

INTERDISCIPLINARIEDAD EN PALABRAS DEL PROFESOR DE BIOLOGÍA:

De la comprensión teórica a la práctica educativa

SANDRA ARAYA-CRISÓSTOMO / VÍCTOR H. MONZÓN / MARÍA ELENA INFANTE-MALACHIAS

Resumen:

Este trabajo presenta una investigación en la que se indagó la percepción que manifiestan profesores de Biología sobre el concepto de interdisciplinariedad y cómo es vivenciado en sus prácticas pedagógicas. La investigación se realizó en la ciudad de Talca, Chile, en colegios de enseñanza media (nivel educativo de 14 a 18 años). Participaron 25 docentes, quienes respondieron un cuestionario de preguntas abiertas; sus respuestas se analizaron cualitativamente a través del análisis textual discursivo. Los resultados revelaron que los profesores perciben la interdisciplinariedad solo como yuxtaposición de disciplinas, sin una convergencia y enriquecimiento entre áreas del conocimiento.

Abstract:

This study presents a research project focused on biology teachers' perceptions of the concept of interdisciplinarity and their experience with interdisciplinarity in their teaching work. The research was carried out in the city of Talca, Chile, in secondary schools (students ages 14 to 18). The participants were 25 teachers, who answered a survey of open-ended questions; their responses were analyzed qualitatively through discursive textual analysis. The results revealed that the teachers perceive interdisciplinarity only as the juxtaposition of disciplines, without convergence and enrichment of areas of knowledge.

Palabras clave: interdisciplinariedad; enseñanza de las Ciencias; Biología, práctica docente.

Keywords: interdisciplinarity, science teaching, biology, teaching work.

Sandra Araya-Crisóstomo y Víctor H. Monzón: profesores de la Universidad Católica del Maule, Facultad de Ciencias Básicas, Departamento de Biología y Química, Avenida San Miguel, núm. 3605, Talca, Región del Maule, Chile. CE: saraya@ucm.cl; vmonzon@ucm.cl

María Elena Infante-Malachias: profesora de la Universidade de São Paulo, Escola de Artes, Ciências e Humanidades. San Pablo, Brasil. CE: marilen@usp.br

Introducción

En la actualidad, las sociedades se ven enfrentadas a problemáticas de grandes dimensiones que, para ser solucionadas, exigen reflexión y elaboración de propuestas alternativas a partir de diferentes disciplinas (García, 2013). Para el entendimiento del término disciplina en este trabajo adoptamos la perspectiva de Pombo (2011), quien considera que disciplina es equivalente a la especificidad de una ciencia en particular; al respecto, la autora indica que el término ciencias se refiere a un terreno que no es uniforme y por eso precisa ser delimitado. Cuando se habla de ciencias –exactas, de la naturaleza o humanas– se hace referencia a un tipo de estudio que necesita de un determinado grado de abstracción, que tiene una estructura y un lenguaje y, en este sentido, es necesario considerar la complejidad y la multiplicidad de los factores explicativos en juego. Así, consideraremos el concepto de disciplina como un área de conocimiento específico de las diversas ciencias como, por ejemplo, biología, física, química o sociología (Pombo, 2011).

La complejidad del mundo contemporáneo requiere de manera urgente que las necesidades del ser humano y sus desafíos sean contempladas e integradas por la educación, con la finalidad de aportar en la búsqueda de soluciones concretas. Habitualmente se señala que la educación debe preparar para la vida, lo que implica no abordar los problemas desde una perspectiva disciplinar, esto es, a partir de una única disciplina, sino más bien, a través de un proceso interdisciplinar (Ander-Egg, 2003; Stentoft, 2017). La interdisciplinariedad es “la cooperación entre varias disciplinas en el examen de un único objeto” (Marion, 1978:17) y es también “la transferencia de problemáticas, conceptos y métodos de una disciplina a otra” (Thom, 1990:637). En este sentido, la organización de la enseñanza en disciplinas contribuye a aislar a la escuela de la realidad social y cultural en la que está inserta.

La falta de vinculación y contextualización de los contenidos escolares ha influido de manera importante en el actual desinterés que presentan los estudiantes, en particular por las ciencias naturales (Solbes, Montserrat y Furió, 2013; Méndez Coca, 2015). Para los estudiantes, aprender sobre ciencias no implica un desafío intelectual sino un ejercicio de memorización con tareas que no tienen relación con la vida cotidiana, donde los ejercicios de observación y pensamiento crítico fundamentales para su desarrollo han sido prácticamente eliminados de las actividades escolares (Santos e Infante-Malachias, 2008; Infante-Malachias, 2011).

La perspectiva de la interdisciplinariedad como enfoque educativo en la enseñanza de las ciencias favorece un abordaje integral de los problemas con el objetivo de dar respuesta y solución a los fenómenos estudiados. Diversos autores han investigado respecto de la interdisciplinariedad con énfasis en la educación primaria, secundaria y así como en la formación de profesores (Thompson, 1998; Posada Álvarez, 2004; Lenoir, Hasni y Larose, 2007; Cortés, 2008; Araujo-Olivera, Lenoir, Morales-Gomes, McConnell, 2011; Sánchez Albarracín, Rutz da Silva y Schirlo, 2015; Lenoir y Hasni, 2016; Santos, Franco, Leon, Ovigli *et al.*, 2017; Power y Handley, 2017). No obstante, estudios sobre las percepciones de profesores de ciencias han sido escasamente abordados. Por lo tanto, el objetivo principal de esta investigación es identificar las percepciones de un grupo de profesores de Biología de enseñanza media sobre la interdisciplinariedad y de qué manera este enfoque educativo impacta y se concretiza en sus prácticas docentes.

Fundamentos de la interdisciplinariedad

Grandes pensadores como Aristóteles o Leonardo da Vinci lograron sistematizar el conocimiento de manera global, involucrando diferentes áreas del saber. Pero, a partir de la revolución de Galileo y la mecánica de Newton, el conocimiento creció y comenzaron a desarrollarse distintas áreas del saber o disciplinas. Esta parcelación de la cultura generó la especialización y abrió camino a la fragmentación de los conocimientos, con el objetivo de estudiar en mayor profundidad los distintos fenómenos naturales.

De esta forma, durante los siglos XVII y XVIII aparecieron áreas de conocimiento autónomas y se produjo una gran especialización, en particular, de las ciencias naturales, desarrollándose nuevas disciplinas científicas, independientes y diferenciadas, gracias a las cuales se produjeron muchos avances científicos. Esta organización disciplinaria finalmente fue institucionalizada en el siglo XIX, con la creación de la universidad moderna, lo que legitimó el estudio de los saberes fragmentados, fundamentándose en el beneficio que entregaban al proceso de industrialización que recién comenzaba (Vilar, 1997). No obstante, algunos autores fueron críticos y plantearon que la especialización de los saberes había deformado la visión real del mundo llevando a muchos científicos a tener una visión reduccionista de los problemas (Ortega y Gasset, 1975; Morin, 1998).

A partir de la segunda mitad del siglo XX esta visión se modificó y comenzaron a surgir disciplinas híbridas que buscaban romper fronteras disciplinarias para enfrentar el problema de la ultra especialización y abordar los fenómenos a partir de varias áreas del conocimiento (Ander-Egg, 2003). La interdisciplinariedad nace entonces como una reacción a la especialización, por la insatisfacción que la perspectiva de la ciencia clásica generó en varios campos del saber, principalmente desde los estudios en cibernética (Pellanda, 2009). En consecuencia, el abordaje de ciertos contenidos con un enfoque interdisciplinar emerge por la necesidad de una profundización teórica que otorgase un mayor nivel en las investigaciones que estudian diversos aspectos del entorno natural y de la realidad social (O'Brien, Marzano y White, 2013).

