

Análisis discursivo de la potencialidad didáctica de una propuesta CTIM

Discursive analysis of the didactic potential of a STEM proposal

Victor Furci¹, Ana González², Oscar Trinidad^{1,3} y Luis Peretti^{1,3}

¹Universidad Pedagógica Nacional – UNIPE – Piedras 1080, CABA, Argentina.

²ISFDN°114 Bartolomé Mitre 5035 Villa Ballester. Buenos Aires; Argentina.

³ISFDN°99 Mitre 400 A. Korn. Buenos Aires; Argentina.

E-mail: vfurci@gmail.com

Recibido el 22 de septiembre de 2020 | Aceptado el 10 de noviembre de 2020

Resumen

Se presentan en este trabajo los resultados de un estudio de caso, en el que se analizan las interacciones discursivas como elemento significativo para evaluar la potencialidad didáctica de una propuesta de enseñanza de física.

El contexto de producción de los discursos es un curso de profesorado de Ciencias Naturales para nivel secundario de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La propuesta didáctica consiste en el planteo y resolución de un problema abierto centrado en la transferencia de energía térmica; el cual propone el diseño e implementación de dispositivos experimentales y tecnologías digitales para su solución, abordados desde una perspectiva multidisciplinaria ciencia, tecnología, ingeniería y matemática (CTIM).

Se realiza el análisis de las interacciones discursivas incluyendo los aspectos estructural-textural, semántico y retórico. Se presenta además una descripción contextual y del lenguaje no-verbal desarrollado en el caso. El estudio describe la potencialidad didáctica de la propuesta y caracteriza las intervenciones discursivas del profesor. Finalmente, se señalan algunas recomendaciones para la resignificación comunicativa del diseño de propuestas CTIM.

Palabras clave: Análisis del discurso; Interacciones discursivas; CTIM; Potencialidad didáctica.

Abstract

The results of a case study are presented in this work, in which the discursive interactions are analyzed as significant element to evaluate the didactic potential of a Physics teaching proposal.

The context of production of the speeches is a science teacher course for secondary school in the province of Buenos Aires, Argentina. The didactic proposal consists of posing and solving an open problem focused on the transfer of thermal energy; which proposes the design and implementation of experimental devices and digital technologies for its solution, approached from a multidisciplinary STEM (Science, Technology, Engineering and Math) perspective.

The analysis of the discursive interactions is carried out including the structural-textural, semantic, and rhetorical aspects. A contextual description and the non-verbal language developed in the case are also presented. The study shows the didactic potential, both of the proposal and of the teacher's discursive interventions. Finally, some recommendations for the communicative resignification of the design of STEM proposals are pointed out.

Keywords: Discourse analysis; Discursive interactions; STEM; Didactic potential.

I. INTRODUCCIÓN

La perspectiva o modelo didáctico “ciencia, tecnología, ingeniería y matemática” (CTIM) está siendo considerada, en los últimos años, como una alternativa didáctica a ciertas prácticas tradicionales de enseñanza de las ciencias (Bybee, 2010). Por su carácter multidisciplinario y su formato participativo, las propuestas CTIM y la CTIAM¹, cuando incluye artes, vienen ganando espacio en los ámbitos de discusión de la didáctica para la enseñanza de las diversas disciplinas que lo componen (ciencias, tecnología, ingeniería y matemática) dando lugar a numerosas publicaciones y congresos internacionales referidos al tema. Si bien, de una revisión sobre las publicaciones que abordan el tema, no resulta absolutamente clara la caracterización de CTIM como modelo didáctico (Brown, 2012, Ortiz-Revilla *et al.*, 2020), puede considerarse de interés analizar algunos aspectos de su posible “potencialidad didáctica” (Furci *et al.*, 2020).

Para este análisis se propone un estudio de caso, en donde se estudia el proceso de planificación e implementación de una secuencia didáctica, construida en interacción entre docentes y grupo investigador, desde la perspectiva CTIM focalizada en el planteo y resolución de un problema abierto vinculado al intercambio de energía de un sistema físico.

Por lo general, muchos problemas del tipo abiertos, presuponen la posibilidad de un abordaje multidisciplinar inicial básico. En particular, los problemas “de física” suelen convocar, en principio, saberes matemáticos, por su fuerte presencia en el lenguaje disciplinar. Lo mismo podría afirmarse, en sentido amplio, en cuanto a la consideración de las formas de producir y validar el conocimiento, propio de las ciencias experimentales y de sus aplicaciones tecnológicas, o de ingeniería. Sin embargo, según se propone desde la perspectiva CTIM, la consideración conjunta de estos elementos y de sus interrelaciones resulta una cuestión central, organizadora y superadora de esas condiciones básicas, a la hora de planificar y orientar las actividades para la construcción del conocimiento, potenciando los aprendizajes de las distintas disciplinas involucradas.

Como señala Jordi Domènech Casal (2019), la *interdisciplinarietà* que se asocia a menudo con CTIM debe ir más allá de “trabajar contenidos de forma conjunta”. Podemos llegar a pensar una problemática que admite diversas miradas disciplinares, pero no necesariamente será sencillo que estas miradas confluyan al mismo tiempo y con un mismo objetivo. Eso no significa que este tipo de *interdisciplinarietà* esté reñida con el desarrollo profundo de contenidos o miradas epistémicas de las áreas implicadas. Es posible idear actividades en las que en distintos momentos se transite de forma secuencial de una mirada epistémica a otra (definir matemáticamente una ley en primer lugar para después interpelarla con hipótesis o modelos científicos y diseñar experimentos para testarla).

Por otra parte, y considerando el contexto de formación de docentes de Ciencias Naturales, las propuestas CTIM en las que estamos pensando, no se caracterizan “solo” por incluir el tratamiento de un problema desde distintas disciplinas, claramente involucran aspectos referidos a la didáctica específica.

Se intentará entonces caracterizar propuestas CTIM en estudio, focalizando en diferentes factores, entre ellos: el uso que se hace de problemas abiertos, la necesidad de la integración de tecnologías digitales en su resolución, el tipo de consignas y organización de la secuencia de actividades en función de permitir un tratamiento fecundo desde las cuestiones emergentes, el grado de interacción entre los conocimientos propios de cada disciplina, los saberes docentes que posibilitan la implementación efectiva, entre otras.

Por todo lo anterior, compartimos algunas de las preguntas que orientan y enmarcan este análisis: ¿Qué elementos didácticos específicos deberían incluir las propuestas de tipo CTIM, para favorecer su potencialidad?; ¿cuál es el modelo didáctico o las lógicas subyacentes, que articulan o relacionan estos elementos? ¿Presenta alguna novedad de interés con respecto a modelos de mayor tradición en la didáctica de las ciencias naturales y de la física en particular?

