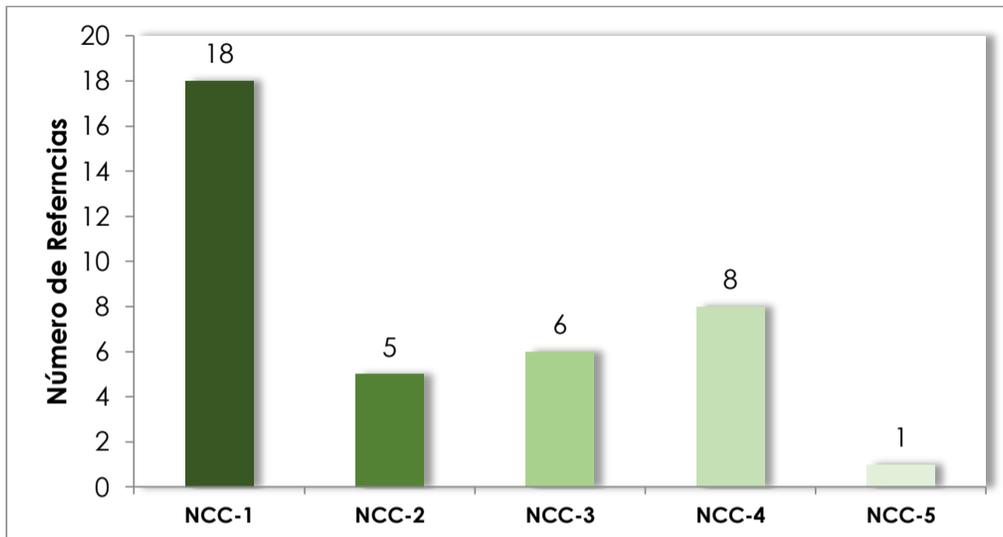
En el recuento de tópicos relacionados con la perspectiva CTSA, se constata un equilibrio entre el número de referencias relativas al ámbito epistemológico (38) y al ámbito sociológico (37). Pero se observa una gran diferencia en la dimensión sociológica, cuando se compara el número de tópicos relativos a la categoría “Sociología interna de la ciencia” (8) y los referidos a “Sociología externa de la ciencia” (29), características que pueden apreciarse en el Gráfico 1, que muestra la frecuencia de los elementos CTSA en sus tres dimensiones de análisis.

Respecto a esta última consideración, se observa entonces un escaso tratamiento, en el documento analizado, de aspectos relacionados con las características y valores de la comunidad científica y de sus prácticas, con la comprensión de la ciencia como producto del trabajo colectivo, que incluye los aportes de la mujer a la construcción del conocimiento científico.



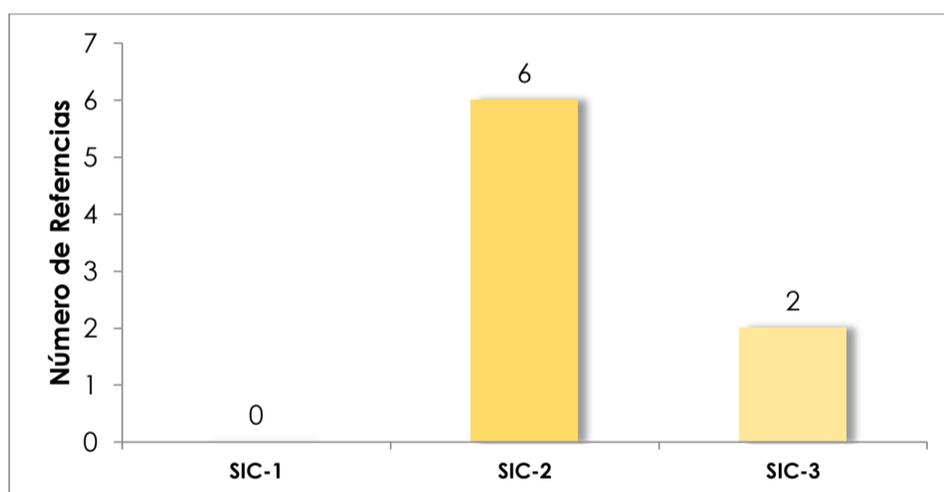
**Gráfico 1: Frecuencia de las Referencias sobre la Perspectiva CTSA en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática agrupadas por categorías**

