



CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE UN TEMA CTS (LA UNIÓN DE DOS CULTURAS) POR UNA PROFESORA UNIVERSITARIA AL APLICAR UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Pedagogical content knowledge construction on an STS theme (the union of cultures) by a university teacher, through the application of a Teaching and Learning Sequence

María Mercedes Callejas Restrepo

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Colombia
mcallejas@udca.edu.co

Ángel Vázquez Alonso

Universidad de las Islas Baleares, España
angel.vazquez@uib.es

Edelmira Ochoa Camacho

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
edelmira8a@gmail.com

Resumo:

Para o projeto EANCYT (Ensino e Aprendizagem da Natureza da Ciência e Tecnologia)¹ importa uma formação de professores que tenha como sentido a melhoria da compreensão sobre da natureza da Ciência e Tecnologia. Este artigo apresenta a experiência formativa de uma professora universitária, colaboradora do projeto EANCYT, ao desenvolver a sequência de Ensino e Aprendizagem – SEA – *Duas culturas ou dois preconceitos?* numa disciplina eletiva interdisciplinar “Consolidação da cultura científica”, do IV semestre do programa de formação para professores da Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. No processo de investigação, a professora faz o planejamento em três fases: aplicação do pré-teste, desenvolvimento da SEA e aplicação do pós-teste. Posteriormente, a docente reflete sobre a sua ação e utiliza duas formas complementares para recolher e apresentar por escrito a informação relacionada com o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC): Representação sobre Conteúdos (Reco) e Repertório de Experiência Profissional e Didática (Rex-PyD) (Loughran, Berry, & Mulhall, 2012; Vazquez & Rodríguez, 2014). Em referência à taxonomia de tópicos Ciência, Tecnologia, Sociedade, Meio Ambiente (Vázquez, 2014), o ensino da junção de duas culturas permite o debate a respeito da influência da ciência escolar sobre sociedade, além de destacar aspetos relacionados com a integração ou separação das duas culturas.

Palavras-chave: Professor da Educação Superior; Ensino da Natureza da Ciência e Tecnologia; Sequências de ensino-aprendizagem; Conhecimento Didático de Conteúdo, Duas Culturas.

¹ Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D+i del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).



Resumen:

Para el proyecto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología), es importante la formación de los profesores con el propósito de mejorar su comprensión sobre Nd-CyT. Esta comunicación presenta la experiencia formativa que desarrolló una profesora universitaria colaboradora del proyecto EANCYT, al aplicar la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje-SEA- ¿Dos Culturas o Dos Prejuicios? en el curso de Electiva interdisciplinar "Consolidación de la cultura científica" del IV semestre del programa de formación de maestros de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. En el proceso de investigación, la profesora realiza la planeación de las tres fases: aplica el pretest, desarrolla la SEA y aplica el postest. Posteriormente, la profesora reflexiona sobre su acción docente y utiliza dos formas complementarias para recoger y presentar por escrito la información sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC): Representación de Contenidos (ReCo) y Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica (Rex-PyD) (Loughran, Berry, & Mulhall, 2012; Vázquez & Rodríguez, 2014). En referencia a la taxonomía de los temas Ciencia, Tecnología, Sociedad, Ambiente (Vázquez, 2014), la enseñanza de la unión de dos culturas, permite debatir la influencia de la ciencia escolar sobre la sociedad y destacar los aspectos relacionados con la integración o separación de las dos culturas.

Palabras clave: Profesor Universitario; Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología; Secuencia Enseñanza Aprendizaje; Conocimiento Didáctico del Contenido, Dos Culturas.

Abstract:

The EANCYT project (translated as: Teaching and Learning Nature of Science and Technology) considers important to train teachers in order to improve their understanding of NoS&T. This paper presents a formative experience, conducted by a university teacher who collaborates with the EANCYT project, through the application of a Teaching-Learning Sequence (TLS): *Two cultures or two prejudices?*, in the interdisciplinary elective course: "Consolidation of scientific culture", during the 4th semester of a teacher training program, from the University Pedagógica y Tecnológica, in Colombia. For this research process, the researcher conducted all three phases: applied the pre-test, conducted the TLS and applied the post-test. Later on, the researcher reflects upon her teaching action and uses two instruments to collect and present written information related to her Pedagogical Content Knowledge (PCK): Representation of Contents (ReCo) and Code of Professional Experience and Teaching (Rex-PyD). (Loughran, Berry, & Mulhall, 2012; Vazquez and Rodriguez, 2014). Referring to the taxonomy of Science, Technology, Society, Environment topics (Vazquez, 2014), the teaching of two cultures union allows the discussion of the influence of school science onto society, highlighting aspects of integration or separation between the two cultures.

Keywords: University Teacher; Teaching the Nature of science and technology; Teaching-learning Sequence; Didactic Content Knowledge, The Two Cultures.



Introducción

Hay un creciente interés de las Instituciones de Educación Superior por la calidad de la docencia y los procesos de formación y desarrollo profesional de sus docentes, en la medida que cambian las expectativas de la sociedad sobre la formación profesional. Nuevas demandas para que se fortalezcan las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente desde la educación; cambios en los currículos y en los tiempos de formación; desarrollo de competencias, formación para la investigación, la reflexión y la crítica; atención al desarrollo personal y social de los estudiantes, generan importantes transformaciones en el rol del profesor de educación superior.