También resulta de interés considerar, caracterizar y analizar el rol docente en el desarrollo de la propuesta, es decir ¿Qué tipo de intervenciones o desempeño docente favorecen los aprendizajes en este contexto? ¿Cómo pueden estas intervenciones promover un tipo de diálogo más adecuado para la construcción y apropiación crítica del conocimiento por parte de los estudiantes?

El análisis del caso estudiado se focaliza en las interacciones discursivas entre el docente y los estudiantes de un profesorado de Ciencias Naturales, a lo largo de una clase completa, dentro del desarrollo de una secuencia didáctica más extensa. Se estudian, en un recorte metodológico, algunos segmentos de diálogo, las consignas escritas ofrecidas por el profesor y las producciones de los estudiantes que incluyen: esquemas o diseños de solución del problema planteado, dispositivos experimentales propuestos, desarrollados y producciones escritas. La metodología adoptada permite caracterizar y reflexionar sobre el tipo de habilidades discursivas puestas en juego y el tipo de patrones temáticos desarrollados en la clase, como aportes para evaluar la potencialidad didáctica de la propuesta. La metodología empleada, además, es considerada como un dispositivo posible para ser integrado al proceso de formación docente en física. Desde esta perspectiva se analizará en qué medida se trata de una propuesta formativa integradora, que permita acortar algunas de las tradicionales brechas entre teoría y práctica, y disciplina y didáctica.

¹Los acrónimos formados a partir de las traducciones de las mismas palabras son *STEM*, en inglés, y *MINT*, en alemán. Cuando se incluyen las artes, a CTIAM, en inglés le equivale *STEAM*.

II. MARCO TEÓRICO

A. La potencialidad didáctica de las propuestas CTIM

Podemos rastrear la idea de potencialidad didáctica de una propuesta de enseñanza, en un texto de J.D. Raths (1971). El autor propone que los materiales curriculares tienen un valor explícito al que se asoma el lector, aunque poseen un valor sí mismo, un componente implícito, *potencial* que es necesario desvelar. Este componente se basa en concepciones sobre la sociedad, la escuela, el profesor, el aprendizaje, el alumno.

Así entonces podemos pensar que una propuesta didáctica, materiales, secuencias, poseen en sí mismos características que pueden hacer que atrofien la capacidad de búsqueda del profesor y de los alumnos para ser eficientes en el proceso de enseñanza y también de aprendizaje. Podríamos decir que este tipo de materiales posee baja potencialidad didáctica.

Santos Guerra (1991) toma las ideas de Raths referidas a la evaluación de materiales didácticos, y desarrolla el concepto de *potencialidad didáctica*. Los materiales didácticos con gran potencialidad serían aquellos que:

- permitan al alumno tomar decisiones razonables respecto a cómo utilizarlos y ver las consecuencias de su elección;
- permitan desempeñar un papel activo al alumno: investigar, exponer, observar, entrevistar, participar en simulaciones, etc.;
- permitan al alumno o le estimulen a comprometerse en la investigación de las ideas, en las aplicaciones de procesos intelectuales o en problemas personales y sociales;
- impliquen al alumno con la realidad: manipulando, aplicando, examinando, recogiendo objetos y materiales;
- puedan ser utilizados por los alumnos de diversos niveles de capacidad y con intereses distintos, propiciando tareas como imaginar, comparar, clasificar o resumir;
- estimulen a los estudiantes a examinar ideas o la aplicación de procesos intelectuales en nuevas situaciones, contextos o materias;
- exijan que los estudiantes examinen temas o aspectos en los que no se detiene un ciudadano normalmente y que son ignorados por los medios de comunicación: sexo, religión, guerra, paz; etc.;
- obliguen a aceptar cierto riesgo, fracaso y crítica; que pueda suponer salirse de caminos trillados y aprobados socialmente;
- exija que los estudiantes escriban de nuevo, revisen y perfeccionen sus esfuerzos iniciales;
- comprometan a los estudiantes en la aplicación y dominio de reglas significativas, normas o disciplinas, controlando lo hecho y sometiéndolo a análisis de estilo y sintaxis;
- den la oportunidad a los estudiantes de planificar con otros y participar en su desarrollo y resultados;
- permitan la acogida de los intereses de los alumnos para que se comprometan de forma personal.

Otra concepción sobre el concepto de “potencialidad didáctica” de una propuesta de clase, es aportada por el modelo didáctico de Investigación escolar presentado por el grupo IRES (Porlan Ariza, R., y García Pérez, F. F. 2000). En él la clase es considerada como un “sistema” en el que los flujos de información que se dan permanentemente son consecuencia de diversas interacciones simultáneas, de distinta intensidad, que se establecen entre estudiantes, profesores, materiales didácticos, contexto físico, etc. Estos elementos aportan al sistema del aula una determinada organización, de la que emergen cualidades propias de cada situación, en contexto. Así descrita, el aula constituye, sobre todo, “un sistema de comunicación”.

En trabajos recientes del grupo de investigación (Furci *et al.*, 2018, 2020), se ha intentado ampliar este concepto de “potencialidad didáctica” de una secuencia de enseñanza, incluyendo para su análisis algunas variables tomadas de diversos autores, y que se presentan aquí a modo de ejemplo: V1 Explicitación de la representación sobre la tarea, V2 Desempeño de un rol activo, V3 Interacción con objetos, V4 Demanda de diversas habilidades de pensamiento, V5 Construcción colectiva de conocimiento y comunicación, V6 Trabajo en temáticas significativas con enfoques pertinentes, V7 Desarrollo de propuestas en tiempos, espacios y con los recursos disponibles.

En los trabajos mencionados, el análisis de la potencialidad se realizó a partir de variables que consideran mayormente características de la propuesta didáctica, en tanto las ideas iniciales e intenciones del profesor, dejando de alguna manera un tanto incompleto el estudio de las interacciones discursivas, entre estudiantes y docente.

En este nuevo estudio que se presenta aquí, se adopta un abordaje amplio del concepto de potencialidad didáctica de una propuesta de aula para la enseñanza de las ciencias, considerando tres dimensiones principales: epistemológica, didáctica específica y cognitivo-lingüística.

La dimensión epistemológica hace referencia a las formas de construcción del conocimiento científico, los supuestos sobre la práctica científica, la estructura y organización del recorrido conceptual relacionado con las leyes y teorías

planteados y emergentes en la propuesta, así como cuáles son los procesos de validación de las respuestas dadas por los estudiantes.

La dimensión que denominamos didáctica específica, hace referencia a cuestiones vinculadas a la enseñanza de la Física, en contextos escolares formales, como son el grado de apertura y complejidad de las problemáticas planteadas y las relaciones entre el contenido prescripto a enseñar, el estudiante y el profesor en contexto. Interesa especialmente la consideración del marco CTIM como contexto didáctico de la propuesta en estudio para caracterizar procesos en los que se promueve una multidisciplinariedad genuina y válida, con respeto y valoración hacia cada una de las ciencias y saberes convocados, y no una “banalización” de las mismas.

