

LA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN DE UNA PROFESORA COLABORADORA DEL PROYECTO EANCYT AL APLICAR LA SECUENCIA DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE “PREDECIR EL CLIMA” A ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA

María Mercedes Callejas Restrepo

Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A.
mmcallejas@gmail.com

Adriana del Pilar Vega Pinzón

Instituto Técnico Industrial Rafael Reyes, Duitama Colombia
adriaveg73@yahoo.com

Ángel Vázquez Alonso

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

Resumen

Este artículo presenta la experiencia formativa que desarrolló una profesora colaboradora del proyecto EANCYT, al aplicar la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje-SEA- “Predecir el Clima”, en un curso de ciencias naturales para estudiantes de grado 6° (11-12 años), con el propósito de enseñar un tema específico de Naturaleza de Ciencia y Tecnología relacionado con la investigación y el desarrollo (I+D). En el proceso de investigación, la profesora realiza una planeación reflexiva de su actividad, que le permite comprender qué deben aprender sus estudiantes en relación con el trabajo científico y tecnológico; reflexiona sobre su enseñanza y el uso de actividades significativas de aprendizaje que incluyen el planteamiento de problemas, la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la generación de conclusiones sobre los fenómenos cotidianos que determinan el clima. La profesora utiliza dos formas complementarias para recoger y presentar por escrito la información relacionada con el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) propuestas por Loughran y otros (2012) y adaptadas por Vázquez (2014), que le permiten dar cuenta de la construcción de nuevos conocimientos relacionados con la NdCyT en la enseñanza de las ciencias naturales y reconocer la importancia de favorecer aprendizajes integrales y con sentido para los estudiantes.



Palabras clave: Formación de Profesores; Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología; Secuencia Enseñanza Aprendizaje; Conocimiento Didáctico del Contenido.

Abstract

This paper presents the formative experience that developed a collaborative teacher of the EANCYT project, applying the sequence of Teaching and Learning "Predicting the Weather" in a natural science course for 6th grade students (11-12 years) with the purpose of teaching a specific topic of Nature of Science and Technology related research and development (R & D). In the research process, the teacher makes a thoughtful planning activity, that allow her to understand what students should learn in relation to the scientific and technological work; the teacher reflects on their teaching and the use of significant learning activities, which include problem statement, hypothesis formulation, experimental design and generation of conclusions about everyday phenomena affecting climate. The teacher uses two complementary forms to collect and present written information related to her Pedagogical Content Knowledge (DCK) proposed by Loughran et al (2012) and adapted by Vazquez (2014), which allow her to account for the construction of new knowledge related nature of science and technology in the teaching of natural sciences and recognize the importance of promoting comprehensive and meaningful learning for students.

Keywords: Teacher training; Teaching the Nature of science and technology; Teaching-learning Sequence; Didactic Content Knowledge.

Resumo

Este artigo apresenta a experiência formativa que desenvolveu um professor colaborador do EANCYT projeto, aplicando-se a seqüência de Ensino e Aprendizagem-SEA- "previsão do tempo" em um curso de ciência natural para os alunos do 6º ano (11-12 anos), com a finalidade de ensinar um tópico específico da Natureza da Ciência e Tecnologia relacionada à pesquisa e desenvolvimento (R & D). No processo de pesquisa, o professor faz uma atividade de planejamento pensativo, o que lhe permite entender o que os alunos devem aprender em relação ao trabalho científico e tecnológico; refletir sobre seu ensino e da utilização de atividades de



aprendizagem significativas, incluindo declaração do problema, formulação de hipóteses, e design experimental e gerar conclusões sobre fenômenos cotidianos que afetam o clima. O professor usa duas formas complementares de recolher e apresentar a informação escrita relacionada com o conhecimento didático do conteúdo (CDC) proposto por Loughran et al (2012) e adaptado por Vazquez (2014), que permitem que você conta para a construção de novos conhecimentos relacionados NdCyT no ensino de ciências naturais e reconhecer a importância de promover a aprendizagem abrangente e significativa para os alunos.