Si se considera la dimensión “Naturaleza del conocimiento científico”, desglosada en sus cinco categorías, se percibe un predominio del aspectos asociados con la evolución del conocimiento científico-matemático a través de la historia (18 referencias), sobre los relacionados con la elaboración de modelos, con el carácter tentativo del conocimiento científico y con la ciencia como resultado de crisis y cambios de paradigmas (8, 6 y 5 referencias respectivamente). Prácticamente no se encuentran referencias al tópico que vincula las evidencias experimentales como medio de apoyar o refutar el conocimiento científico (1 referencia), como se muestra en el Gráfico 2.



**Gráfico 2: Frecuencia de las Referencias sobre "Naturaleza del conocimiento científico" en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática**

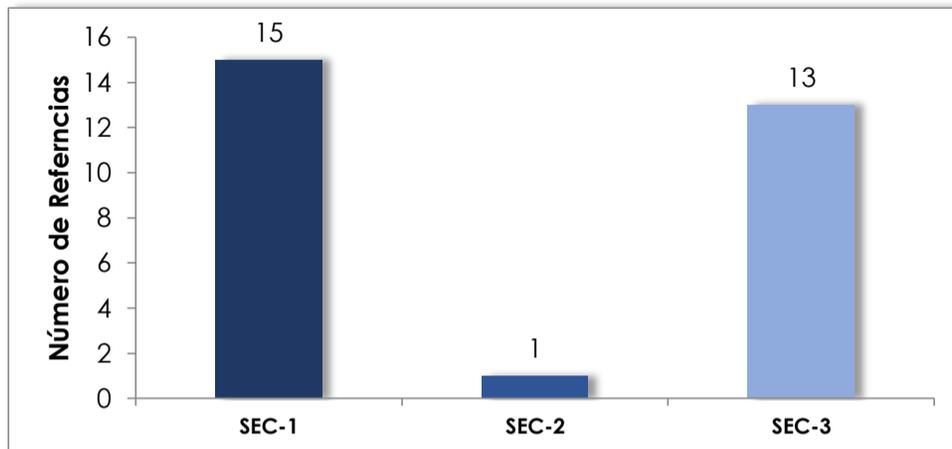
En el recuento de los tópicos correspondientes a las tres categorías asociadas a la dimensión "Sociología interna de la ciencia", observadas en el Gráfico 3, no se encontró ninguna referencia al aspectos asociados con las características de los científicos y la comunidad científica, sólo 6 referencias relacionadas con la construcción social del conocimiento y sólo 2 tópicos relacionados con los valores implicados en las prácticas científicas.



**Gráfico 3: Frecuencia de las Referencias sobre "Sociología Interna de la Ciencia" en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática**

En relación a las referencias contabilizadas en cada una de las tres categorías asociadas a la dimensión "Sociología externa de la ciencia", se observa un equilibrio entre los aspectos relacionados con la Influencia de la ciencia y tecnología en las sociedad y viceversa (15 referencias) y las relacionados con los beneficios y efectos negativos de las aplicaciones del conocimiento científico-tecnológico para la humanidad y el medio ambiente (13 referencias), como se representa en el Gráfico 4 .

Aunque cabe señalar que en la primera de estas categorías (SEC-1) los elementos encontrados hacen referencia a la influencia de la ciencia y tecnología en la sociedad, pero escasamente se presenta su relación inversa; y en la tercera categoría (SEC-3) todos los tópicos se refieren exclusivamente a la utilidad y beneficios prácticos de la aplicación del conocimiento científico en la resolución de problemáticas de la sociedad. Sólo se señala 1 tópicos que menciona las interacciones mutuas CTSA.