Por último, consideramos la dimensión cognitivo-lingüística. A partir del análisis de algunos trabajos de didáctica específica, nos interesa estudiar en qué medida este tipo de propuesta didáctica, en el marco CTIM, promueven el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, primando sobre otras, más tradicionales, de orden inferior. Detallando algunos ejemplos de este tipo de habilidades cognitivas, nos referimos a aquellas que no son algorítmicas, tienden a ser complejas, y a menudo producen soluciones múltiples e involucran la aplicación de criterios diversos, incerteza y autorregulación. La expresión «habilidades (o estrategias, o patrones) de pensamiento de orden superior» también puede ser usada para definir cualquier actividad cognitiva que esté más allá de la comprensión o de la aplicación de nivel inferior en la taxonomía de Bloom (1956). Con base en esta taxonomía, la memorización y la recuperación de información son clasificadas como pensamiento de orden inferior, mientras que analizar, sintetizar y evaluar son clasificados como de orden superior. Otros ejemplos de actividades cognitivas que se clasifican como de orden superior incluyen argumentar, hacer comparaciones, resolver problemas no algorítmicos complejos, trabajar con controversias e identificar suposiciones subyacentes. (Zohar, 2006)

B. El conocimiento didáctico del contenido como marco para el análisis de la práctica docente

El modelo conceptual que hoy conocemos como conocimiento didáctico del contenido (CDC), (Shulman, 1987), se ha convertido en uno de los programas de investigación más utilizado para caracterizar los saberes profesionales docentes. De acuerdo con esta teoría, los docentes manejan y ponen en juego distintos saberes en forma integrada en la planificación e implementación de sus prácticas. El concepto de CDC fue introducido por Shulman, quien lo describió como una especie de amalgama entre los saberes docentes referidos al contenido de la disciplina a enseñar y de la propia pedagogía del maestro/a (Vázquez et. al, 2019). Con el paso del tiempo, el CDC sufrió algunas transformaciones: a finales de los noventa, parecía haber un cierto grado de consenso sobre que incluía conocimientos sobre el pensamiento del alumnado sobre la ciencia, el currículo de ciencias, las estrategias de instrucción específicas de la ciencia, la evaluación del aprendizaje científico del alumnado y de los enfoques de la enseñanza de la ciencia (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999). Van Driel y otros (2002), en una revisión sobre el desarrollo de CDC por parte del profesorado, hallaron que este desarrollo depende de una comprensión conceptual razonablemente profunda del contenido y de las concepciones y dificultades de aprendizaje del alumnado. En todos los casos, hablamos de un conjunto de saberes diferenciables, que el docente pone en juego en el diseño, implementación y evaluación de sus propuestas didácticas.

Entre dichos autores, tomamos como referencia a Park y Olivier (2007) y utilizamos la categorización de saberes docentes propuesta por ellos, con la que analizamos en qué medida se evidencian, en la práctica (y en el discurso), saberes vinculados a los seis tipos de conocimientos que debería administrar un profesor: orientaciones para la enseñanza, currículum, aprendizaje, evaluación, estrategias didácticas y autopercepción de la propia eficiencia.

En este sentido nos interesa analizar qué grado de complejidad presenta el discurso del profesor con relación a los patrones temáticos o tipos de conocimiento puestos en juego, por ejemplo: ¿Aparecen referencias a cada uno de los tipos de conocimiento? ¿En qué medida? ¿Cómo se gestionan? ¿Cómo se reflejan en el discurso los aspectos y cuestiones emergentes del proceso de abordaje de problemas abiertos, con relación al CDC?

C. El análisis del discurso y la caracterización de las interacciones discursivas

Nos interesa identificar y caracterizar las interacciones que se producen en el aula, como consecuencia de la propuesta didáctica y eventualmente, mostrar que las propuestas de clase abiertas, en un marco multidisciplinario CTIM, con ciertas orientaciones y cuidados didácticos, promueven interacciones discursivas potentes.

Los aspectos teóricos seleccionados para el análisis de las interacciones discursivas orales hacen referencia al análisis contextual (ambiente en el que se desarrolla la comunicación), a las interacciones de lenguaje no verbal (entonaciones, gestos, posturas y movimientos corporales, etc.), análisis estructural-textural (cohesión gramatical y lexical, tipos de circuitos comunicativos y enfoques comunicativos), al análisis semántico (patrón temático, función de las preguntas y afirmaciones de docentes y estudiantes con relación a la construcción de significado) y al análisis retórico (vinculado a los procesos de persuasión, y relaciones de poder en el proceso comunicativo).

Con respecto al análisis del contexto en el que se desarrolla la clase, tomamos como base lo señalado por De Longhi *et al.* (2012). Por su parte, el estudio de las interacciones discursivas en clase, desde una perspectiva del uso del tiempo de habla, fueron iniciados por Flanders (1977), y permiten identificar aspectos tales como: tiempos dedicados a cada segmento de la clase (inicio, desarrollo y cierre), organización social de la clase (quien habla, a quien habla); habla pública y privada, tipos de intervenciones de docentes y estudiantes, etc. (Martinic, 2007).

Para la búsqueda e interpretación de recurrencias en los circuitos comunicativos utilizamos la caracterización de los *circuitos dialógicos* en De Longhi *et al.* (2012) y las categorías propuestas. Estos autores presentan una clasificación de los circuitos dialógicos que considera la intencionalidad didáctica subyacente:

a) *Flujo de transmisión de contenidos*. Está constituido por una secuencia de intervenciones donde el docente inicia el proceso de enseñanza, transmitiendo al alumno un saber ya terminado, con una lógica definida de antemano.

b) *Circuitos guiados*. El docente inicia el proceso comunicativo, a través de intervenciones verbales con diferentes intenciones didácticas. Puede tomar las modalidades de exposición abierta o diálogo controlado. En este, el docente inicia el proceso indagando los saberes de los estudiantes con relación al tema, poniendo en juego estrategias que facilitan la expresión verbal de toda la clase. Las afirmaciones o preguntas del docente buscan la diversidad de opiniones por parte del grupo. Se cierra el circuito con la palabra del docente sobre los temas tratados, con frecuentes referencias al texto de estudio.

c) *Indagación dialógica orientada por el docente*. A partir de la solicitud del docente, generalmente en forma de pregunta, tanto en temas teóricos como prácticos, donde se busca conocer las ideas de los estudiantes respecto al tema de la clase. El docente registra las variadas intervenciones, sin responder en forma inmediata, promoviendo la variedad de respuestas, consistentes o contradictorias. Va agrupándolas, provocando su análisis por parte del grupo, lo que permite intervenciones docentes orientadas a la comprensión de lo expresado, presentación de alternativas que generen conflicto, etc. Los estudiantes emiten opiniones e hipótesis. La finalidad de esta propuesta comunicativa es que los estudiantes consigan iniciar un proceso de toma de conciencia sobre las respuestas que van elaborando y las van re interpretando en las situaciones y problemas que va planteando el docente. Se aborda también la cuestión del “cómo se conoce”, es decir, se da lugar a procesos de metacognición

Con relación a los tipos y finalidades de las intervenciones verbales que suelen observarse entre el profesor y los estudiantes, y a su nomenclatura, en esta investigación se utilizaron las definidas por De Longhi *et al.* (2012).