Palavras-chave: Formação de Professores; Ensino da Natureza da Ciência e Tecnologia; Sequências de ensino-aprendizagem; Conhecimento Didático do Conteúdo.

Introducción

El proyecto EANCYT (Enseñanza y Aprendizaje de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología) aborda la formación tanto inicial como continuada de los profesores, con el propósito de mejorar su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología (NdCyT), para lo cual propone nuevas metodologías y materiales, las Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA), que son construidas por los profesores investigadores del proyecto y aplicadas en las aulas por profesores colaboradores. La reflexión sobre qué son y cómo funcionan la ciencia y la tecnología ha producido un cuerpo de conocimientos denominado NdCyT, que permite comprender cómo funciona la ciencia y la tecnología (CyT), trata de incorporar en la educación científica contenidos interdisciplinarios de filosofía, historia y sociología de la ciencia (Vázquez y Manassero, 2013) y constituye un reto importante para los profesores de ciencias que deben integrar estos contenidos en los currículos escolares.

En los últimos años, 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 de modo reiterado y consistente que los estudiantes no tienen una comprensión adecuada sobre NdCyT y que la escasa comprensión de la NdCyT por el profesorado sólo puede remediarse con una formación adecuada sobre estas



cuestiones, tanto en la formación inicial como en la formación permanente, que promueva el cambio de las actividades tradicionales de enseñanza de la ciencia, por *actividades meta-cognitivas de auto-reflexión sobre CTSA, donde los estudiantes tienen la oportunidad de pensar sobre su propio trabajo, lo que hacen y por qué razón lo hacen, comparar y discutir su enfoque con otros estudiantes o con el trabajo de los científicos, y debatir, argumentar y tomar decisiones sobre estas cuestiones* (Vázquez, 2014).

De acuerdo con la propuesta de Shulman (2005), entre los varios conocimientos que debe tener un profesor, está el *conocimiento didáctico del contenido (CDC)*. Este tiene su origen en una visión más amplia y reflexiva sobre la enseñanza, es el conocimiento que los profesores construyen a través de su experiencia docente acerca de cómo enseñar un contenido para lograr la comprensión de los estudiantes. En este sentido, es particular e individual pues está influenciado por el contexto de enseñanza, el contenido y la experiencia. Para Shulman (2005), enseñar debe incluir la reflexión de *por qué actúo como lo hago*, lo cual requiere combinar la reflexión sobre la experiencia práctica y la reflexión sobre la comprensión teórica de ella. Este conocimiento didáctico del contenido (CDC), es reconocido por el proyecto EANCYT como condición importante para la enseñanza de los temas de NdCyT y propone una metodología que enfatiza el carácter explícito de la enseñanza y la realización de actividades reflexivas por parte de profesores y estudiantes a través de las Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA). Por la complejidad de los temas de NdCyT, estas secuencias se diseñan a partir de los “consensos” en relación con los contenidos a ser enseñados y ha facilitado la inclusión en varios países de la línea CTS/NdCyT (Vázquez y Manassero, 2012).

El CDC es considerado un modelo útil de reflexión y acción didáctica, que aporta al estudio de las prácticas educativas para incrementar el conocimiento de manera sistemática y rigurosa sobre un sistema de naturaleza compleja, multidimensional y dinámica con el fin de abordar las dificultades que sabemos que aparecen tanto para la enseñanza como para el aprendizaje de las ciencias. (Garritz, 2014). Este conocimiento que es construido por el profesor en los diferentes contextos del desarrollo de su práctica, involucra los aportes de otras disciplinas y reconoce los saberes culturales de las comunidades, los factores institucionales, familiares y políticos que inciden en las decisiones como profesional de la docencia y le imprime el sello de identidad particular como docente. (Garritz, 2014).