**Gráfico 4: Frecuencia de las Referencias sobre “Sociología Externa de la Ciencia” en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática**

## **XI. Conclusiones y discusión**

De los resultados obtenidos y analizados se destaca que aunque se incluyen en el Diseño Curricular algunos aspectos de la perspectiva CTSA, la ausencia de toda referencia explícita a dicho enfoque en la enseñanza de las ciencias y particularmente de la matemática, sustraen la posibilidad del planteamiento estructurado y transversal que lo caracteriza como propuesta didáctica.

Aunque en principio se observa un equilibrio en el reparto de los elementos referidos a la “Naturaleza del conocimiento científico” y de los referidos a la “Sociología de la ciencia”, al desglosar los mismos en categorías se constata una distribución desigual de los diferentes tópicos.

En la categoría “Naturaleza del conocimiento científico” se observa un predominio de los aspectos relacionados con la evolución histórica del conocimiento científico-matemático y tecnológico, pero se descuida la idea de su avance por crisis y cambios de paradigmas. Este aspecto está en consonancia con una imagen ingenua y tradicional de la ciencia que asocia su evolución por acumulación de conocimientos, soslayando los conflictos entre grandes paradigmas científicos que producen cambios de conceptos y modelos.

Los aspectos relacionados con la categoría “Sociología interna de la ciencia” son escasamente considerados y aunque se incluye la noción del conocimiento científico como construcción social y producto de la cultura, aparece en forma aislada sólo en las unidades curriculares “Cálculo I” y “Didáctica de la Matemática I”. Tampoco se insiste en los valores implicados en toda actividad científica, condición afín a la idea equívoca acerca de la neutralidad del conocimiento científico, ni en su construcción mediante el esfuerzo colectivo de muchas personas, incluyendo entre ellas la contribución de la mujer.

Del análisis de los tópicos asociados con la categoría “Sociología externa de la ciencia” se constata la presencia de referencias sobre la influencia de la ciencia y tecnología en la sociedad, especialmente en sus aportes al desarrollo socio-cultural, pero no se considera la relación inversa, por ejemplo cómo, quiénes y por qué se financian algunas investigaciones sobre otras. Así mismo se incluye la idea sobre los beneficios y aportes del conocimiento científico-tecnológico a la resolución de lo

diversas problemáticas del mundo real pero no se consideran los perjuicios e implicancias negativas que pueden tener los mismos para el hombre y el ambiente.

En resumen, si bien algunas características del enfoque CTSA son incorporadas en el Diseño Curricular del Profesorado de Matemática, se considera necesario mejorar la imagen de ciencia y tecnología implícita en el mismo, como así también dar relevancia a las interacciones CTSA en forma articulada desde las Unidades Curriculares. En base a las conclusiones obtenidas, se proponen las siguientes sugerencias:

Incorporar en forma explícita la Perspectiva CTSA, como contenido curricular transversal, dado que este enfoque didáctico puede posibilitar al alumno no sólo construir una imagen de la ciencia más adecuada, sino darle sentido y significado al conocimiento matemático .

Promover el diseño y desarrollo de secuencias didácticas para la enseñanza de contenidos matemáticos que integren el enfoque CTSA con el propósito de posibilitar que los alumnos puedan articular el conocimiento matemático con su contexto socio-ambiental. Este último aspecto se tomará como eje central en una segunda etapa de investigación.

## **XII. Transferencias realizadas**

Se pone a disposición de la Institución, en particular a la coordinación del Profesorado de Matemática, los resultados del análisis de la revisión del Diseño Curricular y de las Unidades Curriculares en cuanto al estatus que posee actualmente la perspectiva CTSA, proponiendo los ajustes necesarios para su incorporación y valoración, pensando la educación matemática en pos de la formación ciudadana.