El análisis semántico de las interacciones discursivas, hace referencia a las construcciones de sentido que cada sujeto da a sus ideas o representaciones. Se centra en la identificación, descripción y análisis del patrón temático (Lemke, 1997), como también de la función de las preguntas y afirmaciones. La elaboración del patrón temático requiere identificar, a lo largo de las interacciones discursivas, las *estrategias de diálogo*, las preguntas del profesor en el diálogo triádico y sus devoluciones o evaluaciones (secuencias IRF o IRE). También es necesario analizar las *estrategias de monólogo*. Estos esquemas se elaboran analizando el tipo de conectores utilizados por el docente y su función semántica, por ej. relaciones nominales, taxonómicas, de transitividad, circunstanciales y lógicas.

Con relación a la interacción discursiva escrita se adopta un modelo de observación etnográfica, descripción y análisis de los procesos de lectura y escritura en clase. El modelo de comprensión lectora está en línea con el de Van Dijk (1983), identificando etapas de lectura y referencias a la microestructura, macroestructura y supraestructura. Para analizar la escritura de los estudiantes se adopta el modelo de Bereiter y Scardamalia (1992), considerando distintos niveles de complejidad, denominados “decir el conocimiento” y “transformar el conocimiento”, en referencia a los conocimientos y “espacios problema” generados por el contenido y por la producción discursiva.

III. METODOLOGIA

Se realizaron la toma de datos, el procesamiento y el análisis, de una clase completa de la materia “Integración Areal”, del 2.º año del profesorado de Biología, en el ISFD N.º 99, de A. Korn, Bs. As. El docente a cargo del espacio didáctico, trabaja en el instituto hace más de 10 años, es profesor de física, y tiene a cargo otras materias en la institución. El curso estaba formado por diez estudiantes y los cuatro grupos de trabajo para el desarrollo de la tarea se organizaron en forma espontánea.

La secuencia didáctica propuesta por el docente, en la que se enmarcaba la clase analizada, consistió en el planteo de un problema abierto de diseño y elaboración de un prototipo de una vivienda pequeña, construida con materiales de descarte, minimizando las pérdidas de energía térmica, y que pudiera servir de refugio temporal a un usuario. Los estudiantes debían elaborar, en pequeños grupos, un diseño del refugio, justificando sus decisiones, y luego de un proceso de intercambio y ajustes sucesivos, construir un prototipo a escala, medir su rendimiento térmico y elaborar un informe técnico de la propuesta.

Con relación a la toma de datos, se realizó una observación de tipo etnográfico de la clase; el registro de audio con varios dispositivos de grabación simultáneos; textos y fotografías de las producciones y consignas del docente, consignas de actividades orales y escritas en el pizarrón y por impreso o enviadas por grupo de *Whatsapp*. También se realizó el registro y fotografías de las producciones de los estudiantes: croquis iniciales de los diseños de casas de cada grupo, fotografías de los prototipos construidos y registro de los trabajos finales de cada grupo, los que fueron presentados luego de finalizada la secuencia didáctica.

Con respecto al procesamiento y organización de datos, se procedió a la transcripción de los audios de la clase, la identificación, numeración y temporización de cada una de las intervenciones de los participantes, el conteo de intervenciones, palabras y tiempos de cada intervención para elaborar la tabla de turnos del habla. También se procedió a la clasificación de cada una de las intervenciones según los criterios presentados en el marco teórico.

Finalmente, el análisis de datos, se desarrolló con base en los criterios teóricos descriptos anteriormente.

IV. RESULTADOS

Se detallan a continuación los principales resultados del trabajo, organizados en cinco apartados, analizando: 1. El contexto de desarrollo de la clase y lenguaje no verbal; 2. Interacción discursiva oral; 3. El discurso escrito; 4. La potencialidad didáctica de la propuesta y 5. El rol docente, desde la perspectiva del CDC.

A. Descripciones contextuales y del lenguaje no verbal

El curso en cuestión ha trabajado en forma previa a la clase registrada en torno a la problemática de la construcción de viviendas precarias en asentamientos informales, lo cual supone una amplia variedad de dificultades y desafíos para la subsistencia de las familias. Al inicio del encuentro, se solicita permiso a los estudiantes para grabar la clase y se explica la finalidad de este material. El clima es muy distendido.

En una clase anterior a la registrada, el profesor ha estado analizando con los estudiantes las potencialidades didácticas que ofrecen los problemas abiertos para la enseñanza de las ciencias naturales. El problema planteado es: ¿Cómo mejorar el aislamiento térmico de una casa precaria? O una variante ¿Cómo calefaccionar una casa precaria? La consigna propone la utilización de materiales que pueden obtenerse, como descarte, en la calle. Se solicita armar un croquis, con referencias a las decisiones tomadas para el diseño. Estas decisiones deben estar acompañadas por información obtenida con base en búsqueda en diversas fuentes.

Con la presentación de estas producciones previas, la clase analizada se inicia con los estudiantes sentados en semicírculo. Se propone que los grupos de trabajo expresen sus diseños iniciales y los fundamentos, en forma de coloquio, coordinado por el profesor.

Al avanzar en el análisis, consideramos los tres tipos de contexto que proponen De Longhi *et al.* (2012). Se puede caracterizar el contexto situacional de la clase observada como el de una clase típica de un ISFD bonaerense durante el ciclo 2019. El instituto funciona en la localidad de A. Korn, en el conurbano Bonaerense, inmerso en una cultura estudiantil y docente afectada por la crisis socioeconómica agudizada en Argentina en esa etapa.

Con relación al contexto lingüístico, es interesante considerar los códigos de habla que se ponen en juego durante la clase, los que pueden ser considerados como “levemente restringidos”. Por ejemplo, y sin realizar un análisis en profundidad, las expresiones del habla registran un uso reiterado de pronombres como “eso” o “esto”, en lugar de nombrar conceptos o hechos referidos según términos propios de las disciplinas involucradas (física, didáctica de las ciencias naturales). Esta leve restricción en el código de habla quizás se relacione con el tipo de interacción propuesta por el profesor durante la clase, teñida por cierta informalidad, histrionismo y desafectación, lo que anima, propicia y valida intervenciones algo particulares, en el sentido comentado.