El concepto de interdisciplinariedad fue definido por la Unesco (1985) como la cooperación de diversas disciplinas, que contribuyen a un objetivo común y que, a través de su asociación, aportan a la generación de nuevos conocimientos, nuevos lenguajes y una perspectiva común, rompiendo las fronteras disciplinarias en busca de la circulación de conceptos y de la formación de disciplinas híbridas (Morin, 2010; García, 2013). De esta manera, el concepto de interdisciplinariedad es entendido como un nivel de colaboración entre disciplinas que implica reciprocidad y enriquecimiento mutuo, al punto de elaborar marcos conceptuales más amplios que modifiquen las disciplinas en contacto y las vuelven dependientes unas de otras (Posada, 2004; Torres, 1996). En consecuencia, una visión interdisciplinar genera cualidades integrativas que no tenían las disciplinas de manera aislada, lo que otorga una organización de conocimientos más vinculada a la realidad (Che Soler, Soler y Peña, 2006).

El concepto de interdisciplinariedad forma parte de un grupo mayor de términos que, aunque relacionados, no necesariamente tienen el mismo significado como los de pluridisciplinariedad (o multidisciplinariedad) y transdisciplinariedad (Zárate, 2007). Pombo (2013:25) define los tres términos –pluri (o multi), inter y transdisciplina– como un continuo que va “de la coordinación a la combinación y de esta a la fusión”. En este continuo, la pluri o multidisciplinariedad consiste en una integración disciplinar que supone yuxtaponer o acercar de forma paralela puntos de vista, información y perspectivas de diversas áreas, con el fin de resolver problemas, pero sin transformar o modificar las disciplinas involucradas. En tanto, cuando se supera esa dimensión y se avanza hacia una con-

vergencia y complementariedad, se está en la zona intermedia llamada interdisciplinariedad. Finalmente, cuando desaparece la convergencia y se establece un punto de unificación y de perspectiva holística, se puede hablar de transdisciplinariedad.

Como principio organizador, la interdisciplinariedad se estructura bajo el paradigma de la complejidad, que plantea que toda realidad es un sistema por estar relacionada con su contexto (Morin, 1995), es decir, las problemáticas reales presentan múltiples procesos cuyas interrelaciones forman la estructura que funciona como un todo organizado al que se denomina sistema complejo; una de características de este último es su “interdefinibilidad y mutua dependencia de las funciones que cumplen dichos elementos dentro del sistema total lo que significa que no puede realizarse un análisis de un sistema complejo simplemente juntando estudios de las diferentes áreas involucradas” (García, 1994:1). En consecuencia, debemos ser capaces de comprender esa complejidad y transitar desde el paradigma de la simplificación al de la complejidad (Morin, 1981).

En el campo de la educación, los problemas de naturaleza interdisciplinar constituyen una oportunidad para educar a niños y jóvenes en una perspectiva no fragmentada del mundo con responsabilidad social y medioambiental, por ejemplo. La mayoría de los grandes problemas sociales de la actualidad (inmigración, marginalidad, educación, delincuencia, medio ambiente, urbanismo), necesariamente deben ser abordados a través de estudios interdisciplinarios y, en ese contexto, una pedagogía interdisciplinaria busca profundizar en los procesos de enseñanza y aprendizaje con el fin de que los estudiantes adquieran una mirada holística de los fenómenos complejos tanto de la naturaleza como de la sociedad (Karppinen, Kalluki y Komulainen, 2017).

Interdisciplinariedad en la enseñanza de las ciencias

La ciencia es un proceso de construcción social sujeta a intereses políticos y económicos, con una clara incidencia sobre la configuración de las sociedades y los grandes cambios sociales (Hernández, 2015). En este escenario, un enfoque más actual en enseñanza de las ciencias busca “promover una nueva visión de la educación científica que permita a los estudiantes comprender mejor el mundo en que viven y tomar sus propias decisiones” (Cabot, 2014:550). Sin embargo, este enfoque actual de enseñanza de las ciencias se contrapone al diseño actual del currículo escolar, que entrega

contenidos fragmentados en las diferentes áreas de conocimiento de manera disociada y desconectada (Santos *et al.*, 2017).

Un niño que observa su entorno, no lo divide en disciplinas. Del mismo modo el profesor, en busca de atraer e incentivar en los estudiantes el gusto por las ciencias naturales, debe proporcionar una experiencia de aprendizaje que sea cercana a sus intereses y coherente con las situaciones que experimentan en su vida cotidiana. La parcelación de los conocimientos impide que el alumno aprenda a reflexionar y analizar los problemas desde una visión global, quitándole objetividad y capacidad de una mirada conjunta de las problemáticas.

Las disciplinas son una parte de un todo y la necesaria interacción entre ellas demanda estrategias curriculares que garanticen la interdisciplinariedad, dado que dicho propósito trasciende y amplía las posibilidades de las disciplinas (Blanco, Díaz y Cárdenas, 2011). Es por esta razón que, en el contexto de la educación en ciencias, la interdisciplinariedad “es un principio didáctico a tener en cuenta en el diseño curricular, lo cual implica que en la enseñanza debe ser contemplado como invariante metodológica” (Ruiz Ruiz, Castaño Pombo y Boronat Mundina, 1999:270).

La opción de trabajar desde un enfoque interdisciplinar se debe a la voluntad de incorporar una educación más adecuada a la complejidad del mundo contemporáneo, lo que permitirá que los estudiantes, en primer lugar, sean capaces de comprender mejor su entorno gracias a las nuevas capacidades adquiridas y, en segundo lugar, pueda resolver problemas tanto en su vida profesional como personal, con base en actitudes y valores aprendidos en la perspectiva interdisciplinar. La comprensión del mundo por parte de los estudiantes supone el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y, en este sentido, la interdisciplinariedad en educación y particularmente en la enseñanza de las ciencias, otorga una percepción global de los problemas, estimula la capacidad de detectar interacciones entre campos diversos, permite el análisis crítico de situaciones y ayuda a los estudiantes a incorporar conocimientos que adquieren fuera de la sala de clases (Ander-Egg, 2003; Kallunki, Karppinen y Komulainen, 2017). Por consiguiente, la perspectiva interdisciplinaria en educación promueve la búsqueda de significado de los estudiantes en cuanto a conocimiento y a su perspectiva social (Lenoir y Hansi, 2016).

Como enfoque para la organización del currículo en la enseñanza básica, media y superior, la educación interdisciplinar se basa en el análisis de

los contenidos de las diferentes disciplinas, con la finalidad de encontrar problemáticas complejas que incorporen elementos comunes a las distintas materias y que sirvan para adaptarlos al ámbito estudiantil (Palma de Arraga, 1998). En la actualidad los documentos curriculares vigentes en Chile han incorporado vinculaciones entre las diversas disciplinas o áreas del conocimiento, lo cual podría interpretarse como un intento de abordaje interdisciplinar de los contenidos específicos (Ministerio de Educación, 2016). Sin embargo, el sistema escolar aún mantiene el paradigma de un conocimiento totalizante, donde todo lo que se debe aprender se encuentra dentro de cada una de las disciplinas (Poliszuk, 2008).

Es claro que las ciencias y, particularmente las naturales, se prestan para una integración en el proceso educativo. Por ejemplo, la Biología tiene un carácter interdisciplinario tanto en el aspecto teórico como en el aplicado (Arteaga, Ayala, Flores, Morales *et al.*, 2005). En palabras de Morin (2010:11) “la revolución biológica de los años cincuenta nació de la usurpación, contactos y transferencias entre disciplinas, en los márgenes de la física, de la química y de la biología”.