Los anteriores retos pueden suscitar en los profesores la necesidad de preguntarse por la importancia de incorporar el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en los currículos de la universidad y en la práctica docente: ¿Cómo enfrentar la articulación teoría-práctica en el desarrollo del currículo? ¿Cómo planifica el profesor universitario su actividad docente en la cual pone en juego sus conocimientos científicos y pedagógicos y sus concepciones sobre enseñar, aprender y evaluar?

Igualmente, la exigencia social de responder a una enseñanza de calidad, demanda a los profesores un análisis más riguroso de su práctica, pues así se actualizan desde la reflexión y reelaboración de su propia acción en el aula, buscando mayores fundamentos para el desarrollo del currículo. La complejidad de innovar en la enseñanza de los temas CTSA, requiere asumir su carácter explícito y reflexivo e implica el desarrollo de procesos de reflexión y razonamiento sobre la práctica que involucren el análisis de la resolución de problemas, la creatividad y el pensamiento crítico (Vázquez, 2014). El desarrollo profesional de los profesores universitarios se ha convertido en una prioridad, en la medida que se reconoce en el ejercicio de la docencia una profesión académica que requiere de personas autónomas, que reflexionan sobre su práctica docente y sobre su comprensión de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y construyen los conocimientos pedagógicos y didácticos sobre los temas que enseñan.

El Proyecto EANCYT responde a la formación de los profesores y afronta el problema educativo de enseñar temas innovadores que se suelen reconocer con la denominación de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT). El objetivo central de la investigación es mejorar la comprensión sobre NdCyT de estudiantes y profesores de todos los niveles educativos por medio de los instrumentos de intervención didáctica, Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje y evaluación (COCTS) diseñados y aplicados desde diversos contextos educativos. (Vázquez, Manassero, & Bennássar, 2013).

El tema que se desarrolla en la SEA ¿Dos culturas o dos prejuicios?, elaborada para la educación superior, hace referencia a la histórica separación entre las ciencias y las humanidades planteada por Snow en la Rede Lecture de la Universidad de Cambridge en 1959 (1977). El tema ha sido objeto de Encuentros realizados después de 50 años en España (2009, 2010 y 2011) a los cuales son convocados científicos, historiadores, políticos, literatos, para continuar un debate que se ha mantenido por muchos años. En el campo de la educación CTS se propone propiciar la comunicación entre las dos culturas, la humanística y la científico-tecnológica, argumentar sobre los problemas generados por la ruptura entre las ciencias y las humanidades, y aplicar los conceptos de integración de las dos culturas en actividades educativas y sociales.



Contextualização teórica

Explorar las nuevas relaciones entre la docencia y la investigación que pueden contemplarse hoy en el mundo universitario implica preguntarse que entendemos por estas actividades. Tal vez podemos hablar de una nueva docencia y de otra forma de entender la investigación. Y como se expresa en la idea anterior, los académicos deben estar comprometidos con sus profesiones y disciplinas para ser profesores eficaces y poder transmitir a sus estudiantes un estímulo intelectual (Scott, 2008).

En la propuesta de Shulman (2005, p.17) del Conocimiento didáctico del Contenido-CDC, "la docencia es un acto de comprensión y razonamiento, de transformación y reflexión". Para Bolívar (2005, p.6), "en el modelo de Shulman además del conocimiento de la materia y del conocimiento general pedagógico, los profesores deben desarrollar un conocimiento específico: cómo enseñar su materia específica." De acuerdo con Garritz, Lorenzo y Daza (2014, p.22), "el CDC implica un modelo extremadamente útil de razonamiento y acción pedagógica" que orienta la formación de profesores y el estudio de las prácticas educativas para incrementar el conocimiento pedagógico y didáctico sobre la complejidad y las múltiples dimensiones involucradas en la enseñanza de las ciencias.

Desde la perspectiva de la enseñanza de la NdCyT, el CDC es integrador "pues implica que el profesor conozca el currículo, los estudiantes, el contexto de aprendizaje y las estrategias didácticas" (Acevedo, 2009, p.5).

Igualmente para Shulman (2005, p. 12) "la docencia es, esencialmente, una profesión liberal y el profesor es miembro de una comunidad académica. Enseñar es en primer lugar comprender, y el profesor debe comprender críticamente lo que va a enseñar". Además es fundamental la reflexión sobre la práctica, entendida como "lo que un profesor hace cuando analiza, en forma retrospectiva, el proceso de enseñanza y aprendizaje que ha tenido lugar, y reconstruye, vuelve a escenificar y/o a experimentar los sucesos, las emociones y los logros" (Shulman, 2005, p. 25)

El enfoque de Shulman es

reivindicar la enseñanza como una profesión, en que los profesores tengan, como profesionales, un cuerpo de conocimientos diversos necesarios para la enseñanza, entre los que destacan el conocimiento de la materia y la capacidad para transformar ese conocimiento en significativo y asimilable para los alumnos. (Bolívar, 2005, p.6)

Las investigaciones orientadas a conocer la comprensión de NdCyT por estudiantes y profesores han sido abordadas desde múltiples perspectivas. Para Bennássar, Vázquez, Manassero y García-Carmona (2010), la evaluación empírica muestra la escasa comprensión de la NdCyT por el profesorado, lo cual plantea la necesidad de transformar su enseñanza en las aulas a partir de reconocer que "los temas CTSA son meta-conocimientos, es decir, conocimientos sobre el conocimiento" y que se debe "concienciar al profesorado sobre su propia formación" (Vázquez, 2014, p.40).