Con relación al contexto mental, en cuanto a la forma en que los participantes construyen sentido por medio de sus interacciones mutuas, resulta interesante la observación sobre cierta libertad comunicacional generada en el clima de clase. Este contexto inter e intraindividual permitió a los participantes comunicar al grupo sus conjeturas, errores, o dudas, favoreciendo el intercambio y la construcción de significados compartidos.

Con respecto a la comunicación no verbal, podemos decir que emergen en los diálogos frecuentes elementos que van haciendo variar los “climas” de la clase, acompañando los momentos de las exposiciones y los turnos de habla. También emergen gestos “regulatorios”, tanto por parte del docente como de estudiantes, que se manifiestan por medio de entonaciones, variaciones del volumen, o actitudes corporales, orientados a incentivar, moderar u orientar los diálogos y la expresión de ideas.

B. Interacción discursiva oral

Se presentan a continuación los resultados del análisis de la interacción discursiva oral desarrollada en la clase, atendiendo a los aspectos estructural-textural, semántico y retórico.

B.1. Análisis estructural-textural (cohesión gramatical y lexical, circuitos comunicativos, enfoques comunicativos)

Para el presente trabajo se realizó el análisis de la interacción discursiva de un tramo de 46 minutos de clase. Se analizaron 179 intervenciones, numeradas consecutivamente, identificando al participante, y el tipo de intervención realizada. De las 179 intervenciones, 82 corresponden al profesor, y 97 a los estudiantes, conformando una relación del 46% de las intervenciones por parte del profesor, en este tramo de la clase.

En la tabla I se presenta un resumen del ritmo y proporción del habla, para los distintos segmentos de la clase. De la consideración de la relación, en promedio, del uso de la palabra del profesor con respecto al uso que hacen los estudiantes (81% a favor del profesor), podría inferirse cierto “monopolio” de la palabra. Registra, a nuestro entender, la “asimetría contingente” (Watzlawick *et al.*, 1983).

TABLA I. Resumen de ritmo y proporción de habla.

Segmento	Inicio segmento (min)	Fin segmento (min)	Duración segmento (min)	Cantidad Palabras Total	Palabras por minuto	Cantidad palabras Profesor	Relación PProfesor / PAlumnos
1 Presentación	0	7	7	625	89	522	0,83
2 Recuperación	7	15	8	1241	155	680	0,54
3 Grupos	15	64	49	4959	101	2226	0,45
4 Devolución	64	70	6	702	117	609	0,86
5 Exposición	70	97	37	4066	109	5327	0,86
6 Cierre	97	101	4	674	168	563	0,83
Total / Promedio			111 min (1:41 hs)	12267	110	9927	0,81

Para la búsqueda e interpretación de recurrencias en los *circuitos comunicativos* utilizamos la caracterización de los *circuitos dialógicos* y las categorías propuestas en De Longhi *et al.* (2012). Consideramos que la interacción comunicativa reúne las características del tipo *Diálogo controlado con retroalimentación*, con alguna tendencia hacia *Indagación dialógica orientada por el docente*. En la primera parte de la clase, el docente inicia el diálogo con el planteo de preguntas, va registrando distintas cuestiones, mencionando que no dará su opinión sobre las ideas expuestas en esa instancia, considerándolas válidas. Va organizándolas para seguir el hilo temático, en torno a elaborar explicaciones que justifiquen la propuesta para una casa térmicamente eficiente y económicamente de mínimo costo.

B.2. Análisis semántico (patrón temático, función de las preguntas y afirmaciones)

Realizamos un estudio del *patrón temático* de la clase, siguiendo las orientaciones metodológicas de Lemke (1997), básicamente por medio del análisis de los conectores utilizados en la organización del discurso. Identificamos dos patrones temáticos en el discurso del profesor, a lo largo de la clase. Por un lado, un patrón temático que denominamos *didáctico* (vinculado a la importancia del planteo de problemas abiertos y el trabajo con la explicación para la enseñanza de las ciencias) y otro patrón temático *disciplinar-físico* (vinculado a los contenidos relacionados con la transmisión de energía, el calor y la temperatura). Se presenta un resumen de los mismos, a modo de ejemplo del tipo de instrumento generado, en las figuras I y II. La consideración de aspectos didácticos y disciplinares, por parte del profesor, es adecuado por tratarse de la materia Integración Areal, del 3° año del Profesorado de Ciencias Naturales, y por la alta potencialidad de la secuencia didáctica planificada.

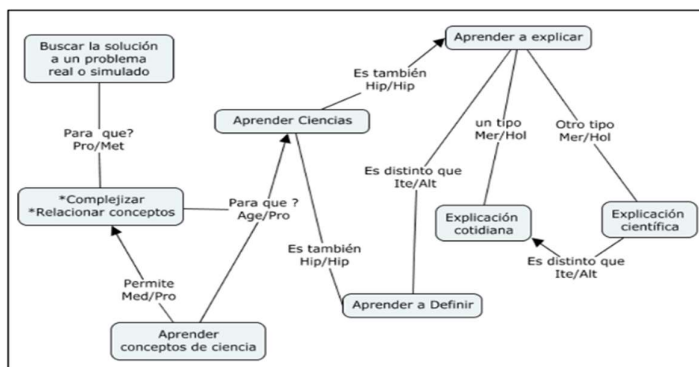
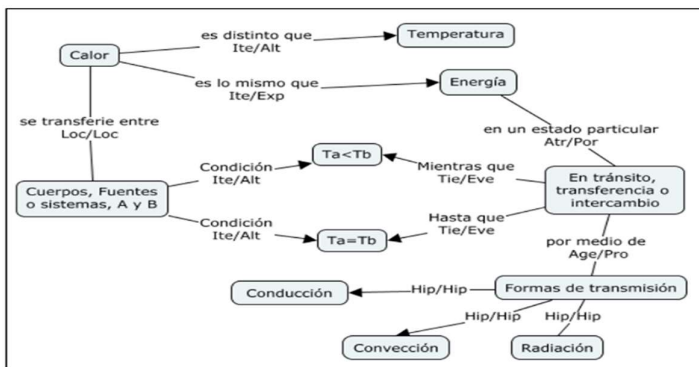


FIGURA 1. Patrón temático didáctico (elaboración propia).



FIGURAS 2. Patrón temático disciplinar (elaboración propia).