Se diagrama el envío de los resultados de la investigación, para su consideración como aporte en las comunicaciones correspondientes a la XLI Reunión de Educación Matemática en el marco de la Reunión Anual Unión Matemática Argentina 2018.

Como insumo de actualización en investigación estará disponible en formato digital en la web de nuestra institución para la consulta de los profesores de nuestra institución como de otros institutos de formación docente.

## **XIII. Referencias**

AAAS (American Association for the Advancement of Science) (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.

Artigue, M. (1995). Ingeniería Didáctica. En Gómez, F. (Ed.). *Ingeniería Didáctica en Educación Matemáticas. Un Esquema para la Investigación y la Innovación en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas*, 33-59. México: Una empresa docente y Grupo Editorial Iberoamérica.

Baez Henríquez, A. (2007). El autoconcepto matemático y las creencias del alumnado: su relación con el logro de aprendizaje. Un estudio exploratorio, descriptivo e interpretativo en la ESO.

- Bossé, M., Lee, T., Swinson, M. y Faulconer, J. (2010): "The NCTM process standards and the five Es of science: Connecting math and sciences", *School Science and Mathematics*, vol. 110, n° 85, 262-276.
- Bruna, J. (2000). Una reflexión sobre los estudios de matemáticas y sus perspectivas. *Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 3(1), 43-64.
- Calderón, D. y León, O. (2007). La ingeniería didáctica como metodología de investigación del discurso en el aula. Capítulo Tercero, pp. 71-104.
- Cottrell, S. (2005). *Critical thinking skills*, London, Palgrave.
- Díaz, J., Miyar, C., Gorrotxategui, C., Azcona, R., González, E., Segundo, A., y Torregrosa, J. (1993). Actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias físicas, naturales y matemáticas de BUP y COU: Un estudio sobre tres dimensiones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 13-14.
- García-Carmona, A. y Criado, A. M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la energía nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), pp. 107-124.
- Garriz, A. (1994). Ciencia-Tecnología-Sociedad a diez años de iniciada la corriente. *Educación química*, 5(4), 217-223.
- Lin, S. (2014): Science and non-science undergraduate students' critical thinking and argumentation performance in reading a science news report. *International Journal of Science and Mathematics Education*, vol. 12, 1023-1046.
- Malaver, M., Pujol, R. y D'Alessandro Martínez, A. (2004). Los estilos de prosa y el enfoque ciencia-tecnología-sociedad en textos universitarios de química general. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 441-453.
- Nogueira, S., Tenreiro-Vieira, C. y Cabrita, I. (2010): Propostas didácticas potenciadoras de conexões entre Matemática e Ciências em contextos de educação formal e não formal - contributos do processo de validação. Em J. Matos, A. Domingos, C. Carvalho e P. C. Teixeira (eds.): *Actas do Encontro de Investigação em Educação Matemática (EIEM 2010) "Comunicação no Ensino e na Aprendizagem da Matemática"*, Costa da Caparica, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Lisboa, 17-18 de Abril de 2010. ISSN: 2182-0023.
- Núñez, J. (1998). *Problemas Sociales de la Ciencia*. La Habana. Cuba: Editorial Ciencias Sociales.
- Núñez, J. (2004): Programa Maestría Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología. Universidad de La Habana. Curso 2004-2005. Soporte magnético. La Habana.
- Proyecto 2061 (2013). *American Association for the Advancement of Science*. Disponible en: <http://www.project2061.org/esp/default.htm> (Fecha de consulta: 21/03/2016).

Samaca, J. (2014). Creencias y actitudes hacia las matemáticas de estudiantes de ingeniería de la USTA-Tunja: aportes para su enseñanza. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina.

Vásquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. (2016). Los contenidos de ciencia, tecnología y sociedad en los nuevos currículos básicos de la educación secundaria en España. *Indagatio Didactica*, 8(1). ISSN: 1647-3582 I.