Las SEA como instrumentos para la planificación didáctica, plantean intervenciones curriculares, y se constituyen, en una actividad de investigación por el diseño de las actividades propuestas y de las cuales se esperan resultados en relación con el aprendizaje de los estudiantes. El trabajo con las SEA implica a los profesores en un proceso de planificación reflexiva de su actividad docente, desde la justificación y los objetivos, la estructura conceptual, el contexto educativo, las actividades, los materiales y la evaluación, que reconoce las características de los estudiantes y sus conocimientos previos del tema. En conclusión, el CDC es integrador pues implica que el profesor conozca el currículo, los estudiantes, el contexto de aprendizaje y las estrategias didácticas (Acevedo, 2009).

Un modelo general para visualizar las formas como los profesores representan los contenidos del curso que enseñan, ha sido propuesto por Loughran, Berry y Mulhall (2012) a partir de preguntas consideradas centrales para la enseñanza de los temas. El proceso inicia con la aplicación de un cuestionario denominado Representación del Contenido (*ReCo*) que consta de ocho preguntas que permiten indagar sobre el conocimiento didáctico que tienen los profesores sobre esas ideas. Esta información suministrada por la *ReCo* se complementa con la obtenida a partir de un segundo instrumento llamado Repertorios de experiencia Profesional y Didáctica (*Rex-PyD*) que permite al profesor escribir el relato de su práctica en el aula al enseñar un contenido específico. Estos instrumentos fueron adaptados para el proyecto EANCYT con el propósito de generar la reflexión a partir de la aplicación de la SEA.

Metodología

La metodología propuesta por el proyecto EANCYT es seguida en esta investigación. Aplica un diseño (cuasi)-experimental longitudinal que se desarrolla en tres fases: pre-test – intervención (enseñanza de la SEA “Predecir el Clima” a un grupo natural de estudiantes) - post-test para valorar la efectividad de la SEA. La profesora estudia los materiales de la SEA que aborda un tema de NdCyT, aplica el pretest y unas semanas después inicia el desarrollo de la secuencia de actividades prevista con su grupo de estudiantes. Un mes después, aplica el postest y realiza la entrevista a los estudiantes. Posteriormente la profesora hace la reflexión utilizando los instrumentos propuestos para hacer explícito el CDC que ha construido en el proceso.



La población está conformada por la profesora colaboradora del proyecto y el grupo de 39 estudiantes de educación básica secundaria, 24 hombres y 15 mujeres, con edades comprendidas entre los 11 y los 13 años que cursan el grado 6° en una institución educativa oficial en Duitama, Colombia, con quienes realiza la aplicación de la SEA.

Instrumentos

Los instrumentos del proyecto son de tres tipos: de intervención didáctica (SEA “Predecir el clima”); de evaluación (COCTS) y de reflexión de la profesora sobre la aplicación de la SEA.

Los dos instrumentos de reflexión sobre la aplicación de la SEA, fueron adaptados para que respondieran a la estructura de la secuencia por A. Vázquez (2014) con base en los instrumentos propuestos por Loughran et al. (2012) para operacionalizar el CDC denominados Representación de Contenidos- ReCo- (Cuadro 1) y Repertorio de Experiencia Profesional y Didáctica -Rex-PyD- (Cuadro 2), que fueron desarrollados por la profesora colaboradora para el análisis de su CDC.

Cuadro 1 – Representación de contenidos (Re-Co)

| | | |
|--|--|--|
| <p><i>Este instrumento está diseñado para realizar una sinopsis de la apropiación realizada por cada profesor (a), de una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD) a partir de su diseño y su enseñanza en una clase concreta. En otras palabras, esta sinopsis refleja la forma como el profesor adapta el tema de la SEA/UD 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. Escriba y complete los datos en las casillas en blanco que solicitan escribir o en los puntos ...</i></p> | | |
| <p>Título de SEA / UD ...</p> <p>CLASE (edad) ...</p> <p>País ...</p> <p>Profesor(a) ...</p> | <p>CONCEPTO CENTRAL DE NATURALEZA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA QUE AFRONTA LA SEA (escriba aquí la noción nuclear para enseñar en esta SEA/UD)</p> | |
| | <p>Ideas relevantes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología (relacionadas con el concepto central anterior)</p> | |
| | <p>Idea A. ...</p> <p>Escriba aquí su idea concreta, que sea relevante para el concepto central</p> | <p>Idea B. ...</p> <p>Escriba aquí su idea concreta, que sea relevante para el concepto central</p> |
| <p>OBJETIVO: ¿Qué me propongo que aprendan mis estudiantes acerca de cada</p> | <p>Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea</p> | <p>Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de</p> |