C. Análisis de la interacción discursiva escrita

Se presenta aquí el análisis desarrollado sobre los materiales escritos, las consignas escritas entregadas por el docente. Previo a la clase, los estudiantes habían recibido la consigna para la tarea domiciliaria en forma escrita. La clase relevada está dominada fuertemente por el discurso oral. Sin embargo, dado que los estudiantes debieron traer croquis de sus propuestas, la mayoría sostiene sus explicaciones con estos materiales. El profesor va anotando en el pizarrón las ideas que emergen y eventualmente, copia algunos detalles de los croquis realizados por los estudiantes para aclarar diferentes cuestiones. Durante la clase no se lee. Sin embargo, son muy frecuentes las referencias a las lecturas realizadas para la realización del trabajo propuesto.

Estos procesos de lectura y escritura se analizan en la propia clase, ya que en numerosas intervenciones el profesor pide ampliaciones en las referencias que los estudiantes hacen a las fuentes consultadas o a los croquis realizados. El profesor realiza anotaciones de los aspectos significativos de las ideas expuestas por los estudiantes, las que retoma en el momento de la devolución.

D. Análisis de la potencialidad didáctica de la propuesta

Los segmentos de clase estudiados utilizando la técnica de análisis del discurso permiten caracterizar a la propuesta como de alta potencialidad didáctica, con relación a los aspectos epistemológicos, didácticos y cognitivo-lingüísticos definidos en el marco teórico.

Señalamos dos aspectos epistemológicos que resultaron de mayor relevancia para su análisis en el desarrollo de la clase: Por un lado, la gran variedad y diversidad de conceptos y situaciones emergentes de orden didáctico y disciplinar, relevados en el análisis semántico de la clase, se puede asociar al planteo de un problema de alto grado de apertura, tanto desde lo conceptual como desde las estrategias de resolución que involucran procesos prácticos, técnicos y experimentales. Por otra parte, el problema demanda el abordaje de aspectos multidisciplinarios de disciplinas CTIM que, más allá de las respuestas didácticas específicas que implementó el docente en este caso, puede ser valorada positivamente como una fortaleza de la propuesta y ofrece algunos indicios para las posibles formas de gestión de estos emergentes.

Se identificaron los conceptos o términos de interés de cada grupo, y sus vinculaciones semánticas principales, que permiten esbozar un primer borrador de patrón temático del discurso de cada participante, en esta clase, y se presentan a continuación:

- Grupo 1: Enfoque “materiales, insulación y adaptación” para el diseño de la vivienda
 - La presentación se centra en las propiedades térmicas de los distintos materiales para la construcción, clasificados como buenos y malos conductores térmicos.
 - Siguiendo esta línea argumental se considera la posibilidad de incluir el “vacío” como material, botellas o cubiertas con “vacío” o aire adentro.
 - Orientación geográfica e insulación, y su impacto en el rendimiento térmico
 - Posibilidad de modificar el comportamiento térmico de la casa en distintas estaciones del año
 - Funciones a realizar dentro de la casa, necesidad de buena iluminación.
- Grupo 2: Enfoque centrado en la “experiencia personal”
 - La presentación se centra en una serie de experiencias personales, en casas construidas de distinta forma y con distintos materiales, y los resultados obtenidos.
 - Se argumenta en favor del ahorro de dinero, uso de materiales económicos, por ejemplo, el adobe.
 - Se concentra en el diseño de las aberturas y el sistema de calefacción
- Grupo 3: Enfoque “arquitectónico” del diseño de la vivienda
 - Materiales para la construcción (Nombra varios: plástico, madera, barro, mármol, arena, residuos, adobe, pallets, agua, pintura, vidrio)
 - Propiedades de los materiales (durabilidad, que no se pudran, precio, limpieza...) (ninguno relacionado con el calor y la temperatura!)
 - Propiedades de la casa (duración, costo, comodidad, limpieza, privacidad) (relacionadas con la calidad de vida, como pautas de diseño arquitectónico, no tanto térmico)
 - Elementos constructivos de una vivienda (piso, pared, techo, aberturas...)
 - Fuente de información: “internet”
- Grupo 4: Enfoque “térmico” del diseño de la vivienda (Int. 13,15,16,18, 20)
 - Procesos de intercambio de calor [radiación (del sol), convección (circulación de aire interior-exterior), conducción (materiales aislantes o conductores térmicos)]
 - Otros procesos complejos: Efecto invernadero, funcionamiento del muro tromen;
 - Influencia de la orientación geográfica en el funcionamiento térmico de la casa (estaciones del año, inclinación de la radiación solar)

Como surge del análisis de los enfoques, conceptos y preguntas emergentes elaboradas por cada grupo, y de las interacciones discursivas que se generaron en el formato de coloquio gestionado por el docente, el problema planteado y su gestión didáctica, permitió establecer vínculos entre el problema, y cada una de las disciplinas del área CTIM.

Con relación a los aspectos didácticos analizados, es importante señalar la pertinencia del plan de clase elaborado por el profesor, considerando 6 momentos principales: presentación, recuperación del proceso desarrollado en clases anteriores, presentación de los trabajos de los grupos en forma de coloquio, devolución del profesor a cada uno de los grupos, exposición del profesor sobre contenidos priorizados (disciplinares y didácticos), y cierre que incluye consignas de próximas tareas de estudio.

Por otra parte, el docente regula los tiempos generales del plan de clase, los turnos de habla entre los estudiantes, la atención brindada a los asuntos emergentes y su forma de abordaje didáctico. En algunos casos los temas emergentes son abordados directamente por el profesor o algún estudiante, en otros casos fueron pospuestos, promoviendo la búsqueda de información en otras fuentes y momentos, o la eventual consulta a especialistas en el tema y, finalmente, otros casos fueron simplemente ignorados o desatendidos. Más allá de la diversidad de intervenciones didácticas del profesor, en el caso analizado, la potencialidad de la propuesta queda claramente puesta de manifiesto en cuanto a la diversidad y riqueza de situaciones emergentes propiciadas.

Finalmente, y con relación al análisis de aspectos cognitivo-lingüísticos relevantes en el análisis de la clase, se observa que los debates e intercambios generados, vinculados al diseño e innovación del prototipo, han permitido identificar circuitos comunicativos del tipo *Diálogo controlado con retroalimentación*, con alguna tendencia hacia *Indagación dialógica orientada por el docente*, que presentan alto valor formativo y promueven la demanda de habilidades cognitivas de orden superior. Con relación a estas últimas habilidades el abordaje del problema planteado, por parte de los grupos promovió un estilo de pensamiento no algorítmico, de cierta complejidad, presentando soluciones múltiples que involucraron la aplicación de criterios diversos, incerteza y autorregulación (Zohar, 2006).