Vázquez, A., Acevedo, J., Manassero, M. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), art. 5. Disponible en: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5\\_Vol4\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf) (Fecha de consulta 13/06/2014).

Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C. y Martins, I. (2011): *Educação em ciências com orientação CTS*. Porto, Areal Editores.

#### XIV. Anexo I

##### Referencias a elementos CTSA en el Diseño Curricular Provincial del Profesorado de Educación Secundario en Matemática

Sección: Objetivos de la carrera y perfil del egresado (página 2 - página 6)

Dimensiones	Categorías	Contenidos	Página
Naturaleza del conocimiento científico	NCC-1		
	NCC-2	... los/as alumnos/as puedan construir una relación con la Matemática de manera que les proporcione herramientas para cuestionar la naturalidad de los objetos de la matemática escolar, y construir respuestas a estos cuestionamientos. <b>(NCC-2)</b>	5
	NCC-3	.... y comprender que sus construcciones (de la Matemática) están contextualizadas en el tiempo y en las problemáticas que les dan lugar. <b>(NCC-3)</b>	5
	NCC-4		
	NCC-5		
Sociología interna de la ciencia	SIC-1		
	SIC-2		
	SIC-3	Contribuir a la valoración social de la Matemática, tanto dentro como fuera del Sistema Educativo.... <b>(SIC-3)</b>  <i>Comprender la responsabilidad que implica el uso social y didáctico de las nuevas tecnologías en tanto medio posible para la inclusión social.</i> <b>(SIC-3)</b>	4  6
Sociología externa de la ciencia	SEC-1	...reconociendo el valor de esta para la construcción de propuestas de enseñanza. <b>(SEC-1)</b>	5
		Reconocer el sentido socialmente significativo de los contenidos educativos (matemáticos). <b>(SEC-1)</b>	5
		Seleccionar y/o construir materiales y recursos didácticos a partir de criterios fundados desde la Matemática, que permitan el uso significativo y relevante de los mismos. <b>(SEC-1)</b>	6
	SEC-2		
SEC-3	Reconocer la utilidad de la Matemática. <b>(SEC-3)</b>	5	
	Mediar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Matemática..., tendientes a lograr significatividad y funcionalidad en el aprendizaje matemático, en toda su relevancia y complejidad. <b>(SEC-3)</b>	6	
		Facilitar los aprendizajes ... que apunten a resolver problemas significativos y relevantes para el contexto social y cultural particular de	6

		los sujetos. <b>(SEC-3)</b>  Comprender la responsabilidad que implica el uso social y didáctico de las nuevas tecnologías <i>en tanto medio posible para la inclusión social.</i> <b>(SEC-3)</b>	6
--	--	---	---

Sección: Campo de la formación general, específica y en la práctica profesional docente (página 10 - página 18)