La enseñanza interdisciplinaria de las ciencias naturales es una tarea en extremo compleja. Sin embargo, independientemente del carácter disciplinar o interdisciplinar, para Dos Santos (2011) requiere necesariamente de profesionales con un alto nivel de competencias en sus respectivas disciplinas y conocimientos sobre contenidos y métodos de las otras áreas relacionadas. Esto se verá reflejado en un trabajo pedagógico con actividades que permitan al estudiante desarrollar capacidades investigativas, aprender a trabajar en equipo, incentivar autonomía y responsabilidad individual y colectiva, adquirir seguridad para la discusión de ideas y desmitificar el saber científico y al profesor como únicas fuentes del saber (Posada, 2004).

Procedimientos metodológicos

Para realizar el presente estudio se efectuó una investigación cualitativa, orientada al estudio en profundidad (Osses Bustingorry, Sánchez Tapia e Ibáñez Mansilla, 2006) sobre las percepciones de los participantes respecto del concepto de interdisciplinariedad y su incorporación como perspectiva educativa en el área de las ciencias. El alcance fue descriptivo, puesto que se buscó identificar las percepciones de un grupo particular de docentes de enseñanza media sobre interdisciplinariedad y la forma en que ellos la aplican y trabajan en sus aulas.

El estudio se realizó en la ciudad de Talca, región del Maule-Chile, en colegios de enseñanza media (nivel educativo de 14 a 18 años) de orientación científico-humanista, públicos y particulares. Participaron 25 profesores de Biología de enseñanza media. Para la obtención de los datos se diseñó un cuestionario de seis preguntas abiertas el cual fue probado y validado previamente. Su objetivo fue obtener información acerca de las percepciones de los docentes de Biología sobre el concepto de interdisciplinariedad y cómo este enfoque educativo se presentaba tanto en la discusión teórica como en la orientación de las prácticas educativas relatadas por los profesores que participaron de esta investigación. La tabla 1 presenta las preguntas del cuestionario.

TABLA 1

Cuestionario de profesores participantes

-
1. ¿Qué entiende usted por interdisciplinariedad?
 2. ¿Usted considera que la Biología es una ciencia interdisciplinar? Comente su respuesta
 3. En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿con qué disciplinas cree usted que la Biología se relaciona interdisciplinariamente?
 4. ¿Qué actividades interdisciplinarias realiza en sus clases para la enseñanza de la Biología? Describa su impacto en el aprendizaje de los estudiantes
 5. ¿En sus clases de Biología existe colaboración con profesionales o docentes de otras áreas del conocimiento? Explique
 6. Describa de qué forma se realiza esta colaboración y en relación con qué temas de la Biología preferentemente
-

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de las respuestas se utilizó el Análisis Textual Discursivo desarrollado por Moraes (2003). Las preguntas realizadas a los profesores fueron agrupadas en dos dominios: el primero, *interdisciplinariedad como principio teórico*, se refiere al establecimiento de la interdisciplinariedad como principio orientador de las actividades pedagógicas (que agrupó tres preguntas del cuestionario). El segundo, *interdisciplinariedad en su práctica docente*, apunta a la forma en que el docente incorpora la interdisciplinariedad en las clases de Biología (representada por tres preguntas).

A partir de las respuestas de los profesores se establecieron categorías de análisis después de un proceso de fragmentación, comparación y agrupamiento de elementos semejantes, donde los elementos de significados próximos permitieron elaborar las categorías. Finalmente, se realizó una nueva interpretación de los datos, describiendo sentidos y significados para la elaboración del meta texto final.

Resultados y discusión

Tras la definición *a priori* de los dominios teóricos, se estudiaron y clasificaron las respuestas de los profesores participantes, lo que permitió elaborar categorías y subcategorías de análisis sobre las percepciones de los docentes participantes frente a la interdisciplinariedad tanto desde el punto de vista teórico como del práctico, las que se presentan a continuación:

Dominio I: interdisciplinariedad como principio teórico

A continuación se describen las categorías y subcategorías del dominio I, la tabla 2 muestra una síntesis al respecto.

TABLA 2

Categorías y subcategorías del dominio I

Dominio	Categoría	Subcategoría
I. Interdisciplinariedad como principio teórico	I.1. Conceptualización de interdisciplinariedad	I.1.1. Integración disciplinar para responder a un fenómeno
		I.1.2. Uso de contenidos comunes a diferentes disciplinas
		I.1.3. Integración disciplinar para un aprendizaje significativo e integral
		I.1.4. Transferencia metodológica
	I.2. Biología como ciencia interdisciplinar	I.2.1. Biología y su naturaleza interdisciplinar

Fuente: Elaboración propia.

1.1 Categoría: conceptualización de interdisciplinariedad

Esta categoría se refiere a la percepción de los docentes respecto del concepto de interdisciplinariedad desde el punto de vista educativo. Frente a la pregunta “¿Qué entiende por interdisciplinariedad (ID)?” se levantaron subcategorías. En seguida se discute en detalle cada una de ellas y se presentan fragmentos de discursos de los profesores participantes.

1.1.1. Subcategoría: integración disciplinar como respuesta a un fenómeno

En esta primera subcategoría los docentes perciben la interdisciplinariedad como una integración entre distintas disciplinas o áreas del conocimiento. Una de las respuestas que ilustra esta idea es la siguiente:

Un grupo de disciplinas relacionadas entre sí y que no se desarrollan de forma aislada y con ello puede darse respuesta o solución a problemas de diferente ámbito (Profesor 21).

Las definiciones que los docentes describen se asemejan al concepto de multidisciplinariedad, que si bien es cercano al de interdisciplinariedad presenta diferencias significativas. La multi o pluridisciplinariedad (como se señaló en el marco teórico) consiste en una yuxtaposición de disciplinas sin relación, es decir, en estudiar diferentes puntos de vista de una problemática o fenómeno desde distintas áreas del conocimiento, donde cada especialista responde desde su propia ciencia, por tanto, no existe modificación de las disciplinas participantes (Ander-Egg, 2003; Pombo, 2013). En cambio, la interdisciplinariedad busca reciprocidad y enriquecimiento en los intercambios de las diferentes disciplinas con el objeto de generar una convergencia y complementariedad entre disciplinas.

1.1.2. Subcategoría: uso de contenidos comunes a diferentes disciplinas

En esta subcategoría los profesores perciben la interdisciplinariedad como el uso de contenidos que son comunes a diferentes áreas del conocimiento, en busca de un aprendizaje más enriquecedor:

Es la relación que puede existir entre un área de estudio con otra, a través de un concepto o contenido. También podría entenderse como una búsqueda de aplicaciones en otros ámbitos que sirvan como complemento a nuestra disciplina (Profesor 8).

En esta percepción de interdisciplinariedad se entiende que para los docentes los fenómenos no existen por separado y que, por tanto, al interrelacionarlos por medio del contenido, generan una interacción y dependencia del desarrollo del mundo. En consecuencia, la percepción explicitada por este grupo es más próxima a los fundamentos de la perspectiva interdisciplinar desde el ámbito educativo, ya que apunta a un enfoque integral de las disciplinas que trabajan en torno a contenidos o nodos interdisciplinares. Este enfoque intenta abordar de manera sistémica los problemas que vive el ser humano con el fin de que los estudiantes comprendan el sentido y valor de las ciencias (De Oliveira, Manso, Dos Santos y Sampaio, 2016).

1.1.3. Subcategoría: integración disciplinar para un aprendizaje significativo e integral

Una tercera subcategoría corresponde a aquella en donde parte de los docentes participantes perciben la interdisciplinariedad como saberes relacionados con el fin de conseguir un aprendizaje significativo e integral.