| | | |
|---|--|--|
| idea? ... | de esta columna. | esta columna. |
| MOTIVACIÓN: ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea? | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| ELICITACIÓN: Ideas previas de los estudiantes que influyen en mi enseñanza de esta idea. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| EXPLORACIÓN: Dificultades y limitaciones en la enseñanza de cada idea. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| ELABORACIÓN: Otros factores que influyen en la enseñanza de esta idea. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| EXPLICACIÓN: Procedimiento(s) de enseñanza (y razones particulares para su uso). | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| EVALUACIÓN: Formas específicas de determinar el progreso / comprensión / confusión de los estudiantes en esta idea. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| EXTENSIÓN: ¿Qué más debería saber el profesorado acerca de esta idea (aunque no tenga la intención de enseñarlo a los estudiantes)? | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila referida a la idea de esta columna. |
| ELIMINACIÓN: ¿Qué no se puede enseñar de lo planeado? | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila |
| INNOVACIÓN: ¿Qué más se podría enseñar acerca de esta idea? | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila |
| OTROS COMENTARIOS: (Observaciones adicionales) | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila | Escriba aquí su respuesta a la cuestión que encabeza esta fila |

Este instrumento le permitió a la profesora identificar las ideas centrales sobre la predicción del clima y familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico y tecnológico que orientó la implementación de la SEA en el aula, los objetivos, las ideas previas de los estudiantes, las estrategias didácticas y de evaluación empleadas para cada idea central.



Cuadro 2 – Repertorio de experiencia profesional y didáctica (Rex-PyD).

| <p><i>El repertorio constituye el relato del profesorado sobre la experiencia de enseñanza con una secuencia de enseñanza/aprendizaje (SEA) o unidad didáctica (UD), revisando su acción práctica educativa 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 profesorado y las interacciones producidas con y entre los alumnos. El repertorio es el conjunto de experiencias de ese desarrollo, seleccionados subjetivamente por el profesorado aplicador, a partir de su experiencia de enseñanza con la SEA/UD, y que pueden incluir reflexiones, valoraciones, comentarios, anotaciones, etc. Con el fin de facilitar el relato se ofrece el siguiente cuadro, que debe ser completado por el profesorado, escribiendo en cada celda los hechos relevantes correspondientes.</i></p> | |
|---|-------------------------|
| Guía orientativa | Evidencias / pruebas... |
| Reflexiones (escriba...) | (escriba...) |
| Valoraciones (escriba...) | (escriba...) |
| Comentarios (escriba...) | (escriba...) |
| Anotaciones (escriba...) | (escriba...) |
| ¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA/UD? (escriba...) | (escriba...) |
| Otros (escriba...) | (escriba...) |

La SEA “Predecir el clima”, aborda el tema de la relación investigación y desarrollo (I+D), un rasgo específico de CTS/NdCyT. Las actividades que se proponen en la SEA a los estudiantes están orientadas por una visión integral del aprendizaje que articula conocimientos, procedimientos, actitudes y valores a partir de un problema de la vida cotidiana, y tienen por objeto familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico y tecnológico, particularmente en la identificación de variables que influyen en los resultados de un experimento, la formulación de modelos para predecir los resultados de experimentos y simulaciones, al igual que la realización de mediciones con instrumentos y equipos adecuados, lo que hace posible trascender la mirada acrítica de los eventos climatológicos y buscar regularidades para su predicción.



El cuestionario estandarizado contiene cinco cuestiones del COCTS seleccionadas para evaluar los conocimientos previos y los aprendizajes realizados por los estudiantes sobre los temas relacionados con la investigación y el desarrollo. (Tabla 1).