Dimensiones	Categorías	Contenidos	Página
Naturaleza del conocimiento científico	NCC-1	La Historia de la Matemática permite reconocer el escalonado proceso de la abstracción a través de las sucesivas etapas de la matemática. <b>(NCC-1)</b>	12
		... comprender cómo se originan algunos contenidos matemáticos para, así comprender la naturaleza de los problemas, las propiedades que los definen y las resoluciones entre los mismos con los de otras disciplinas. <b>(NCC-1)</b>	12
		... conocer la fundamentación de la aritmética, el álgebra, el análisis, la geometría y la estadística, su evolución individual y también cómo en algún momento el desarrollo de alguno de ellos permitió el avance de otro. <b>(NCC-1)</b>	12
		En Epistemología de la Matemática se reconoce el papel que juega la génesis de las ideas en la construcción del conocimiento matemático, ... <b>(NCC-1)</b>	13
	NCC-2	... fomentará las relaciones matemáticas que les proporcionen herramientas para cuestionar la naturalidad de los objetos de la Matemática escolar y persigan respuestas a estos cuestionamientos. <b>(NCC-2)</b>	12
		analiza el alcance y fundamentación de las distintas corrientes epistemológicas matemáticas ... <b>(NCC-2)</b>	12
NCC-3			
NCC-4	Este trayecto se organiza en torno a las <i>vinculaciones de la Matemática como lenguaje modelizador</i> de otras ciencias y sus posibles aplicaciones. <b>(NCC-4)</b>	12	
NCC-5			
Sociología interna de la ciencia	SIC-1		
	SIC-2	.... comprender, analizar, conocer y utilizar categorías de análisis que permitan comprender la realidad como una construcción social. <b>(SIC-2)</b>	11
	SIC-3		
Sociología externa de la ciencia	SEC-1	Este trayecto se organiza en torno a las <i>vinculaciones de la Matemática como lenguaje modelizador</i> de otras ciencias y sus posibles aplicaciones. <b>(SEC-1)</b>	12
		....como así también su influencia en la enseñanza. <b>(SEC-1)</b>	12
	SEC-2	... la articulación con otras disciplinas, los campos del conocimiento y las actividades humanas donde se apliquen las leyes y principios de la Matemática. <b>(SEC-2)</b>	13
	SEC-3		

Sección: Unidades Curriculares – Descripción General (pág. 19-31)

Dimensiones	Categorías	Contenidos	Pág.
Naturaleza del conocimiento científico	NCC-1	... como se corresponde con el carácter del conocimiento científico y su evolución a través del tiempo. <b>(NCC-1)</b>	21
	NCC-2	... permiten el cuestionamiento del "pensamiento práctico" y ejercitan en el trabajo reflexivo y en el manejo de literatura específica, como usuarios activos de la producción del conocimiento <b>(NCC-2)</b>	21
	NCC-3	Brindan conocimientos y, por sobre todo, modos de pensamiento y modelos explicativos de carácter provisional, evitando todo dogmatismo. <b>(NCC-3)</b>	21
		Incluyen la reflexión crítica de las concepciones o supuestos previos sobre tales problemas. <b>(NCC-3)</b>	21

	NCC-4	Brindan conocimientos y, por sobre todo, modos de pensamiento y <i>modelos explicativos...</i> <b>(NCC-4)</b>	21
	NCC-5	Permiten la contrastación de marcos conceptuales y conocimientos en ámbitos reales. <b>(NCC-5)</b>	22
Sociología interna de la ciencia	SIC-1		
	SIC-2		
	SIC-3		
Sociología externa de la ciencia	SEC-1		
	SEC-2		
	SEC-3		

Sección: Unidades Curriculares - Campos de la Formación Específica (página 32 – página 88)