En esta perspectiva, se considera que la formación de los profesores para la enseñanza de la NdCyT, debe realizarse tomando como referente el Conocimiento Didáctico del Contenido-CDC y propiciar la reflexión en la acción y la reflexión sobre la acción (Acevedo & García, 2016).



Figura 1. El conocimiento profesional docente centrado en el concepto del conocimiento didáctico del contenido (CDC) como integración de distintos saberes.

La clave del desarrollo del CDC consiste en amalgamar adecuadamente los conocimientos disciplinares con los didácticos y los especialistas en CDC lo consideran un concepto complejo y difícil de definir, pero muy útil como heurístico para organizar el conocimiento profesional del docente y su investigación (Garritz et al., 2014). La modelización de CDC presentada en la figura 1 tiene la virtud de resaltar el carácter de amalgama dinámica (triángulo central), original de Shulman, como integración de los distintos componentes de CDC (triángulos laterales) propuestos por diferentes investigadores, que aportan los elementos básicos para la amalgama central del CDC, que debe construir cada docente (Vázquez, 2015).

Al respecto, António Nóvoa (2015) enfatiza que la capacidad de reflexión de los profesores universitarios sobre su propia práctica pedagógica, es fundamental para renovar la enseñanza, para lo cual es importante propiciar espacios de discusión y trabajo conjunto que además de consolidar una cultura académica, valore las dimensiones de la docencia y la pedagogía.

Desde el enfoque CTSA se plantea la importancia de elaborar concepciones apropiadas e informadas acerca de qué son y cómo funcionan la ciencia y la tecnología y sus relaciones con la sociedad, siendo un componente esencial de la alfabetización en ciencia y tecnología y de los temas de naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT).

Esta perspectiva de inclusión de los temas de NdCyT en los currículos para la formación profesional y disciplinar en la Universidad es innovadora, en la medida que involucra la relevancia social del conocimiento científico y tecnológico y además de conocimientos, aspectos actitudinales y de valores, e incluso de disposiciones para la acción, personal y social; los planteamientos de democracia participativa de la sociedad en la CyT; la presencia de la ética y los valores de la CyT, y la relevancia para la vida personal y social de las personas con objeto de resolver problemas y tomar



decisiones responsables.

En suma, la orientación CTS puede guiar mejor la selección de contenidos básicos, relevantes y útiles para todos los estudiantes, que contribuyan realmente a su alfabetización científica y tecnológica, se relacionen con la vida cotidiana y la participación social, así como ofrecer pautas metodológicas para llevar a la práctica esta importante innovación educativa de la alfabetización científica y tecnológica de todo el alumnado (Acevedo, Manassero, & Vázquez, 2002).

Metodología

La investigación aplica un diseño (cuasi)-experimental longitudinal con grupo de control de tres fases: pre-test – intervención (enseñanza de la SEA) - post-test para valorar la efectividad de la SEA. El tiempo transcurrido entre el pre-test y post-test fue de tres meses, tiempo adecuado para identificar el impacto de la SEA. Posteriormente la profesora hace la reflexión utilizando los instrumentos propuestos para hacer explícito el CDC.

La población está conformada por el grupo de 25 estudiantes (hombres y mujeres), con edades entre 18 y 25 años, que participan en un curso de Electiva interdisciplinar titulado "Consolidación de la cultura científica" que se ofrece en cuarto semestre a los programas de formación inicial de docentes de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: licenciaturas en Matemáticas, Informática, Ciencias Naturales, Idiomas modernos, Lenguas extranjeras, Artes, Preescolar y Filosofía.

La SEA ¿Dos culturas o dos prejuicios?, aborda el tema de la relación de la ciencia escolar sobre la sociedad, unión de dos culturas, un rasgo específico de CTS/NdCy T. Las actividades que se proponen en la SEA a los estudiantes están orientadas por una visión integral e interdisciplinar del aprendizaje que articula conocimientos, procedimientos, actitudes y valores a partir de la lectura de textos, la discusión con pares y la construcción de un texto de imaginación narrativa en la perspectiva de Nussbaum (2010, citado en Mendoza et al., 2013), sobre la vida de un personaje seleccionado, en el cual se espera que los estudiantes hagan explícitos sus valores y aportes a la sociedad, mostrando la importancia y necesidad de la comunicación entre las ciencias y las humanidades.

La SEA se desarrolló en el segundo semestre de 2014, en cinco (5) sesiones presenciales de dos horas, los estudiantes trabajaron de manera individual, grupal (grupos máximo 4 personas) y plenaria. Para la construcción del texto de imaginación narrativa algunos estudiantes trabajaron de manera individual y otros en grupos de dos o tres estudiantes y según la afinidad en cuanto a la carrera, así seleccionaron los personajes según su interés y carrera; los textos de imaginación narrativa fueron socializados en clase. Lo anterior con el fin de interpretar las relaciones entre las ciencias y las humanidades con base en la lectura de textos y la discusión con pares, objetivo del desarrollo de la SEA.

La evaluación en la aplicación de la secuencia sobre las dos culturas, se realiza con un cuestionario que contiene seis cuestiones del Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad -COCTS (Manassero, Vázquez, & Acevedo, 2001), que corresponden a los temas de sociología externa de la ciencia y permiten identificar los conocimientos previos (pretest) y los aprendizajes logrados por los estudiantes (postest):

20411: Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos. Los



científicos y la investigación científica están afectados por las creencias religiosas o éticas de la cultura donde se realiza el trabajo.