La interdisciplinariedad corresponde a una integración de saberes en la cual se relacionan diferentes áreas del saber para conseguir un aprendizaje significativo y lograr el desarrollo de la aplicación de lo que se sabe desde diferentes áreas del conocimiento (Profesor 9).

En esta percepción se reconoce el enfoque interdisciplinar como una perspectiva educativa que contribuye a la formación integral del alumno, es decir, que busca una orientación más humanista para la enseñanza de las ciencias en temas relacionados, por ejemplo, con las implicancias éticas de las interacciones ciencia-tecnología-sociedad. Esto coincide con lo planteado por Lenoir y Hansi (2016) en cuanto a que la perspectiva interdisciplinaria en educación promueve en los estudiantes la búsqueda de significado tanto en el aspecto cognitivo como social. Según Infante-Malachias (2011), los estudiantes deben tener acceso a un conocimiento que les permita opinar, pensar críticamente y de manera colectiva poder tomar decisiones. Lo anterior implica que el profesor puede trascender la visión clásica tanto de las ciencias como de su enseñanza, contextualizando el conocimiento científico a la realidad histórica, política y social de los individuos, con el objeto de ofrecer una formación integral a sus estudiantes.

I.1.4. Subcategoría: transferencia metodológica

Finalmente, la cuarta subcategoría agrupa las percepciones o ideas de los docentes sobre interdisciplinariedad, específicamente como una transferencia metodológica: “Es la utilización de diferentes metodologías utilizadas en otras áreas disciplinarias que apoyen y colaboren el quehacer pedagógico de un área específica de estudio” (Profesor 11).

La idea de interdisciplinariedad como integración de metodologías de una disciplina en otros campos del saber, corresponde a uno de los niveles de interacción del enfoque interdisciplinar. Por tanto, es una de las interpretaciones que puede darse al concepto, en particular en el ámbito de la enseñanza de las ciencias. Esto es reafirmado por Nicolescu (1999) quien define interdisciplina como integración de métodos de diferentes disciplinas, con el fin de solucionar un problema complejo.

I.2. Categoría: *Biología como ciencia interdisciplinar*

Las preguntas 2 y 3 –“¿Usted considera que la Biología es una ciencia interdisciplinar? Comente su respuesta” y “En caso de que su respuesta anterior sea afirmativa, ¿con qué disciplinas cree usted que la Biología se relaciona interdisciplinariamente?”, respectivamente– tuvieron como objetivo, en primer lugar, establecer si los docentes consideraban o no a la Biología como una ciencia interdisciplinar y el porqué de su respuesta. Y, en segundo lugar, en caso afirmativo, se buscó determinar con qué áreas del conocimiento los docentes relacionaban la Biología.

La segunda categoría del primer dominio da cuenta de la consideración, por parte de los profesores, de la Biología como una ciencia interdisciplinar; a partir de ella, donde no identificamos subcategorías, puede observarse la comprensión que los profesores tienen sobre esta ciencia a partir de fragmentos de discurso de los sujetos participantes. A continuación, un ejemplo de respuesta entregada por uno de los docentes:

La Biología es una ciencia interdisciplinar, ya que se puede abordar en otras asignaturas y tomar los contenidos de esta e insertarlas en otras asignaturas, sobre todo en el área de las ciencias, por ejemplo, con Química, Física y Psicología (Profesor 19).

La Biología es identificada por los participantes como una ciencia interdisciplinar porque se vincula con disciplinas cercanas como la Química,

Física o Matemática. Esta proximidad disciplinaria que los profesores establecen entre la Biología y otras ciencias naturales se debe a que su objeto de estudio es común. De acuerdo con la clasificación propuesta por Bunge (2014), la Biología, la Química, la Física y la Psicología son ciencias fácticas y naturales, pues tratan los hechos de la realidad. A lo anterior se suma el hecho de que la revolución biológica de mediados del siglo XX surge del intercambio entre disciplinas, particularmente en las fronteras disciplinares de la Física, la Química y la Biología (Morin, 2010).

Para otros profesores participantes esta interacción también puede darse con disciplinas de las ciencias sociales como Filosofía, Lenguaje o Historia: “Sí, es una ciencia interdisciplinar, ya que en esta ciencia se pueden tratar temas sociales, filosóficos, matemáticos, químicos, físicos e inclusive de lenguaje” (Profesor 1).

Esta mirada más amplia de la Biología y su alcance en temas sociales da cuenta del discurso de la ciencia en una perspectiva sistémica, la cual considera entre otras cosas que el trabajo que los científicos realizan está inserto dentro de un contexto social, ético y cultural. En la actualidad, las enseñanzas de las ciencias y de la sociedad se hacen cada vez más interdependientes en la medida en que se busca una aproximación cultural de la ciencia (Santos, 2001).

Sí, es una ciencia interdisciplinar porque utiliza varias áreas de la ciencia para explicar sus fundamentos, por ejemplo, el origen químico de la vida demanda del alumno conceptos que son propios de la Física y la Química (Profesor 6).

En efecto, la Biología busca estudiar los hechos naturales desde una comprensión sistémica de los fenómenos interactuando con otras áreas de naturaleza semejante. Esto es reafirmado por Arteaga *et al.* (2005), quienes señalan que la Biología tiene un carácter interdisciplinario que se enfoca en el estudio de problemas biológicos relacionados con los seres vivos.

Dominio II: interdisciplinariedad en su práctica docente

La tabla 3 sintetiza las categorías y subcategorías del dominio II, mismas que se describen posteriormente.

TABLA 3

Categorías y subcategorías del dominio II

Dominio	Categoría	Subcategoría
II. Interdisciplinariedad en su práctica docente	II.1. Interdisciplina y su impacto en el aprendizaje	II.1.1. Trabajo interdisciplinar para alumnos
		II.1.2. Trabajo interdisciplinar docente
	II.2. Colaboración interdisciplinar	II.2.1. Falta de colaboración con profesores de otras áreas
		II.2.2. Colaboración con profesores de otras áreas

Fuente: Elaboración propia.

II.1 Categoría: interdisciplinariedad y su impacto en el aprendizaje

Esta categoría buscó conocer el tipo de estrategia interdisciplinar desarrollada por los profesores participantes de la investigación en sus clases de Biología y su percepción respecto del impacto que la interdisciplina tiene en el aprendizaje de sus alumnos. Frente a la pregunta 4 –“¿Qué actividades interdisciplinares realiza en sus clases para la enseñanza de la Biología? Describa su impacto en el aprendizaje de los estudiantes”– se establecieron subcategorías (tabla 3), cada una se discute a continuación, presentando fragmentos de discursos de los docentes participantes.

II.1.1 Subcategoría: Trabajo interdisciplinar para alumnos

El tipo de actividad interdisciplinar desarrollado por los profesores en sus clases de Biología se encuentra dirigido al trabajo individual o grupal de los alumnos, lo que da cuenta de que para este grupo de docentes las actividades interdisciplinares corresponden en particular a un trabajo realizado por el estudiante y no por el profesor durante la exposición oral de sus clases (contextualizaciones históricas, relaciones con el entorno cotidiano, utilización de modelos).

Entre las actividades realizadas se señalan: lecturas de textos científicos, actividades de laboratorio, proyectos de investigación, salidas a terreno, planteamiento de problemas, mapas conceptuales:

Generalmente se trabaja con textos científicos, los cuales se relacionan con temas de actualidad y contemplan aplicación de lectura comprensiva, Matemática, Estadística, etc., y el impacto en los alumnos es positivo pues existe una mayor motivación (Profesor 11).