Tabla 1 – Cuestiones aplicadas para la evaluación del impacto de la SEA como pre-test y post-test

| Cuestiones | Temas / Subtemas |
|-------------------|--------------------------------|
| 10111 | Definiciones- La ciencia es... |
| 10113 | El proceso de hacer ciencia |
| 10211 | Definiciones- Tecnología es... |
| 10311 | Investigación + Desarrollo |
| 10421 | Investigación tecnológica |

La Representación de Contenidos (ReCo), es una visión general de los contenidos de la enseñanza de un tema (qué se intenta que los estudiantes aprendan y qué no, por qué es importante para los estudiantes aprender el tema, dificultades o limitaciones de la enseñanza, ideas de los estudiantes que influyen el aprendizaje, métodos de enseñanza, anticipación las respuestas de los estudiantes y otros factores que influyen la enseñanza), y los Repertorios de Experiencia Profesional y Pedagógica (Rex-PyD) son informes de aspectos de la práctica educativa para un contexto particular de aula.

En el marco de la reflexión propuesta, la profesora diligenció los dos instrumentos propuestos para explicitar, en el ReCo, en forma de proposiciones plantea cómo enfocó la enseñanza del tema en cada una de las fases propuestas en la SEA, y cuál es su comprensión de la práctica docente que realizó, y en el Rex-PyD, relata la experiencia de enseñanza con la SEA e incluye reflexiones, valoraciones, comentarios y anotaciones.

Resultados

Se presentan los resultados cuantitativos de la evaluación de los aprendizajes de los estudiantes a partir de las comparaciones de las respuestas a las cuestiones del



COCTS de la evaluación inicial y final de los estudiantes, y los resultados cualitativos producto de la reflexión de la profesora realizada a partir de la enseñanza de la SEA *Predecir el Clima* en los instrumentos de reflexión propuestos.

Resultados cuantitativos

Los valores numéricos antes de la aplicación muestran que tres cuestiones tienen índices negativos, que representarían una comprensión deficiente de los estudiantes en los temas relacionados con el proceso de hacer ciencia, la definición de tecnología y los significados de I + D. Las otras dos cuestiones sobre la definición de ciencia y la investigación tecnológica, muestra un índice promedio moderadamente positivo, que indicaría una comprensión adecuada de este tema por algunos estudiantes.

Los valores numéricos posteriores a la aplicación de la SEA muestran que todas las cuestiones alcanzan promedios positivos. La cuestión 10311 plantea: *Ciencia y tecnología son muy importantes para la investigación y el desarrollo (I + D) de la industria del país. ¿Qué significado tiene para ti "investigación y desarrollo" (I + D)?* Para esta cuestión hay una frase adecuada, cuatro plausibles y tres ingenuas y alcanza un índice medio positivo pero cerca a cero, que indicaría una comprensión insuficiente de este tema I + D, en la medida que significa una combinación de ciencia y tecnología y expresa que la investigación conduce al desarrollo y el desarrollo lleva a una investigación mejorada.

La cuestión 10113 que pregunta por la descripción del proceso de hacer ciencia y la 10211 que plantea la definición de tecnología, muestran un índice promedio moderadamente positivo, que representaría una comprensión adecuada de estos temas, al expresar acuerdo con la frase adecuada de la 10113: *observar y proponer explicaciones sobre las relaciones en el universo, y comprobar la validez de las explicaciones*, y de la 10211 que tiene una frase adecuada referente a *ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad* y seis frases plausibles relacionadas con objetos, instrumentos, maquinarias, robots, ordenadores. Para la cuestión 10421 que plantea privilegiar la investigación tecnológica sobre la científica, para mejorar la calidad de vida del país, el índice medio positivo cercano a cero no se modifica, lo cual mostraría que el desarrollo de la SEA no logró modificar el acuerdo con las visiones ingenuas o plausibles que hablan de privilegiar la investigación



científica.

La tabla 2 muestra los índices promedios obtenidos para cada una de las cinco cuestiones antes y después de la aplicación de la SEA en el grupo y las diferencias entre las dos, que pueden interpretarse como un avance en el proceso de aprendizaje logrado con la secuencia.