Unidades curriculares	Dimensiones Categorías	Contenidos	Página
Didáctica general			
Geometría I	NCC	...resignificación de los propios conocimientos matemáticos (geométricos) ... incluyendo aspectos histórico- epistemológicos ligados al origen de las nociones que se estudian. <b>(NCC-1)</b>	41
	SIC		
	SEC		
Geometría Analítica			
Álgebra I	NCC		
	SIC		
	SEC	Comprender y utilizar los conceptos básicos del Álgebra Lineal para resolver problemas matemáticos o de aplicaciones a otras áreas. <b>(SEC-3)</b>	44
Cálculo I	NCC	Además de ser un excelente modelizador de nociones físicas, geométricas y de problemas de optimización, como los relacionados a ondas, flujo del calor, velocidad, aceleración, etc. <b>(NCC-4)</b>	46
		Modelizar matemáticamente procesos variacionales a través de descripciones de los fenómenos de la realidad. <b>(NCC-4)</b>	46
		Conocer los desarrollos históricos de los diferentes conceptos del Cálculo diferencial e integral. <b>(NCC-1)</b>	46
	SIC	Entendiendo el conocimiento matemático como producto de la cultura. <b>(SIC-2)</b>	46
		...es necesario analizar las diferentes dimensiones histórica, social, política, económica, entre otras en las que surge el conocimiento matemático. <b>(SIC-2)</b>	46
	SEC		
Sujetos de la educación			
Álgebra II	NCC	... a partir de la utilización de conceptos y propiedades se <i>elaboren modelos matemáticos</i> adecuados para abordar situaciones problemáticas de diversas áreas. <b>(NCC-4)</b>	55
	SIC		
	SEC	Comprender y utilizar los conceptos básicos del Álgebra Lineal para resolver problemas matemáticos o de aplicaciones a otras áreas. <b>(SEC-3)</b>	55
Cálculo II	NCC	... es indispensable que el futuro profesor/a de Matemática pueda acceder al sentido histórico e epistemológico de este objeto de estudio. <b>(NCC-1)</b>	56
		Modelizar matemáticamente procesos variacionales a través de descripciones de los fenómenos de la realidad. <b>(NCC-4)</b>	56
		Conocer los desarrollos históricos e epistemológicos de los diferentes conceptos del Cálculo diferencial e integral aplicado a funciones de varias variables. <b>(NCC-1)</b>	56
	SIC		
	SEC	.... interpretando sus diversas aplicaciones. <b>(SEC-3)</b>	56

Geometría II	NCC	...resignificación de los propios conocimientos matemáticos a partir del análisis de las características y las relaciones entre distintos temas, incluyendo aspectos histórico- epistemológicos ligados al origen de las nociones que se estudian. <b>(NCC-1)</b>	57
	SIC		
	SEC		
Probabilidad y Estadística I	NCC		
	SIC		
	SEC	<p>.... sin dejar de lado la reflexión sobre el papel que esta disciplina tiene en la formación de los ciudadanos. <b>(SEC-1)</b></p> <p>... el/la futuro/a profesor/a pueda lograr que sus estudiantes evidencien la utilidad de las estadísticas. <b>(SEC-3)</b></p>	59 59
Didáctica de la Matemática I	NCC		
	SIC	<p>Asimismo el abordaje socio/epistemológico permitirá analizar el problema sobre la construcción social del conocimiento matemático. <b>(SIC-2)</b></p> <p>Por ello es necesario analizar las diferentes dimensiones social, política, económica, entre otras en las que surge el conocimiento matemático. <b>(SIC-2)</b></p>	61 61
	SEC	Entendiendo el conocimiento matemático como producto de la cultura. <b>(SIC-2)</b>	61
UDI - CFE			
Álgebra III			
Epistemología de la Matemática	NCC	<p>Desarrollo histórico de la noción de objeto matemático desde la antigüedad a la actualidad. <b>(NCC-1)</b></p> <p>Debates epistemológicos en torno a los fundamentos de la matemática. <b>(NCC-2)</b></p>	68 68
	SIC		
	SEC	Reconocer el papel que juega la génesis de las ideas en la construcción del conocimiento matemático. <b>(SEC-1)</b>	68
Física I	NCC	<p>... habilite para modelar las diversas fenomenologías que en él se desarrollan. <b>(NCC-4)</b></p> <p>Desarrollar habilidades que le permitan modelar analíticamente los fenómenos mecánicos. <b>(NCC-4)</b></p>	69 69
	SIC		
	SEC		
UDI - CFG			
Geometría III	NCC		
	SIC		
	SEC	<p>Se aborda la introducción de temas de actualidad como sección áurea, fractales, teoría de grafos, geometrías no euclidianas, .... por su gran aplicación en la resolución de problemas reales. <b>(SEC-3)</b></p> <p>Se orienta a profundizar el estudio de la Geometría en sus tres dimensiones: como objeto matemático, en su dimensión útil con respecto a otras áreas de la Matemática, y.... apelando a su utilidad para la modelización problemas extramatemáticos. <b>(SEC-1)</b></p>	71 71
Probabilidad y Estadística II	NCC		
	SIC		
	SEC	Desarrollar la capacidad de interpretación y traslación de resultados teóricos sobre realidades concretas de su medio. <b>(SEC-3)</b>	71
Las TIC en la enseñanza de la Matemática	NCC		
	SIC		
	SEC	<p>La inclusión de las diferentes herramientas tecnológicas han modificado y seguirán modificando la enseñanza en general y en particular, la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática <b>(SEC-1)</b></p> <p>Con un uso apropiado de la tecnología, los alumnos pueden aprender más matemática..., usando los conceptos de forma práctica, resolviendo problemas no rutinarios, comunicando y utilizando contextualmente las ideas matemáticas. <b>(SEC-1)</b></p> <p>Reconocer las ventajas y desventajas del uso de recursos TIC en las</p>	74 74 74