Como se indicó en el marco teórico, la potencialidad didáctica de la propuesta puede también ser analizada considerando otras dimensiones, como las seleccionadas en trabajos anteriores (Furci *et al.*, 2020). En ese sentido pudieron identificarse, al analizar el caso de estudio cada una de las siete dimensiones propuestas: Explicitación por parte de los estudiantes de la representación sobre la tarea propuesta (V1), Desempeño de un rol activo por parte de los estudiantes (V2), Interacción con objetos concretos, como los modelos tridimensionales de las viviendas diseñadas (V3), Demanda de diversas habilidades de pensamiento (V4), Construcción colectiva de conocimiento y comunicación, en los circuitos dialógicos identificados (V5), Trabajo en temáticas significativas con enfoques pertinentes, identificados en los patrones temáticos (V6), y el Desarrollo de propuestas en tiempos, espacios y con los recursos disponibles (V7).

Finalmente podemos caracterizar algunas cuestiones de la potencialidad de la propuesta, a partir de las características definidas por Raths (1971) para los materiales didácticos utilizados. Por nombrar algunos destacamos:

- El tipo de problema propuesto inicialmente permitió a los alumnos desempeñar un papel activo debiendo en todos los grupos: investigar, exponer, diseñar, defender diseños, etc., por lo que se observó un alto grado de compromiso con la actividad, relacionando el problema propuesto, no solo desde la lógica disciplinar, sino relacionando la tarea con problemas personales y sociales.
- El grado de apertura de la propuesta, implicó tratamientos diversos, por lo que se observó estudiantes aportando desde conocimiento e intereses distintos, propiciando tareas como imaginar, comparar, clasificar o resumir.
- Una cuestión diferencial, resultó que los estudiantes utilizaron categorías y temas en el tratamiento de la actividad, que involucran aspectos poco comunes en los trabajos de ciencias (muchas veces ignorados) como lo son la pobreza, marginalidad, religión, etc.
- El enfoque del problema planteado orientó a los estudiantes a aceptar cierto riesgo, fracaso y crítica; que permitió salirse de caminos trillados y aprobados socialmente.
- Las actividades se alejaron de la producción de un texto que replique algún modelo o teoría para ubicarse en la tarea de producción de textos alternativos, que se perfeccionan y diferencian de las miradas iniciales del alumnado. Por lo que podría comprobarse, un desarrollo y construcción de nuevos modelos que orientan el trabajo con el problema propuesto

En síntesis, el análisis de la propuesta, considerando tres conjuntos complementarios de dimensiones de análisis, puso de manifiesto su alta potencialidad didáctica.

E. Análisis del rol docente

Un análisis preliminar, no exhaustivo, del rol docente en el caso estudiado, pone de manifiesto un alto dominio del conocimiento didáctico del contenido. En primer lugar, el docente, que es profesor de Física, graduado y posgraduado en la enseñanza de la ciencia, pone en juego una gran diversidad de estrategias didácticas a lo largo de la secuencia, desde momentos de exposición dialogada relacionada tanto con contenidos disciplinares (calor, temperatura, mecanismos de transferencia de energía) como cuestiones didácticas (aprendizaje basado en problemas, trabajo con modelos, etc.). Por otra parte, promueve acuerdos con los estudiantes relacionados con la evaluación, tendientes a aclarar y acordar los objetivos y aprendizajes esperados en la secuencia (tanto en aspectos formales como cualitativos referidos a las producciones y argumentaciones didácticas y disciplinares). En este sentido, la apropiación de las dimensiones que definen el problema, es de especial importancia para activar procesos metacognitivos. Sin embargo, aunque las características intrínsecas a las propuestas de enseñanza vehiculizadas por actividades de alto grado de apertura, confieren a las y los estudiantes, una perspectiva de autorregulación de los aprendizajes; esta regulación debe confrontarse no solo con la materialización artefactual, sino que la interacción discursiva entre pares y las intervenciones del docente oportunas, que promuevan las reflexiones que van modelando la evolución conceptual y la apropiación de conceptos y modelos de ciencia.

Por otra parte, algunos comentarios del docente a lo largo de la clase en estudio ponen de manifiesto procesos de autopercepción de su propia eficacia, y mecanismos de autorregulación de sus intervenciones docentes, tanto con relación al manejo de los tiempos (readecuación del plan de clase respondiendo a las situaciones generadas en el desarrollo dinámico de la misma), la complejidad de la propuesta o la necesidad de reforzar algunos conceptos o consignas. También se hace manifiesta la autopercepción sobre cierto exceso en el uso de la palabra a lo largo de la clase que, de todos modos, justifica y comenta en su propio discurso.

También se hacen evidentes en las interacciones discursivas, el conocimiento del profesor sobre los procesos de aprendizaje de los estudiantes, relacionados con los obstáculos didácticos intrínsecos a los contenidos disciplinares estudiados, además de las dificultades propias de la metodología propuesta. En este sentido, el aprendizaje de los conceptos específicos abordados en la secuencia, fue articulado y mediado por preguntas, repreguntas, comentarios y recomendaciones.

De igual modo se registran referencias explícitas del profesor al currículo, al manejo de tiempos, espacios y recursos disponibles. Por otra parte, logra finalizar la secuencia en los tiempos y objetivos planteados inicialmente.

Intentando elaborar una síntesis que articule las dimensiones analizadas en el caso estudiado, el análisis contextual y discursivo nos permite poner en evidencia, en primer lugar, la existencia de un clima de clase distendido y amable, rico en mensajes no verbales que promueven la participación de los estudiantes, y permite la emergencia de un pensamiento de tipo divergente, creativo y de cierta complejidad, vinculado a las habilidades cognitivas de orden superior. Por otra parte, las características del problema planteado (apertura, pertinencia, grado de complejidad, etc.), en un marco didáctico claramente explicitado por el profesor, y sus habilidades para promover interacciones discursivas, del tipo *Diálogo controlado con retroalimentación*, con alguna tendencia hacia *Indagación dialógica orientada por el docente*, promueve una numerosa cantidad de contenidos y preguntas emergentes que enriquecen la propuesta inicial. Estas preguntas y contenidos emergentes, convocan a distintas disciplinas del área CTIM, que logran una incipiente articulación, aunque sin alcanzar un gran desarrollo, en este sentido, en la clase estudiada. Finalmente, el alto grado de conocimiento didáctico del contenido por parte del profesor, funciona como elemento cohesivo que sostiene la potencialidad didáctica de la propuesta en las distintas situaciones que se suceden en la dinámica de la clase analizada.

V. CONCLUSIONES

El caso analizado se puede caracterizar como de “alta potencialidad didáctica”, con relación al tipo de propuesta (problema abierto contextualizado, generación de emergentes, diversidad de respuestas de los distintos grupos, formas de agrupamiento, desarrollo en tiempos razonables, etc.) y también con relación al tipo de circuito comunicacional que genera (indagación dialógica orientada por el docente).