Las actividades declaradas por los profesores al momento de realizar sus clases de Biología se encuentran entre las estrategias utilizadas en el abordaje interdisciplinar que, como se señaló en el marco conceptual, buscan promover en el estudiante el pensamiento crítico (Kallunki, Karppinen y Komulainen, 2017) a través de, por ejemplo, el planteamiento de problemas o el desarrollo de proyectos de investigación. El uso de estas estrategias didácticas potencia y motiva el aprendizaje de las ciencias al permitir contextualizar el contenido y desarrollar habilidades de pensamiento científico, lo que está en sintonía con la perspectiva actual en la enseñanza de las ciencias (Stentoft, 2017).

Los profesores consideran que las actividades interdisciplinares tienen un impacto positivo en sus alumnos por diversas causas, entre otras: generan un mayor interés por estudiar Biología, mejoran la comprensión de los contenidos y contribuyen a que los estudiantes desarrollen su personalidad y manifiesten sus cualidades. Al respecto, es interesante comprobar que todos los participantes intentan incorporar en su práctica docente actividades interdisciplinares, ya que son justamente ellos los llamados a generar las instancias interdisciplinares, promoviendo experiencias y oportunidades que amplíen los conocimientos (Estupiñán, Sáenz y Forero, 2004).

II.1.2. Subcategoría: trabajo interdisciplinar docente

La segunda subcategoría incluye a los participantes que entienden las actividades interdisciplinares como un trabajo que el profesor lleva a cabo durante el desarrollo de su clase. Las mencionadas por ese grupo de profesores incluyen: uso de situaciones cotidianas, contextualizaciones históricas, conexiones con otros subsectores y modelación de procesos biológicos. Tales actividades indican que para estos docentes las instancias interdisciplinares corresponden a un tipo de trabajo que el profesor debe realizar en su exposición oral de clases y no a tareas desarrolladas por los estudiantes:

Normalmente realizo contextualizaciones históricas del conocimiento o explico la raíz del conocimiento científico a partir de la historia de algún científico, además del uso de las Matemáticas en algunas áreas (Profesor 9).

Establecer relaciones de contenidos con la vida cotidiana, con las mismas vivencias de los alumnos, con noticias actuales, trascendencia, comprensión del entorno, lo que permite mayor atención de parte de los alumnos (Profesor 13).

En cuanto al impacto que estas actividades generan en los alumnos, los profesores señalan que estas son importantes para: motivarlos en el aprendizaje de la biología, alcanzar una mejor comprensión en contenidos de ciencias naturales y generar conciencia sobre la interrelación de las ciencias.

II.2. Categoría: colaboración interdisciplinar

La segunda categoría se refiere al nivel de colaboración de los docentes con profesores de otras asignaturas y a la forma en que se realiza esta interacción. Frente a las preguntas 5 y 6 –“¿En sus clases de Biología existe colaboración con profesionales o docentes de otras áreas del conocimiento? Explique” y “Describa de qué forma se realiza esta colaboración y en relación con que temas de la Biología preferentemente”–, se establecieron dos subcategorías (tabla 3), las que se discuten y respaldan a partir de fragmentos de discurso de los sujetos participantes.

II.2.1. Subcategoría: falta de colaboración con profesores de otras áreas

En esta subcategoría, los profesores indicaron que en su clase existe escasa o nula colaboración con algún profesor de otra área. Algunos señalan que es por falta de tiempo o de instancias formales para planificar este tipo de trabajo:

No la hay, no existe en el colegio departamentos, ni el tiempo ni espacio para el desarrollo planificado de actividades. Sólo existe intercambio verbal y de materiales de manera específica entre profesores por iniciativas personales. (Profesor 7).

Al momento de preguntarles sobre la forma en que se realiza esta colaboración, los docentes solo describen actividades que realizan de manera individual en sus clases, mientras otros indican que la interacción con sus colegas se reduce a intercambios o ayuda en contenidos específicos a través de conversaciones y por iniciativa personal. Al parecer, los profesores

tienen la inquietud de realizar un trabajo en conjunto con sus compañeros, pero en los establecimientos educacionales donde laboran no existen instancias formales ni un trabajo curricular adecuado para implementar un enfoque colaborativo como el interdisciplinar. Esta dificultad del trabajo colaborativo, producto de la organización escolar, se ha detectado en estudios anteriores (Castro y Figueroa, 2006; Rodríguez Rojas y Ossa Cornejo, 2014).

II.2.2. Subcategoría: colaboración con profesores de otras áreas

En esta segunda subcategoría, parte de los docentes participantes declaran que existe colaboración con uno o varios profesores de otras disciplinas:

Sí, sobre todo en el área de Química y Física. Tratamos con la profesora de crear en nuestras clases un ambiente “científico”. Incentivamos muchas veces a los alumnos a la investigación [...] no tan sólo en ciencias, sino que, en su vida diaria, para resolver problemas (Profesor 19).

Esta preferencia por el trabajo conjunto con disciplinas científicas tiene su fundamentación en las características comunes del trabajo científico en las ciencias naturales, lo que será de utilidad a los estudiantes en sus vidas diarias para resolver problemas cotidianos.

Otro tipo de colaboración es la que se establece con los profesores de Educación física, sobre todo en temas relacionados con salud humana y nutrición. Uno de los docentes participantes señala:

Sí, cooperación con Educación física al recopilar datos para que en forma coordinada se logre un aprendizaje de forma práctica respecto a la nutrición, Tasa Metabólica Basal (TMB) e Índice de Masa Corporal (IMC) (Profesor 21).

El trabajo interdisciplinar con Educación física es uno de los más señalados por los docentes y la razón de esto parece ser la relación directa entre los tópicos de nutrición y salud humana, presentes en el currículum de Biología, y el objetivo transversal de la asignatura de Educación física, que busca promover en los estudiantes hábitos de vida saludable (Ministerio de Educación, 2016).

A su vez, la interacción menos señalada por los docentes es la colaboración con docentes de Historia y Lenguaje (Español):

Sí, aplicamos en temas específicos a electivos de Historia y Biología, evolución del hombre, etc. (Profesor 4).

En algunos casos, cuando se cruzan contenidos, por ejemplo, en Lenguaje, comprensión o elaboración de textos (Profesor 14).

Estos fragmentos de discurso reflejan, una interacción, en primer lugar, con la asignatura de Historia con el fin de contextualizar los contenidos de Biología; en segundo, con la de Lenguaje, que busca mejorar en los alumnos ciertas habilidades de comprensión lectora que les permitirá un mejor aprendizaje de contenidos biológicos.

Finalmente, en cuanto a la forma en la que se realiza esta colaboración, se mencionan múltiples escenarios como: sala de clases, muestras científicas, talleres de ciencias o visitas a parques y exposiciones: “Principalmente charlas a estudiantes, visitas y guías a parques, exposiciones, experiencias personales de psicólogos, etc.” (Profesor 13).

La respuesta anterior refleja que los docentes participantes buscan diferentes instancias para realizar un trabajo interdisciplinar con profesores de otras áreas, por ejemplo, salidas a campo o presentación en muestras científicas, donde los alumnos tienen la necesidad de observar su entorno y analizar los diversos fenómenos naturales. Las respuestas entregadas son una muestra de la buena disposición que en general tienen los docentes para trabajar en conjunto con los de otras asignaturas. Sin embargo, faltan instancias formales de planificación que permitan desarrollar esta colaboración de una manera más ordenada y permanente. Se observa que no existe un trabajo por parte de los coordinadores de ciencias, ni de las unidades técnicas de los establecimientos educacionales, en pro de un trabajo interdisciplinar, a pesar de la voluntad por parte de los docentes de trabajar en esta línea.