20511: El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de tener buenos científicos, ingenieros y técnicos.

20521: El éxito de la ciencia y la tecnología en nuestro país depende de cuánto apoyo den los ciudadanos a los científicos, ingenieros y técnicos. Este apoyo depende de que los estudiantes (los ciudadanos del futuro) sepan cómo se usan la ciencia y la tecnología en el país.

40211: Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque son las personas que mejor conocen estos asuntos.

50111: Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras. Si todos estudiaran más ciencias, todos las comprenderían.

60211: El mejor científico es siempre de mentalidad abierta, imparcial y objetivo en su trabajo.

Es una escala Likert de respuesta múltiple, en la que cada frase puede calificarse con valores directos que van de 1 a 9. Estas valoraciones directas se transforman después en un índice actitudinal, normalizado en el intervalo $[-1, +1]$, mediante la métrica, que opera teniendo en cuenta la categoría de cada frase (Adecuada, Plausible e Ingenua), asignada previamente por un panel de jueces expertos; entre más se acerque el valor del índice actitudinal a $+1$, la actitud es más adecuada, mientras, que si el valor del índice actitudinal se acerca a -1 la actitud es considerada ingenua (Manassero & Vázquez, 2001).

El criterio general para delimitar las frases con las actitudes más positivas o negativas, se basa en aplicar una puntuación de corte de 0.30 unidades (criterio recomendado por Bennássar et al., 2010-Proyecto PIEARCTS), a las puntuaciones medias; por debajo de este umbral las puntuaciones se consideran irrelevantes.

Los instrumentos de reflexión para operacionalizar el CDC denominados Representación de Contenidos- ReCo- y Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica -Rex-PyD- hacen explícita la reflexión de la profesora sobre la implementación de la SEA en el curso universitario. Estos instrumentos fueron adaptados por Angel Vázquez y María Antonia Manassero para que respondieran a la estructura de las secuencias (Vázquez & Rodríguez, 2014) con base en los instrumentos propuestos por Loughran, Berry y Mulhall (2012).

El instrumento ReCo está diseñado para realizar una sinopsis de la apropiación realizada por cada profesor en una clase concreta. Esta sinopsis refleja la forma como el profesor adapta el tema de la SEA para sí mismo y para los estudiantes asignados. La representación de los contenidos expresa la aproximación de cada profesor al conocimiento didáctico del contenido sobre el tema particular asignado para su enseñanza en una clase concreta de estudiantes. El desarrollo del esquema se inspira en las propuestas constructivistas acerca del aprendizaje.

El repertorio constituye el relato del profesor sobre la experiencia de enseñanza con una SEA realizada en una clase concreta. Refleja los hechos relevantes, sucedidos en el desarrollo de la enseñanza, a partir de la puesta en acción de los elementos adaptados por el profesor y las interacciones producidas con y entre los alumnos. El repertorio es el conjunto de experiencias de ese desarrollo,



seleccionados subjetivamente por el profesor, a partir de su experiencia de enseñanza con la SEA, y que pueden incluir reflexiones, valoraciones, comentarios, anotaciones, etc.

Resultados

Evaluación a los estudiantes

Los resultados de la aplicación del pretest y el posttest al grupo, se presentan comparando los índices de las medias de las 6 cuestiones y las frases del COCTS relacionadas con la aplicación de la SEA.

En la figura 2, se observa que los índices actitudinales de las frases individuales para las cuestiones evaluadas, expresan las actitudes directas de los estudiantes del grupo sobre la afirmación específica propuesta en cada frase. Esta especificidad del contenido de cada frase, favorece que estos índices actitudinales, presenten mayores variaciones en sus puntuaciones que las cuestiones completas. De las 39 frases que configuran las 6 cuestiones aplicadas en el estudio, 17 frases presentan índices actitudinales positivos, entre estas 5 frases con índices positivos considerados relevantes y 22 frases con índices negativos entre estas 5 frases con los índices más negativos (-0,30) considerados relevantes.

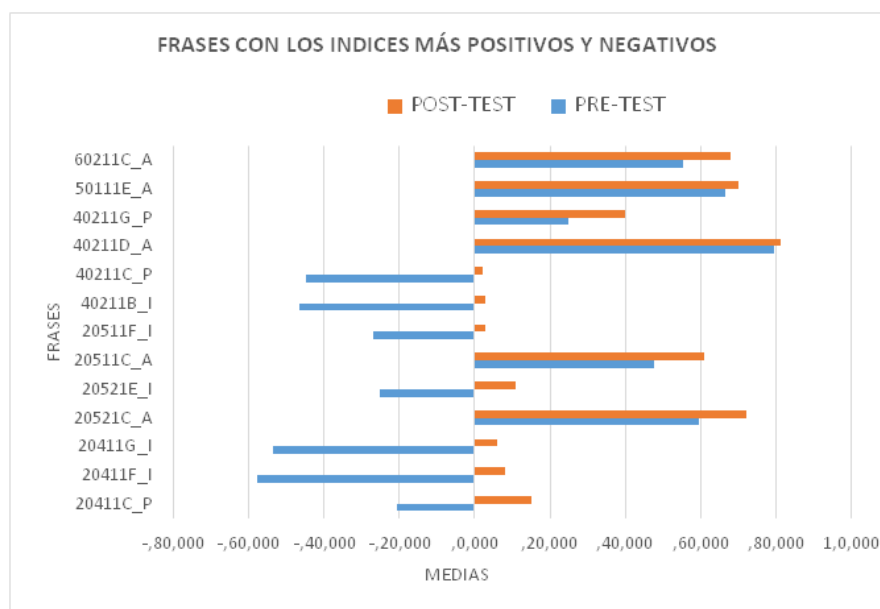


Figura 2. Frases con los índices actitudinales más positivos y negativos (Pre-test y post-test).