El docente cuyo desempeño se ha estudiado presenta un alto grado de conocimiento didáctico del contenido especialmente con relación a diversidad de estrategias didácticas vinculadas a los procesos comunicacionales, autopercepción de su propia eficacia, identificación de obstáculos en el aprendizaje y, en ese sentido, permite que la secuencia propuesta exprese alta potencialidad didáctica.

El estudio de los patrones temáticos se constituye como una herramienta formativa, permitiendo explicitar las estructuras semánticas que ponen en juego los docentes en los procesos de enseñanza, como por ejemplo con conceptos centrales, las relaciones jerárquicas, las lógicas subyacentes, etc., promoviendo un proceso de reflexión sobre la práctica basado en elementos conceptuales sólidos, que van más allá de la simple opinión personal.

En relación a la propuesta CTIM, entendemos que fue particularmente bien utilizada. La posibilidad de trabajar con base en un problema con importante grado de apertura, que por acción de los alumnos pudo trabajarse como una investigación escolar, favorece la integración de contenidos y saberes de los estudiantes. Esta propuesta resultó relativamente diferente, con respecto a otras propuestas de enseñanza de la Física habituales en espacios de formación docente, al requerir en forma “no artificial” la consideración de elementos emergentes vinculados con la modelización matemática, la ingeniería y el diseño. Si bien advertimos que la simple emergencia, en un coloquio, de cuestiones vinculadas a cada disciplina no puede ser considerada como un “abordaje interdisciplinario” del problema en estudio, son interesantes los abordajes de articulación de disciplinas que habilita.

Otro aspecto de relevancia se presenta con relación a la emergencia de un pensamiento creativo y original, ante el desafío de pensar posibles mejoras para las viviendas diseñadas inicialmente.

Con relación a ciertos aspectos que se podrían mejorar o intensificar, en el desarrollo de propuestas didácticas en el marco CTIM, como las estudiadas en este caso, podemos señalar la posibilidad de un tratamiento más valorado de contenidos de disciplinas emergentes en el proceso de resolución. La convocatoria a especialistas de las disciplinas emergentes podría ser una alternativa. También sería interesante promover intervenciones del docente que permitan asignar mayor significado a los aportes discursivos de los estudiantes, tomando y desarrollando sus propuestas, y cuestiones emergentes, como base para nuevas actividades de la secuencia, no previstas inicialmente.

Otro aspecto que podría enriquecer didácticamente la propuesta sería la consideración, por parte del docente, de las trayectorias formativas de los estudiantes y la inclusión de los procesos de elaboración de las propuestas por cada grupo de estudio como material de análisis dentro de la misma secuencia.

El análisis comparativo de los distintos modelos teóricos seleccionados para analizar la potencialidad didáctica resultó de interés, en el sentido de establecer un diálogo con los instrumentos específicos del análisis discursivo.

Finalmente, y más allá del caso particular focalizado en este trabajo, consideramos que la metodología de análisis del discurso resulta muy productiva para el estudio de la potencialidad didáctica de propuestas CTIM, permitiendo el análisis de aspectos epistemológicos, didácticos y cognitivos propios de la dinámica de las clases de ciencias. En especial las cuestiones vinculadas a la caracterización de los circuitos comunicacionales y el patrón temático (disciplinar y didáctico) resultan herramientas adecuadas para aportar a la descripción y reflexión sobre la potencialidad didáctica de propuestas de enseñanza de las ciencias en la formación docente.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al a la Universidad Pedagógica Nacional por el apoyo otorgado para la realización de la investigación de la que este trabajo forma parte, mediante el subsidio correspondiente a la resolución CS7/2018.

Se agradece también a la comunidad educativa del ISFDN°99 “Unidad académica Almafuerite” por otorgarnos el espacio y el apoyo para realizar el trabajo de campo de la presente investigación.

REFERENCIAS

Bereiter, C. y Scardamalia, M. (1992). Dos modelos explicativos de los procesos de composición escrita. *Infancia y aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, (58), 43-64.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives*. Vol. 1: Cognitive domain. New York: McKay.

Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 13(5), 7.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM Education: A 2020 Vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

Casal, J. D. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. Universitas Tarraconensis. *Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 154-168.

De Longhi, A. L., Ferreyra, A., Peme, C, Bermudez, G. M. A., Quse, L., Martinez, S., Iturralde, C., y Campaner, G. (2012). La interacción discursiva en el aula de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(2), 198-195.

Flanders, N. A. (1977). *Análisis de la interacción didáctica*. Madrid: Anaya.

Furci, V., Trinidad, O., Dicosmo, C., Peretti, L. y Ferrari, R. (2018). Actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología Arduino™ como propuesta de formación docente en Física. *Revista de Enseñanza de la Física*, 30, 83-89.

Furci, V., Trinidad, O., Bonnet, A. , Peretti, L. y Di Cosmo, C. (2020). Formación docente en contexto STEM: Potencialidad didáctica de actividades experimentales abiertas mediadas por tecnología en la enseñanza de la Física. *Latin American Journal of Science Education*, 7, 12024. Disponible en www.lajse.org

Lemke, J. L. y Garcia, A. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Magnusson, S., Krajcik, J. S. y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education* (95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Martinic, S. y Vergara, C. (2007). Gestión del tiempo e interacción del profesor-alumno en la sala de clases de establecimientos de Jornada Escolar Completa en Chile. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(5), 3-20.

Ortiz-Revilla, J., Adúriz-Bravo, A. y Greca, I. M. A. (2020). Framework for Epistemological Discussion on Integrated STEM Education. *Sci & Educ* 29, 857-880. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00131-9>

Park, S. y Oliver, S. (2007). Revisiting the conceptualization of pedagogical content Knowledge: PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education*, 38(3), 261-284.

Porlan Ariza, R., y García Pérez, F. F. (2000). El Proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, 64, 1-16.

Raths, J. D. (1971). Teaching without specific objectives. *Educational Leadership*, abril.

Santos Guerra, M.A. (1991). ¿Cómo evaluar los materiales? *Cuadernos de Pedagogía*, (194), 29-3.

Shulman, L. y Gudmundsdottir, S. (1987). Pedagogical content knowledge in social studies. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 31(2), 59-70.

Van Dijk, T. A., Kintsch, W., y Van Dijk, T. A. (1983). Strategies of discourse comprehension. En Martínez y De Longhi (2013). *Título*, Lugar: Editorial.

Van Driel, J. H., De Jong, O. y Veerlop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), 572-590.

Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado, V. (2019) El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 37(1), 25-53.

Zohar, A. (2006). El pensamiento de orden superior en las clases de ciencias: objetivos, medios y resultados de investigación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 157-172.

Watzlawick, P., Beavin, J. y Jackson, D. (1983). *Teoría de la comunicación humana*. Barcelona: Herder.