Consideraciones finales

La presente investigación se planteó como objetivo identificar las percepciones que docentes de Biología de enseñanza media tienen sobre interdisciplinariedad y cómo este enfoque educativo impacta y se desarrolla en sus prácticas docentes.

Debido a la escasa investigación realizada en Chile sobre el tema de la interdisciplinariedad (en formación de profesores), se esperaba que los

resultados del presente estudio evidenciaran un escaso conocimiento de los docentes sobre la perspectiva interdisciplinar, tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Sin embargo, el análisis de las respuestas indica que los profesores poseen nociones básicas sobre el enfoque interdisciplinar, su importancia y características.

Tras elaborar y discutir diferentes categorías de análisis a partir de las respuestas de los participantes en esta investigación, fue posible concluir lo siguiente:

- Existe confusión de los docentes respecto del concepto de interdisciplinariedad. Se entiende como una simple relación o integración de disciplinas o asignaturas, pero sin una real convergencia entre las áreas del conocimiento involucradas. Esta percepción se acerca más a la idea de multidisciplinariedad, que consiste en una yuxtaposición o traslape disciplinar, sin enriquecimiento mutuo. La interdisciplinariedad, en cambio, supone la colaboración de diferentes disciplinas, pero con el objetivo de generar una perspectiva común frente a una problemática a estudiar que produzca un nivel de dependencia entre las disciplinas involucradas (Posada, 2004; Torres, 1996; Pombo, 2013). Pese a esta confusión de conceptos en la mayoría de los participantes, las respuestas de algunos son más cercanas a la esencia del enfoque interdisciplinar, puesto que los describen como la integración de diferentes áreas del conocimiento con la finalidad de dar respuesta a fenómenos de la naturaleza, además de enriquecer el aprendizaje y la educación integral de los estudiantes en el área de ciencias.
- Los profesores que participaron de esta investigación consideran a la Biología como una ciencia interdisciplinar debido a que, según sus respuestas, esta se relaciona con otras disciplinas de las ciencias tanto naturales como sociales. Asimismo, este reconocimiento responde a la complejidad de su objeto de estudio, que obliga a analizarlo desde distintas áreas del saber. Lo anterior, según algunos de los participantes, permitiría comprender los fundamentos y naturaleza de las ciencias biológicas.
- Los profesores declaran la incorporación de interdisciplinariedad en sus clases de Biología, a través de actividades en las que los estudian-

tes conocen sobre otras materias, tienen un papel activo y desarrollan hábitos, habilidades, conocimientos y valores. Esto resulta relevante puesto que, justamente son los propios docentes los llamados a generar instancias y experiencias significativas en favor de un mejor aprendizaje de las ciencias.

- Se reconoce una escasa colaboración en las clases de Biología con profesionales de otras áreas debido, principalmente, a la falta de tiempo o instancias formales para la coordinación de un trabajo interdisciplinar. La falta de colaboración con docentes de otras asignaturas no resulta extraña, debido a que parte importante del rechazo a este enfoque puede estar relacionado con la estructura organizacional, nivel escolar y con la resistencia de los docentes al cambio de paradigma. Esto implica que, para la implementación del enfoque interdisciplinar deben considerarse los obstáculos organizacionales y culturales como la sobrecarga de trabajo de los docentes o sus creencias negativas sobre el trabajo colaborativo (Stuart, Connor, Cady y Zweifel, 2006; Rodríguez Rojas y Ossa Cornejo, 2014). Se debe potenciar un mayor apoyo directivo en cuanto a coordinación y disponibilidad de tiempo, además de una formación inicial y continua que permita incrementar los niveles de colaboración entre los docentes y el trabajo interdisciplinar.

Las categorías y subcategorías identificadas en las respuestas de los docentes a los cuestionarios nos permitieron elaborar un breve metatexto (de acuerdo con el análisis textual discursivo) sobre la percepción de los participantes. Desde el punto de vista teórico, la integración disciplinar –aunque no hubo referencia clara a esta integración, ni a los diferentes métodos, visiones y objetivos de las diversas disciplinas– puede ser realizada usando los contenidos comunes, esto para promover un aprendizaje significativo e integral de los alumnos (aquí no hubo mención a alguna teoría de aprendizaje). Para ello, de acuerdo con los profesores, se hace necesaria la transferencia metodológica, es decir, utilizar medios, métodos y estrategias provenientes de otras disciplinas, por ejemplo, actividades de Educación física en aulas de Biología. En el caso de esta última, este proceso es favorecido ya que los docentes la consideran de naturaleza interdisciplinar. Desde el punto de vista de las prácticas, el trabajo interdisciplinario se planifica para ser

desarrollado principalmente por los alumnos y en algunas ocasiones por los profesores. Hay una polarización que no revela que esta actividad es dialógica y dialéctica a la vez, realizada por todos los actores del proceso educativo.

De la misma forma algunos docentes dicen no trabajar la interdisciplinariedad porque no existe colaboración con sus colegas de otras áreas. Sin embargo, algunos muestran una buena disposición para trabajar no solo con docentes de las áreas afines como ciencias de la naturaleza, sino también con los de las ciencias humanas, como el caso, por ejemplo, de Biología e Historia. Sería interesante comparar estas categorías y perspectivas con docentes de otros países para discutir la formación interdisciplinar del profesorado.

Algunas de las respuestas de los profesores participantes en esta investigación revelan la escasa formación del profesorado en la perspectiva interdisciplinar, la cual requiere de una fuerte preparación en habilidades y métodos interdisciplinarios (Pedroza Flores y Arguello Zepeda, 2002), pero por sobre todo exige una actitud mental que se abra a lo complejo de la contemporaneidad, sin dejar de analizar el contexto y la cotidianeidad de esa realidad.

Para Fazenda (2015), la formación profesional de los docentes que considere la perspectiva interdisciplinar debe ser subversiva y polémica. Para la autora, esta es la única posibilidad de evitar interpretaciones subentendidas y la hegemonía de un dogma pedagógico que en el caso de los profesores de Biología continúa fundado en una visión clásica y cartesiana de la ciencia. Sin embargo, de modo diferente a esta perspectiva categórica propuesta por Fazenda (2015), Pombo (2011) advierte otro problema que puede no estar siendo considerado al realizar investigaciones como la que aquí se presenta; para esta autora el concepto de interdisciplinariedad es un elemento de una situación epistemológica muy reciente para poder ser reconocida y pensada por los profesores. Su conceptualización, en muchos casos, de los formadores de profesores, está aún en desarrollo. Situación en la que “[...] no se pueden conocer por ahora, sino algunas de las manifestaciones más o menos esporádicas, algunas señales más o menos elocuentes” (Pombo, 2011:41).

En el sistema educativo chileno, el currículo actual de ciencias naturales todavía no da cuenta de una integración interdisciplinar orga-

nizada en unidades didácticas globales, con conceptos y metodologías compartidos por dos o más disciplinas (Ministerio de Educación, 2016), puesto que sigue estructurado en disciplinas académicas aisladas, con prácticas que niegan la propia naturaleza sistémica y compleja de las ciencias.

En este sentido, la afirmación de Morin (2010) sobre la necesidad de aprender a comprender la creciente complejidad del mundo, se torna cada día más urgente. Frente a esto, lamentablemente no se visualiza un cambio en el sistema educativo chileno hacia la innovación y la mejora de la enseñanza de contenidos científicos a través de la incorporación de nuevas perspectivas educativas como la interdisciplinariedad, cuyo foco se encuentra orientado hacia los problemas reales del ser humano en la contemporaneidad, entre los cuales podemos destacar el cambio climático, la problemática de los refugiados y la situación de desempleo, violencia, guerra y hambre en muchas naciones del planeta.