Después de la aplicación de la SEA, se observa mejora en todas las frases (39) incluidas las más negativas, en algunos casos aunque su índice actitudinal no alcanzó el umbral para considerarse como relevante (0,30) el índice se observó positivo. Aquí se muestran las 5 frases con los índices actitudinales positivos considerados como relevantes (post-test), que corresponden a la categoría adecuada; las frases con el índice actitudinal más negativo corresponden en su mayoría a las frases ingenuas y menor porcentaje plausibles (pre-test) (Tabla 1).



Tabla 1. Frases con los índices actitudinales más relevantes tanto positivos como negativos del pre-test y post-test.

		Pre-test	Post- test
Frases	Categoría	Media	Media
20411F. porque la investigación continúa a pesar de los enfrentamientos entre los científicos y ciertos grupos religiosos o culturales (por ejemplo, entre partidarios de la evolución y defensores de la creación).	I	-0,578	0,080
20411G. porque los científicos investigarán temas que son de importancia para la ciencia y ellos mismos, independientemente de las opiniones culturales o éticas.	I	-0,534	0,060
20521C. más informados estarán los ciudadanos del futuro. Serán capaces de formarse mejores opiniones y hacer mejores contribuciones sobre cómo se usan la ciencia y la tecnología.	A	0,595	0,720
20511C. Se debe fomentar que los estudiantes estudien más ciencias, pero un tipo diferente de cursos de ciencias. Deben aprender cómo la ciencia y la tecnología afectan a sus vidas diarias.	A	0,474	0,610
20511F. porque no todos los alumnos pueden comprender la ciencia, aunque ello les ayudaría en sus vidas.	I	-0,267	0,030
40211 Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir los asuntos científicos de nuestro país: 40211B. porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burócratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados.	I	-0,466	0,030
40211 Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir los asuntos científicos de nuestro país: 40211C. porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión; PERO los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados.	P	-0,448	0,020



40211 Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir los asuntos científicos de nuestro país: 40211D. La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad.	A	0,793	0,810
50111 Parece que existen dos clases de personas, las que entienden de ciencias y las que entienden de letras (por ejemplo, literatura, historia, economía, leyes). Pero si todos estudiaran más ciencias, entonces todos las comprenderían. 50111E. No existen sólo estos dos tipos de personas. Hay tantas clases de personas como preferencias individuales posibles, incluyendo las que entienden ambas, las ciencias y las letras.	A	0,664	0,700
60211. El mejor científico es siempre de mentalidad abierta, imparcial y objetivo en su trabajo. Estas características personales son necesarias para hacer mejor ciencia. 60211C. Estas características no son suficientes. Los mejores científicos necesitan también otros rasgos personales tales como imaginación, inteligencia y honradez.	A	0,552	0,680

Categorías: I: Ingenua P: Plausible A: Adecuada

En color rojo se señalan los índices actitudinales más relevantes y positivos del post-test. En color azul se muestran los índices actitudinales más relevantes positivos y en color negro los índices actitudinales más relevantes negativos para el pre-test.

Reflexión sobre la aplicación de la SEA

El desarrollo de las dos matrices ReCo y Rex-PyD recogen de manera complementaria las representaciones del CDC explicitado por la docente a partir de la reflexión generada sobre la aplicación de la SEA. La ReCo, muestra tres ideas fundamentales sobre la unión de las dos culturas la humanística y la científico-tecnológica, que orientaron la implementación de la secuencia y su análisis en relación con las diez cuestiones propuestas que abordan las actividades planteadas para los estudiantes.

El concepto central de naturaleza de ciencia y tecnología que afronta la SEA según la docente es: la educación debe favorecer el acercamiento y la comunicación de las dos culturas, la humanística y la científico-tecnológica, separadas tradicionalmente por la incomprensión y el rechazo hacia los otros. Las ideas relevantes de acuerdo con el concepto anterior declaradas por la docente son tres:

Idea A. Necesidad de la integración de las dos culturas las ciencias y las humanidades importantes



en la transformación de la sociedad y los individuos

Idea B. Articulación de los conocimientos científicos y tecnológicos con los sociales y éticos.

Idea C. Aplicación de conceptos de integración de las dos culturas.

A continuación en la Tabla 2 se muestra el desarrollo de la idea A.



Tabla 2. Matriz ReCo para la idea A de la SEA ¿Dos Culturas o Dos Prejuicios?