Tabla 2 – Resultados de los índices medios en las cinco cuestiones para la evaluación inicial y final.

| | Cuestiones | | | | |
|-------------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 10111 | 10113 | 10211 | 10311 | 10421 |
| Pretest | 0.05 | -0.00 | -0.10 | -0.16 | 0.02 |
| Postest | 0.24 | 0.13 | 0.19 | 0.02 | 0.02 |
| Diferencias | 0.19 | 0.13 | 0.29 | 0.18 | 0 |

Los valores de las diferencias entre los promedios pre- y post-test en cuatro cuestiones son positivos, y por tanto, representarían una mejora relevante en la comprensión de estos temas por parte de los estudiantes que podría atribuirse a la intervención didáctica de la profesora. La ganancia positiva de los estudiantes en cuatro cuestiones representa una mejora en la comprensión de la NdCyT y, por tanto, un efecto positivo de la aplicación de la SEA “Predecir el Clima”.

Resultados cualitativos

El desarrollo de las dos matrices ReCo y Rex-PyD permite valorar el CDC expresado por la docente a partir de la reflexión generada sobre la aplicación de la SEA. La Representación de Contenidos, muestra cuatro ideas centrales sobre la ciencia y la tecnología para la investigación y el desarrollo que orientaron la implementación de la secuencia y el análisis de cada una en relación con las diez preguntas propuestas que abordan las actividades que se proponen a los estudiantes.

El concepto central de NdCyT que afronta la SEA según el docente es: la importancia de la ciencia y la tecnología para la investigación y el desarrollo, permite



evidenciar el papel de estos conocimientos en la comprensión de fenómenos cotidianos como aquellos que determinan el clima y las ideas relevantes de acuerdo con el concepto anterior son:

Idea A. *Efectos dramáticos de la variabilidad climatológica en la vida de las personas*

Idea B. *Articulación entre el conocimiento científico y tecnológico*

Idea C. *Descripción de situaciones problema y formulación de hipótesis*

Idea D. *Diseño y construcción de modelo y prototipos científicos.*

A continuación, se muestra el desarrollo de la Idea A en la tabla 3 de acuerdo con lo expresado por la profesora en el ReCo, para el análisis de las preguntas:

Tabla 3 – Matriz ReCo para la Idea A de la SEA “Predecir el Clima”

| CUESTIONES | IDEA CENTRAL A. <i>Efectos dramáticos de la variabilidad climatológica en la vida de las personas</i> |
|--|---|
| OBJETIVO ¿Qué me propongo que aprendan mis estudiantes acerca de cada idea? | Comprender las consecuencias de la variabilidad del clima sobre la Tierra. |
| MOTIVACIÓN ¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan esta idea? | Para que se sensibilicen ante las consecuencias de este problema y empiecen a tomar decisiones que no afecten al planeta. |
| ELICITACIÓN Ideas previas de los estudiantes que influyen en mi enseñanza de esta idea. | El descongelamiento de los polos La muerte de animales La escasez del agua Las inundaciones |
| EXPLORACIÓN Dificultades y limitaciones en la enseñanza de cada idea. | Se les dificulta comprender que articulación existe entre estos problemas ambientales y lo que el humano está haciendo en el planeta. |
| ELABORACIÓN Otros factores que influyen en la enseñanza de esta idea. | La falta de cultura ambiental hace que los estudiantes no hagan parte del cuidado hacia la Tierra. |
| EXPLICACIÓN Procedimiento(s) de enseñanza (y razones particulares para su uso). | Proponer un proyecto para estudiar el clima de la región, integrando aspectos científicos y tecnológicos. |
| EVALUACIÓN Formas específicas de determinar el progreso / comprensión / confusión de los estudiantes en esta idea. | Analizando e interpretando el discurso de los estudiantes. Evaluando por medio de la presentación y la sustentación los proyectos para estudiar el clima de la región presentados por los estudiantes. |
| EXTENSIÓN ¿Qué más debería saber el profesorado acerca de esta idea (aunque no tenga la intención de enseñarlo a los estudiantes)? | Estado de la contaminación atmosférica en su País. Conocimiento de los centros que investigan esta problemática. |
| INNOVACIÓN ¿Qué más se podría enseñar acerca de esta idea? | Impacto del clima en el futuro. |