La interdisciplinariedad también supone un cambio en la función del profesor y exige que este posea no solo nuevos conocimientos sino la capacidad de adaptar su forma de enseñar, e instigar a sus estudiantes a hacer preguntas y no solo a responder preguntas aprendidas memorísticamente. Para Aberšek (2014) existe la necesidad de una reconceptualización del proceso de aprendizaje. En nuestra perspectiva y concordando con el autor citado, en la educación y casi al final de la primera década de este siglo XXI deberíamos concentrarnos en promover en los estudiantes el deseo vital de aprender a aprender, no solo aprender *per se*, sino aprender para ser parte de la propia cultura y del mundo y participar de las decisiones como sujetos que tienen voz y en colaboración con sus comunidades y la comunidad humana global.

Por tanto, para incorporar una perspectiva interdisciplinar en la educación no basta realizar una simple transposición didáctica a la ciencia escolar, sino que se requiere que todos los actores envueltos en el proceso superen las barreras epistemológicas impuestas, particularmente respecto de la interdisciplinariedad (Correia e Infante-Malachias, 2010). El ambiente escolar ha sido un ambiente pobre, con metodologías simplistas y fragmentadas (Pellanda, 2009) y por ese motivo insistimos que la formación de los profesores debe transitar por una reflexión epistemológica que los coloque críticamente delante de los desafíos de los conocimientos

de las diferentes áreas. Como afirma Gonçalves, Dias y Peralta (2015), el hecho de abandonar una perspectiva disciplinar e individualista a través del diálogo puede generar cambios muy positivos en el ambiente escolar, una vez que se comienza a promover el trabajo dialógico y colectivo también entre los profesores. Este diálogo docente puede impactar positivamente la percepción que nuestros estudiantes tienen sobre la escuela, sus profesores y puede estimular una relación de genuino interés por el conocimiento.

Referencias

- Aberšek, Boris (2014). "Interdisciplinarity in Education", *Problems of education in the 21st century*, vol. 61, pp. 5-8.
- Ander-Egg, Ezequiel (2003). *Interdisciplinariedad en educación*, Buenos Aires: Editorial Magistério.
- Araújo-Oliveira, Anderson; Lenoir, Yves; Morales-Gomes, Maria Alejandra; McConnell, Anne Catherine (2011). "Práticas interdisciplinares no ensino primário: concepções de professores e futuros professores no Québec", *Educação & Sociedade*, vol. 32, núm. 117, pp. 1125-1145.
- Arteaga, M.: Ayala, M.; Flores, A.; Morales, L. y Rosas, P. (2005). "Situación actual de la investigación multi e interdisciplinaria en la carrera de Biología", ponencia presentada en el Congreso sobre Facultades y Escuelas, Zaragoza, España.
- Blanco, Odalys; Díaz, Lázaro; Cárdenas, Marlene (2011). "El método científico y la interdisciplinariedad en el abordaje del análisis de la situación de salud", *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, vol. 25, núm. 2, pp. 29-39.
- Bunge, Mario (2014). *La ciencia, su método y su filosofía*, Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- Cabot, Esperanza A. (2014). "Una aproximación a la concepción de ciencia en la contemporaneidad desde la perspectiva de la educación científica", *Ciência & Educação (Bauru)*, vol. 20, núm. 3, pp. 549-560.
- Castro, R. y Figueroa, B. (2006). "Trabajo colaborativo en escuelas especiales de lenguaje, un enfoque educativo curricular", *Paideia*, núm. 41, pp. 117-127.
- Che Soler, Justo; Soler Martínez, Marleny y Peña, Martin Jon (2006). "Las relaciones interdisciplinarias en la formación inicial del profesor general integral de secundaria básica", *Varona*, núm. 42, pp. 16-21.
- Cortés, Ana María (2008). *La interdisciplinariedad en la educación universitaria*, Buenos Aires: La Ley Editorial.
- Correia, Paulo Rogério Miranda e Infante-Malachias, María Elena (2010). "Expanded collaborative learning and concept mapping: A road to empowering", en Patricia Lupion y Rita de Cássia Veiga Marriott (coords.) *Handbook of research on collaborative learning using concept mapping*, Hershey: Information Science Reference, pp. 283-300.

- De Oliveira, Elisandra; Manso, Helena; Dos Santos, Franklin y Sampaio, Biágio (2016). “Os desafios da interdisciplinaridade no currículo da área de ciências da natureza, de uma escola estadual”, *Interdisciplinaridade*, núm. 8, pp. 31-46.
- Dos Santos, Carlos Alberto (2011). “Energia e matéria: Conceitos chave para a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza”, en Carlos Dos Santos y Aline Quadros (coords.), *Utopia em busca de possibilidades: Abordagens interdisciplinares no ensino de ciências da natureza*, Foz de Iguaçu: Ediciones Universidad Federal de Integración Latinoamericana, pp. 79-92.
- Estupiñán, Carmen Alicia; Sáenz, Dora Cecilia y Forero, Luis Armando (2004). *Una opción para el trabajo pedagógico*, Poapayán: INEM Francisco José de Caldas.
- Fazenda, Ivani (2015). “Interdisciplinaridade, didática e prática de ensino”, *Interdisciplinaridade*, núm. 6, pp. 9-17.
- García, Rolando (1994). “Interdisciplinariedad y sistemas complejos”, en Leff, Enrique (comp.), *Ciencias sociales y formación ambiental*, Barcelona: Gedisa/UNAM.
- García, Rolando (2013). “Investigación interdisciplinaria de sistemas complejos: lecciones del cambio climático”, *Interdisciplina*, vol. 1, num.1, DOI: 10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46545
- Gonçalves, Harryson Júnio Lessa.; Dias, Ana Lúcia Braz; Peralta, Deise Aparecida (2015). “O que dizem professores de uma instituição de educação profissional sobre interdisciplinaridade no ensino de matemática”, *Ciência & Ensino*, vol. 4, núm.1, pp. 24-41.
- Hernández, Karla (2015). “El conocimiento científico como construcción social: observaciones sobre el caso del VIH/SIDA desde las distinciones de la teoría general de los sistemas sociales”, *Revista Mad. Revista del Magister en Análisis Sistémico Aplicado a la Sociedad*, núm. 32, pp.12-48. DOI: 10.5354/0718-0527.2015.36562
- Infante-Malachias, Maria Elena (2011). “Interdisciplinariedad y resolución de problemas: algunas cuestiones para quien forma futuros profesores de ciencias”, en Carlos Dos Santos y Aline Quadros (coords.), *Utopia em busca de possibilidades: Abordagens interdisciplinares no ensino de ciências da natureza*, Foz de Iguaçu: Ediciones Universidad Federal de Integración Latinoamericana, pp. 93-104.
- Kallunki, Veera; Karppinen, Seija y Komulainen, Kauko (2017). “Becoming animated when teaching physics, crafts and drama together: A multidisciplinary course for student-teachers”, *Journal of Education for Teaching*, vol. 43, núm.1, pp. 32-47. DOI: 10.1080/02607476.2016.1182373
- Karppinen, Seija; Kallunki, Veera y Komulainen, Kauko (2017). “Interdisciplinary craft designing and invention pedagogy in teacher education: student teachers creating smart textiles”, *International Journal of Technology and design Education*, vol. 29, núm. 1, pp. 57-74.
- Lenoir, Yves y Hasni, Abdelkrim (2016). “Interdisciplinarity in primary and secondary school: Issues and perspectives”, *Creative Education*, vol. 7, núm 16, pp. 2433-2458. DOI: 10.4236/ce.2016.716233