CUESTIONES	IDEA CENTRAL A <i>Necesidad de la integración de las dos culturas las ciencias y las humanidades importantes en la transformación de la sociedad y los individuos</i>
OBJETIVO ¿Qué me propongo que aprendan mis estudiantes acerca de cada idea?	Comprender la integración de las dos culturas las ciencias y las humanidades como parte fundamental en la transformación de la sociedad y los individuos.
MOTIVACIÓN ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea?	Teniendo en cuenta que se están formando como futuros docentes e influirán en sus estudiantes, es importante que construyan de forma integrada e interdisciplinar actitudes adecuadas respecto a la unión de las dos culturas.
ELICITACIÓN Ideas previas de los estudiantes que influyen en mi enseñanza de esta idea.	-Aspectos que influyeron en la elección de la carrera que cursan. -Conocimientos que se privilegiaron en las instituciones educativas en básica y secundaria. -Saberes que son considerados los más importantes en la familia y grupo de amigos. -Experiencias de rechazo por pertenecer a las ciencias exactas o las humanidades. -Formación escolar de las personas con quienes vive.
EXPLORACIÓN Dificultades y limitaciones en la enseñanza de cada idea.	Se les dificulta relacionar conceptos de integración de las dos culturas de las ciencias y las humanidades; esto se evidencia en la discusión, argumentación y toma de decisiones con pares sobre problemas políticos y ambientales.
ELABORACIÓN Otros factores que influyen en la enseñanza de esta idea.	- La fragmentación del conocimiento en las aulas de clase (disciplinar). - Dificultad para trabajar en equipo con otros que pertenezcan a áreas diferentes u otras carreras de las ciencias o las humanidades. - Crisis de valores. - Creencias éticas y religiosas. - Formación lecto-escritural.
EXPLICACIÓN Procedimiento(s) de enseñanza (y razones Particulares para su uso).	- Lectura de textos y discusión con pares, con el fin de interpretar la relación entre las dos culturas. - Construcción de un texto de imaginación narrativa en la perspectiva de Nussbaum (2010), sobre la vida de un personaje seleccionado, en el cual se espera que los estudiantes hagan explícita su comprensión sobre la idea planteada.



EVALUACIÓN Formas específicas de determinar el progreso /comprensión/confusión de los estudiantes en esta idea.	Analizar e interpretar el discurso de los estudiantes mediante la lectura de textos, debate y argumentación con pares. En la narración sobre la vida de los personajes seleccionados se espera que los estudiantes hagan explícitos sus valores y aportes a la sociedad, mostrando la importancia y necesidad de la comunicación entre las ciencias y las humanidades.
EXTENSIÓN ¿Qué más debería saber el profesorado acerca de esta idea (aunque no tenga la intención de enseñarlo a los estudiantes)?	Reconocer que la educación es un campo complejo en continuo cambio, que requiere docentes mediadores creativos, críticos e imaginativos, responsables de introducir a los estudiantes para que articulen de manera adecuada las dos culturas en su proceso enseñanza aprendizaje. La necesidad de que los ciudadanos alcancen una cultura científica y tecnológica.
INNOVACIÓN ¿Qué más se podría enseñar acerca de esta idea?	Diseño y aplicación de estrategias y metodologías que contribuyan a superar los prejuicios entre las dos culturas y a dar respuestas a las problemáticas del mundo globalizado desde las instituciones educativas. La importancia de construir redes académicas que permitan la interacción entre las dos culturas las ciencias y las humanidades.

En la ReCo la docente muestra lo que se propone que aprendan sus estudiantes y su justificación; reconoce las ideas previas, las dificultades y limitaciones para la enseñanza y elige como estrategias: lectura de textos y discusión con pares, con el fin de interpretar la relación entre las dos culturas; y la construcción de un texto de imaginación narrativa propuesto en la SEA, sobre la vida de un personaje seleccionado, en el cual se espera que los estudiantes hagan explícitos sus valores y aportes a la sociedad, mostrando la importancia y necesidad de la comunicación entre las ciencias y las humanidades. Reconoce la evaluación como un ejercicio integrador e interdisciplinar para la comprensión de los contenidos propuestos para los estudiantes, la necesidad que el docente apropie los contenidos a enseñar e innove en la enseñanza de estos. **Repertorios de experiencia profesional**



Tabla 3. Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica -Rex-PyD.

Guía orientativa	Evidencias / pruebas...
Reflexiones La secuencia didáctica "¿Dos Culturas o dos prejuicios?" aborda contenidos muy interesantes e innovadores, que ofrecen retos tanto de enseñanza como de aprendizaje por su carácter integrador e interdisciplinario. Para la formación de los docentes los contenidos y actividades desarrollados en la SEA, son muy importantes por la necesidad de comprender la integración de las dos culturas las ciencias y las humanidades en los procesos de enseñanza- aprendizaje en el aula; esto con el fin de poder superar los prejuicios hacia las dos culturas y contribuir a la toma de decisiones para mejorar la calidad de vida. La secuencia fue pertinente y clara. En relación a las lecturas: (texto de imaginación narrativa en la perspectiva de Nussbaum, 2010); Escrito en un instante; Reportaje ida y vuelta; Saberes y discusión con pares, se observó en los estudiantes interés por participar y poner sus puntos de vista, en estas actividades se destacaron reflexiones muy importantes e interesantes sobre la necesidad de la comunicación entre las dos culturas para comprender el mundo. Los videos propuestos (Las fronteras de la ciencia. Ciencia, humanidades, ciencias sociales y pseudociencias) generaron en los estudiantes reflexiones interesantes acerca del papel del docente en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias para la formación de las nuevas generaciones, y la responsabilidad de los investigadores y científicos en la comunicación de sus investigaciones.	Los resultados del postest reflejan mejoras en todas las cuestiones y frases. En los textos de imaginación narrativa en la perspectiva de Nussbaum (2010), sobre la vida de los personajes escogidos por los estudiantes; los estudiantes hacen evidentes los valores y aportes a la sociedad, y la necesidad de la comunicación entre las ciencias y las humanidades. A continuación se destacan algunos fragmentos de las reflexiones de los estudiantes con respecto a las lecturas y videos: <i>"Es necesario ver el mundo con los ojos del otro, ya que así comprendemos sus necesidades, sus pensamientos y actitudes para así aprender a convivir con los demás y a complementar los saberes de la escuela , porque no basta formar personas en conocimientos... la gracia es integrar todas esas ideas..."</i> <i>"Los docentes debemos cultivar entonces la imaginación en los estudiantes y llevarlos a conocer temas de una manera más dinámica..."</i> <i>"Las ciencias y las humanidades son igualmente valiosas como cuerpo de conocimiento y saber para comprender y explicar el mundo que nos rodea".</i> <i>"...es importante aprender qué es la ciencia y la tecnología para comprenderlas mejor porque estas influyen en la toma de decisiones en nuestro diario</i>