Este ReCo representa el CDC de la profesora que aplica la secuencia pues muestra las ideas que orientan la enseñanza del tema de NdCyT seleccionado, plantea que se propone que aprendan los estudiantes y justifica su importancia; reconoce las ideas de los estudiantes y las dificultades para la enseñanza y elige como estrategia proponer un proyecto con base en el modelo de resolución de problemas que permita evidenciar la relación entre ciencia y tecnología. Es consciente de la necesidad de buscar diferentes alternativas para evaluar la comprensión de los estudiantes, de la importancia de los conocimientos del profesor en relación con las ideas propuestas y de la posibilidad de innovar en la enseñanza de estas ideas.

Repertorios de experiencia profesional y didáctica

Estos repertorios constituyen el relato personal de la profesora sobre la enseñanza de la ciencia y la tecnología para la investigación y el desarrollo y complementan las ideas del ReCo. En las Reflexiones planteadas en el Rex-PyD, la Profesora expresa que la Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje fue muy clara y pertinente en cuanto al planteamiento de situaciones problema, formulación de hipótesis, diseño de modelos, interpretación de datos y sistematización de información; ya que los nueve grupos de trabajo presentaron fortalezas ante estos conocimientos. Señala que la construcción del Barómetro fue una actividad que motivó a los estudiantes y les generó mucho gusto, tanto que después de meses de la terminación del trabajo insisten en presentar y confrontar datos con sus compañeros.

Al plantear las Valoraciones, hace referencia a las dificultades de los estudiantes para diferenciar entre conocimiento científico y tecnológico; establecer relaciones entre conocimientos, investigación y desarrollo y relacionar la hipótesis con los datos en la actividad 2 que realizaron, lo cual se evidencia en los índices actitudinales mostrados en los resultados cuantitativos.

Los Comentarios hacen referencia al tiempo que necesitaron los estudiantes para desarrollar la actividad número 1 propuesta en la secuencia que fue de 60 min, basada en una lectura de Galileo Galilei y el planteamiento de una situación problema. En la actividad número 2, cada estudiante escogía un aspecto de la vida de Galileo y completaba el cuadro sobre el modelo de resolución de problemas desde la ciencia y la tecnología, para lo cual requirieron de ejemplos prácticos, y duraron 70 minutos para completarlo totalmente. Ante el trabajo en equipo el maestro estuvo muy atento, ya que algunos de los estudiantes no trabajaban y por lo anterior se les expresaba la



importancia de la participación y el aporte de todos.

Sobre la pregunta ¿Qué recomendaciones haría a otro colega que quiera aplicar esta misma SEA?, la profesora escribe: *“En la parte donde deben construir el barómetro, es importante utilizar un aula virtual o la interacción de los estudiantes con la página virtual, ya que ellos al ingresar a la página de Ceres, sintieron una gran emoción y motivación ante este trabajo con la NASA”*.

Entre los componentes reconocidos inicialmente como básicos del CDC está:

“el conocimiento detallado de las ideas previas de los estudiantes sobre un tema, las dificultades que surgen en la construcción de ciertos contenidos y en su aprendizaje, así como el interés y la motivación que pueden suscitar esos contenidos. Un buen conocimiento de los estudiantes permite al profesor interpretar mejor sus ideas y acciones, de tal modo que podrá organizar la enseñanza con más eficacia, enfocando las estrategias didácticas hacia mejores representaciones del contenido.”(Acevedo, 2009)

El CDC de la profesora muestra desde la práctica del aula, el interés por las ayudas requeridas por los estudiantes para desarrollar las actividades propuestas en la secuencia, el tiempo extra que necesitan para su comprensión y elaboración, la necesidad de acompañar con ejemplos y la importancia de considerar los conocimientos afectivos y actitudinales a la par con los procedimentales y conceptuales.