		clases de Matemática. <b>(SEC-3)</b>	
Didáctica de la Matemática II	NCC	Análisis histórico -epistemológico del desarrollo del álgebra. <b>(NCC-1)</b>	76
		La noción de función a través del tiempo. <b>(NCC-1)</b>	76
		Análisis histórico didáctico de la noción de medida. <b>(NCC-1)</b>	77
	SIC		
	SEC	Integrar el desarrollo de las Tic en los procesos de enseñanza y aprendizaje que contribuyan a la reflexión y desarrollo del pensamiento matemático. <b>(SEC-1)</b>	75
Historia de la Matemática	NCC	... considera el conocimiento como una construcción de la inteligencia humana,.. es posible establecer una analogía entre la evolución histórica de los conceptos matemáticos ... y el proceso de aprendizaje de esos mismos conceptos . <b>(NCC-1)</b>	77
		Reconocer el escalonado proceso de la abstracción a través de las sucesivas etapas de la matemática a través de la historia. <b>(NCC-1)</b>	77
		Comprender como se originan algunos contenidos matemáticos para, así comprender la naturaleza de los problemas. <b>(NCC-1)</b>	77
		Conocer la fundamentación (del conocimiento matemático) y su evolución individual <b>(NCC-1)</b>	77
	SIC		
		SEC	... y las resoluciones entre los mismos (contenidos matemáticos) con los de otras disciplinas. <b>(SEC-1)</b>  ... y también como en algún momento el desarrollo de alguno de ellos (conocimientos matemáticos) permitió el avance de otro ... <b>(SEC-1)</b>
UDI - CFE			
Matemática aplicada	NCC		
	SIC		
	SEC	Se orienta al estudio de los modelos de simulación y la solución aproximada de problemas tanto de la vida real como de aportes a los diversos campos científicos. <b>(SEC-3)</b>	81
Modelos matemáticos	NCC	Elaborar y evaluar modelos matemáticos correspondientes a diferentes objetos de la realidad. <b>(NCC-3)</b>	83
	SIC		
	SEC	(Un modelo matemático) permite obtener respuestas sobre lo que sucederá en el mundo físico. <b>(SEC-1)</b>	82
Física II	NCC	Desarrollar habilidades que le permitan modelar analíticamente los fenómenos electromagnéticos. <b>(NCC-3)</b>	84
	SIC		
	SEC		
UDI – CFG			
Cálculo III	NCC	...se propone generar instancias orientadas a conjeturar, explicar, contrastar, estimar, experimentar ... para favorecer los procesos de modelización, mostrar nuevas formas de representación. <b>(NCC-3)</b>	85
	SIC		
	SEC	se propone generar instancias orientadas a conjeturar, explicar, contrastar, estimar, experimentar ... para... mostrar las aplicaciones de los entes matemáticos. <b>(SEC-1)</b>	85
Cálculo numérico	NCC		
	SIC		
	SEC	Resolver problemas matemáticamente formulados en diferentes áreas de las ciencias. <b>(SEC-3)</b>	85