Otra actividad que motivó a la participación y debate fue la referente a las ideas previas en las cuales debían explicitar: -Aspectos que influyeron en la elección de la carrera que cursan. -Conocimientos que se privilegiaron en las instituciones educativas en básica y secundaria. -Saberes que son considerados los más importantes en la familia y grupo de amigos. -Experiencias de rechazo por pertenecer a las ciencias exactas o las humanidades.	vivir". <i>"Los profesores debemos promover procesos de enseñanza aprendizaje en el aula que permitan trabajos conjuntos con otras áreas en los cuales se construyan conocimientos, consensos y estrategias de comunicación".</i> <i>"Es importante que los docentes promuevan en el aula de clase el estudio de las ciencias, como parte fundamental del tejido social, y para dar respuesta a los diferentes problemas sociales".</i> Las respuestas de los estudiantes confirman algunos resultados ya relatados en la literatura como el hecho de haber elegido estudiar humanidades por no ser bueno para las matemáticas y porque el profesor era de mal genio y no explicaba bien, el haber elegido ciencias naturales porque en la Institución en la cual cursó su bachillerato los conocimientos que se privilegiaron fueron el énfasis en ciencias y además la profesora los motivó a estudiarla, eligieron matemáticas por gusto y porque en su familia apoyan esta área, etc. En algunos casos expresaron sentir rechazo por pertenecer a programas de licenciatura en ciencias o humanidades. Luego de unas semanas algunos estudiantes retoman sus personajes para argumentar y debatir en clase, así como algunos contenidos de los videos y las lecturas, lo cual muestra la trascendencia de los contenidos enseñados en la SEA. Entre los personajes escogidos por los estudiantes están: Charles Darwin, Eleanor Roosevelt, Aristóteles (Platón),
---	--



La actividad relacionada con la escritura de los textos de imaginación narrativa en la perspectiva de Nussbaum (2010), sobre la vida de los personajes escogidos por los estudiantes, esta actividad tomó dos sesiones de clase de 2 horas para su comunicación en el aula por la importancia que se le dio al interior del grupo, todos los grupos comentaban fascinados sobre sus personajes y, como estos contribuyeron y siguen contribuyendo en la transformación de la sociedad. Los personajes fueron seleccionados por los estudiantes según la carrera cursada, por ejemplo: los estudiantes de Ciencias Naturales seleccionaron a Charles Darwin y Marie Curie; los estudiantes de Idiomas y lenguas extranjeras seleccionaron a Eleanor Roosevelt y Gabriel García Márquez; los estudiantes de Filosofía a Aristóteles, etc.	Alexander Von Humbolt, Daniel Goleman, Gabriel García Márquez, Marie Curie, Euclides, entre otros.
Valoraciones Es importante destacar que con la aplicación de la SEA, los estudiantes fueron mejorando sus actitudes frente a la unión de las dos culturas, las ciencias y las humanidades, ya que cada una de las actividades propuestas aportó a los estudiantes elementos para su comprensión. La SEA favorece el diseño de ambientes interdisciplinarios de enseñanza/aprendizaje de los temas planteados sobre naturaleza de la ciencia. En el caso del grupo interdisciplinar (varios programas de la Facultad de Ciencias de la Educación en un curso aula) este proceso se vio enriquecido teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista sobre el tema por parte de los estudiantes de cada programa.	Los resultados de las diferencias entre el pretest y postest, muestran la mejora en todos los temas relacionados con la unión de las dos culturas.
Comentarios La SEA aplicada favorece procesos de aprendizajes significativos y de investigación pedagógica, integrando aspectos conceptuales, procedimentales y axiológicos, que buscan superar procesos memorísticos, a históricos y reduccionistas del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias.	En las entrevistas y comentarios sobre la SEA, los estudiantes manifestaron que era muy interesante, porque abordó temas nuevos e importantes para su formación personal y profesional. También señalaron la importancia de aprender a escuchar y participar en las discusiones y debates, así como la importancia de informarse para poder participar con juicios de valor y poder tomar decisiones. Los estudiantes reconocen la importancia de trabajar en



	equipo y de manera interdisciplinar, aunque también reconocen que no es fácil, debido a intereses tanto personales como colectivos, pero que hay que seguir trabajando para superar estos obstáculos. Los resultados del postest evidencian mejoras en las dos cuestiones con índices actitudinales negativos: (20411. Algunas culturas tienen un punto de vista particular sobre la naturaleza y los humanos... influencia de las creencias éticas y religiosas en la investigación científica y 40211. Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir....)
Anotaciones Es importante la inclusión en el currículo de educación superior, temas relacionados con la unión de las dos culturas las ciencias y las humanidades (de manera transversal o como electivas), que favorezcan en los estudiantes y en los futuros docentes, procesos conscientes sobre su responsabilidad y compromiso con la sociedad, respetando la multiculturalidad y la potencialidad por el trabajo interdisciplinar e integrado.	Esto se evidencia en los resultados del pretest y postest, los comentarios y reflexiones de los estudiantes frente a la SEA, la problemática que plantea la SEA y en las actividades planteadas y desarrollo de estas.
¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD? Se requiere que la SEA tenga acompañamiento por parte del docente y que este se haya apropiado de la SEA.	Esto se evidencia en las reflexiones que alcanzaron los estudiantes en las diferentes actividades y que algunas de ellas se describen en este repertorio.