La implementación de la SEA fue asumida por la profesora en una perspectiva de investigación y de acción, de hacer explícito el conocimiento sobre NdCyT y sobre su enseñanza y reflexionar sobre las dificultades de los estudiantes para resolver problemas orientados a construir conocimiento científico y tecnológico para comprender fenómenos cotidianos como aquellos que determinan el clima.

Conclusiones

El proponer una nueva metodología para la enseñanza de los temas de NdCyT en los cursos de ciencias naturales a través de la implementación de las secuencias didácticas, se convierte en una actividad formativa para los docentes, y en el caso de esta investigación estimuló a la profesora a reflexionar sobre su propia práctica, y propició la construcción de nuevos conocimientos relacionados con la NdCyT y su



enseñanza, muestra el CDC desarrollado por la docente y la hace consciente de la importancia de la enseñanza explícita y reflexiva (Vázquez, 2014) en la integración CDC-NdCyT. El proceso permitió mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los procesos de la ciencia, las definiciones de ciencia y tecnología y evidenció la necesidad de trabajar más sobre su importancia para la investigación y el desarrollo. El propósito de la SEA de familiarizar a los estudiantes con el trabajo científico y tecnológico, particularmente en la identificación de variables que influyen en los resultados de un experimento, la formulación de modelos para predecir los resultados de experimentos y simulaciones, al igual que la realización de mediciones con instrumentos y equipos adecuados, contribuyó a superar la mirada acrítica de los eventos climatológicos y a buscar regularidades para su predicción. De acuerdo con el ReCo de la profesora, los estudiantes debieron superar dificultades en la comprensión de los conceptos, el planteamiento de problemas y la construcción de los aparatos.

En este sentido, la investigación aporta elementos de reflexión importantes para los profesores y las instituciones, al identificar las fortalezas y debilidades del proceso y mostrar que los profesores requieren una comprensión amplia de los contenidos que enseñan, la cual se combina con la experiencia docente que les permite utilizar y adaptar diferentes estrategias en sus clases. Las Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje favorecen una mayor comprensión de temas de NdCyT cuya enseñanza en el medio escolar ha sido muy tradicional, propician aprendizajes de contenidos y explicaciones de las ciencias; de los procesos o formas de aproximarse al entendimiento del mundo natural y, del *contexto social* dentro del cual se lleva a cabo la formación en ciencias y la aplicación de los conocimientos para la solución de las necesidades humanas.

La reflexión sobre la práctica y la toma de decisiones para superar las dificultades de los estudiantes expresadas en el ReCo, evidencian las transformaciones que se empiezan a dar en las concepciones y prácticas de la profesora como un cambio didáctico. La aplicación de la SEA promueve la reflexión en la acción y sobre la acción (Schön, 1987) y permite a la profesora tomar consciencia de sus ideas y de las dificultades del cambio.

Las investigaciones realizadas en relación con el CDC, señalan a los instrumentos ReCo y Rex-PyD como eficaces para la autoformación de los docentes, especialmente en los temas curriculares innovadores y complejos de la NdCyT, aunque deben explorarse más y promover su uso en grupos que aporten a la reflexión



colectiva (Vázquez y Rodríguez, 2014).

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

Referencias

- 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.
- Bennásar, A., Vázquez, Á., Manassero, M. A. y García-Carmona, A. (Coor.). (2010). *Ciencia, tecnología y sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología*. Madrid: OEI.
- Loughran, J., Berry, A. y Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Garritz, A., Lorenzo, G., y Daza, S. (2014). *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Saarbrücken, Al.: Editorial Académica Española.
- Manassero-Mas, M. A y Vázquez Alonso, Á. (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.
- Schön, D. (1987) *La formación de profesionales reflexivos*. Barcelona: Paidós.
- Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: Fundamentos de la nueva reforma. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-31.
- 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. y 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. y Manassero-Mas, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de la ciencia y tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (Número extraordinario), 630-648.
- Vázquez, Á. y Rodríguez, A. (2014). Formación del profesorado en Naturaleza de la Ciencia mediante Investigación-Acción. *Revista Praxis & Saber*, 5(9), 165-188.