- Lenoir, Yves; Hasni, Abdelkrim y Larose, François. (2007). "L'interdisciplinarité et la formation à l'enseignement: analyse de résultats de deux recherches", *Revista Pensamiento Educativo*, vol. 41, núm. 2, pp. 255-276.
- Marion, J. (1978). "A interdisciplinaridade como questão para a Filosofia", *Presença Filosófica*, vol. 1, núm. IV, pp. 15-27.
- Méndez Coca, David (2015). "Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés", *Educación XXI*, vol.18, núm. 2, pp. 215-235, doi: 10.5944/educXX1.14016
- Ministerio de Educación (2016). *Programa de estudio Primer año medio Biología*, Santiago: Ministerio de Educación del Gobierno de Chile.
- Moraes, Roque (2003). "Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva", *Ciência e Educação (Bauru)*, vol. 9, núm. 2, p. 191-211.
- Morin, Édgar (1981). *Para salir del siglo XX*, Barcelona: Cairos.
- Morin, Édgar (1995). *Introducción al pensamiento complejo*, Barcelona, Gedisa.
- Morin, Édgar (1998). *Articular los saberes. "¿Qué saberes enseñar en las escuelas?"*, Buenos Aires: Editorial Universidad del Salvador.
- Morin, Édgar (2010). "Sobre la interdisciplinariedad", *Publicaciones Icesi* núm. 62, pp. 9-15. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10906/2562> (consultado 2 de julio de 2017).
- Nicolescu, Basarab (1999). *O manifesto da transdisciplinaridade*, São Paulo, Brasil: Triom.
- O'Brien, Liz; Marzano, Mariella y White, Rehema (2013). "'Participatory interdisciplinarity': Towards the integration of disciplinary diversity with stake holder engagement for new models of knowledge production", *Science and Public Policy*, vol. 40, núm. 1, pp. 51-61. DOI: 10.1093/scipol/scs120
- Ortega y Gasset, J. (1975). "La historia como sistema", *Revista de Occidente* (s.d.e).
- Osses Bustingorry, Sonia; Sánchez Tapia, Ingrid e Ibáñez Mansilla, Flor Marina (2006). "Investigación cualitativa en educación: hacia la generación de teoría a través del proceso analítico", *Estudios Pedagógicos*, vol. 32, núm. 1, pp. 119-133.
- Palma de Arraga, Lilian (1998). "Fortalecimiento de la capacidad interdisciplinaria en educación ambiental", *Revista Iberoamericana de Educación*, núm. 16, pp. 65-99.
- Pedroza Flores, René y Arguello Zepeda, Francisco (2002). "Interdisciplinariedad y transdisciplinariedad en los modelos de enseñanza de la cuestión ambiental", *Cinta de Moebius*, núm. 15. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10101503> (consultado: 2 de julio de 2017).
- Pellanda, Nize Maria C. (2009). *Maturana e a educação*, San Pablo: Editora Autêntica.
- Polizuk, Jorge (2008). *Interdisciplinariedad en educación. Una alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la educación matemática en la nueva secundaria*, documento, Buenos Aires: Universidad Nacional de Tres de Febrero.
- Pombo, Olga (2011). "Epistemología y ensino de ciências", en Carlos Dos Santos y Aline Quadros (coords.), *Utopia em busca de possibilidades: Abordagens interdisciplinares no ensino de ciências da natureza*, Foz de Iguaçú: Ediciones Universidad Federal de Integración Latinoamericana,

- Pombo, Olga (2013). “Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión”, *Interdisciplina*, vol. 1, núm. 1. DOI: 10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46512
- Posada Álvarez, Rodolfo (2004). “Formación superior basada en competencias, interdisciplinariedad y trabajo autónomo del estudiante”, *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 35, núm. 1, esp., pp. 1-34.
- Power, E. y Handley, J. (2017). “A best-practice model for integrating interdisciplinarity into the higher education student experience”, *Studies in Higher Education*, vol. 44, núm. 3, pp. 554-570. DOI: 10.1080/03075079.2017.1389876
- Rodríguez Rojas, Felipe Francisco y Ossa Cornejo, Carlos Javier (2014). “Valoración del trabajo colaborativo entre profesores de escuelas básicas de Tomé, Chile”, *Estudios Pedagógicos*, vol. 40, núm. 2, pp. 303-319.
- Ruiz Ruiz, Elena; Castaño Pombo, María Nieves y Boronat Mundina, Julia (1999). “Reflexiones sobre el enfoque interdisciplinar y su proyección práctica en la formación del profesorado”, *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, vol. 2, núm. 1, pp. 269-276.
- Santos, M. E. (2001). “Relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad”, en Pedro Membiela (coord.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, Madrid: Narcea, pp. 61-75.
- Santos, Silvana e Infante-Malachias María Elena (2008). “Interdisciplinaridade e resolução de problemas: algumas questões para quem forma futuros professores de ciências”, *Educação & Sociedade*, vol. 29, núm.103, pp. 557-579. DOI: 10.1590/S0101-73302008000200013
- Santos, Carla Madalena; Franco, Rubia Amada; Leon, Diego, Ovigli, Daniel Bovolenta; Junior, Pedro Donizete Colombo (2017). “Interdisciplinarity in education: overcoming fragmentation in the teaching-learning process”, *International Education Studies*, vol. 10, núm. 10, pp. 71-77. DOI: 10.5539/ies.v10n10p71
- Sánchez Albarracín, Enrique; Rutz da Silva, Sani de Carvalho y Schirlo, Ana Cristina (2015). “Interdisciplinaridade: saberes e práticas rumo à inovação educative”, *Interciencia*, vol. 40, núm. 1, pp. 63-67. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933115010> (consultado: 29 de diciembre de 2017).
- Solbes, Jordi; Montserrat, Rosa y Furió, Carles (2013). “Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza”, *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, núm. 21, pp. 91-117. DOI: 10.7203/dces..2428
- Stentoft, Diana (2017). “From saying to doing interdisciplinary, learning: Is problem-based learning the answer?”, *Active learning in Higher Education*, vol. 18, núm. 1, pp. 51-61. DOI: 10.1177/1469787417693510
- Stuart, Shannon K.; Connor, Mary; Cady, Karin y Zweifel, Alicia (2006). “Multiage instruction and inclusion: A collaborative approach”, *International Journal of Whole Schooling*, vol. 3, núm. 1, pp. 12-26.
- Thom, René (1990). “Vertus et dangers de l’interdisciplinarité”, en René Thom, *Apologie du logos*, París: Hachette, pp. 636-643.

- Thompson Klein, Julie (1998). “L'éducation primaire, secondaire et postsecondaire aux États-Unis vers l'unification du discours sur l'interdisciplinarité”, *Revue des Sciences de l'Éducation*, vol. 24, núm. 1, pp. 51-74.
- Torres Santomé, Julio (1996). *Globalización e interdisciplinariedad: el currículum integrado*, Madrid: Morata.
- Unesco (1967). *Conferencia General para la Educación*, París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Unesco (1985). *Coloquio Internacional sobre la Interdisciplinariedad en la Enseñanza General*, París: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vilar, Sergio (1997). *La nueva racionalidad. Comprender la complejidad con métodos transdisciplinarios*, Barcelona: Cairos.
- Zárate Gamarra, Chiarina (2007). “El reto de la interdisciplinariedad: desde su concepción hacia la práctica pedagógica”, *Cuaderno de Pedagogía Universitaria*, vol. 4, núm. 8, pp. 9-10.

Artículo recibido: 16 de abril de 2018

Dictaminado: 29 de enero 2019

Segunda versión: 19 de marzo de 2019

Aceptado: 2 de abril de 2019