Este repertorio muestra la importancia de la experiencia formativa vivida por la docente al aplicar la SEA. Es rica en valoraciones sobre el impacto generado en los estudiantes con las actividades propuestas, en especial la de imaginación narrativa que les dio la oportunidad de conocer y valorar los aportes realizados por científicos, literatos, humanistas y filósofos.

Conclusiones

Reconocer el saber que producen los profesores en la práctica docente a través de la reflexión, en sus dimensiones teórica, práctica y actitudinal, favorecer su explicitación y la toma de conciencia crítica, su cuestionamiento y confrontación con la teoría y las intencionalidades educativas, es esencial en esta formación. Es lograr que el docente sea el sujeto de la investigación, se reconozca en el saber que produce, comprenda su práctica y los significados que construyen quienes participan en ella, y a partir de esa comprensión, construya las alternativas de cambio y transformación de acuerdo con el contexto de formación profesional.

La secuencia didáctica “¿Dos Culturas o dos prejuicios?” aborda contenidos interesantes e innovadores, que ofrecen retos tanto de enseñanza como de aprendizaje por su carácter integrador e interdisciplinario. Su aplicación favoreció procesos de aprendizaje significativo y de investigación pedagógica y es importante la inclusión en el currículo de educación superior, de temas relacionados con la unión de las dos culturas, las ciencias y las humanidades, que favorezcan en los estudiantes, procesos de reflexión sobre su responsabilidad y compromiso con la sociedad, respetando la multiculturalidad y la potencialidad por el trabajo interdisciplinar e integrado.

El trabajo con las secuencias en los cursos de formación de educadores, permite a los profesores universitarios asumir actitudes críticas y reflexivas frente a su práctica pedagógica y a las diferentes problemáticas que plantea el mundo globalizado, y analizar la construcción del conocimiento didáctico del contenido sobre temas de NdCyT, para conocer los obstáculos didácticos que impiden al docente la enseñanza de estos temas en el aula.

Para la docente, la participación colaborativa en proyectos como EANCYT, les permite mejorar las prácticas en el aula a través de procesos de investigación, así como poder contribuir en la construcción de conocimientos para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en la universidad.

Referencias

- Acevedo-Díaz, J. A., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18010>
- Acevedo Díaz, A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la Enseñanza de la naturaleza de la ciencia (i): el marco Teórico. *Revista Eureka Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2002). Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. *Revista de Educación*, 328, 355-382.
- Bennássar, A., Vázquez, A., Manassero, M. A., & García-Carmona, A. (Coord.) (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI.



- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39. Recuperado de <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART6.pdf>
- Garritz, A., Lorenzo, G., & Daza, S. (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken, Al.: Editorial Académica Española.
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Manassero-Mas, M. A., & Vázquez Alonso, A. (2001). Instrumentos y Métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 15-27.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., & Acevedo, J. A. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 299-312.
- Mendoza et al. (2013). Comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología: necesidad de superar prejuicios sobre las dos culturas. In *Memorias VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la Enseñanza de las Ciencias "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias"*. Consultado en <http://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2013/07/SeminarioCTS2012.pdf> ISBN 978-84-7666-199-4 pp.139-145
- Novoa, A. y Amante, L. (2015). Em busca da Liberdade. A pedagogia universitária do nosso tempo. *REDU - Revista de Docencia Universitaria*, 13 (1), 21-34. <http://www.red-u.net>
- Nussbaum, M. (2010). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*. Madrid: Ktz Editores.
- Scott, P. (2008). ¿Divergencia o Convergencia? Las relaciones entre docencia e investigación en la educación superior de masas. In R. Barnett (Org.), *Para una transformación de la Universidad. Nuevas relaciones entre investigación, saber y docencia* (pp. 75-91). Barcelona: Octaedro.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-31.
- Snow, C. P. (1977). *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Madrid: Alianza.
- Vázquez, Á., & Rodríguez, A. (2014). Formación del profesorado en Naturaleza de la Ciencia mediante Investigación-Acción. *Revista Praxis & Saber*, 5(9), 165-188.
- Vázquez, A. (2014). Enseñanza, Aprendizaje y Evaluación en la Formación de Docentes en Educación CTS en el contexto del siglo XXI. *Uni-pluri/versidad Revista* 41, 14(2), 37-49.
- Vázquez-Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2). Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-33.
- Vázquez Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. A. (2015). Hacia una formación inicial del profesorado de ciencias basada en la investigación. *Revista Española de Pedagogía*, LXXIII(261), 343-363.



Vázquez, A., Manassero, M. A., & Bennássar, A. (Comp.) (2013). *Secuencias de Enseñanza -Aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*. Edición en CD-ROM: Palma de Mallorca.