



La divulgación científica en la enseñanza de las ciencias a través de géneros discursivos: casos de enseñanza e investigación

Scientific divulgation in science teaching through discursive genres: teaching and research cases

Nicole Glock Maceno¹, Anelise Grunfeld de Luca² y Sandra Aparecida dos Santos³

Resumen

La divulgación científica requiere el uso de géneros discursivos que permitan la presentación, lectura y producción textual sobre ciencia y tecnología, integrándose en las modalidades educativas para emplear el lenguaje y otros sistemas simbólicos en las actividades humanas. El problema de investigación se centra en analizar el impacto del uso de estos géneros discursivos en la comunicación científica para estudiantes de educación primaria, secundaria y superior, y reflexiona sobre su influencia en la interpretación, significado y comprensión de cuestiones sociocientíficas. El estudio presenta reflexiones de tres casos de actividades de divulgación científica en instituciones educativas de Santa Catarina. El trabajo destaca cómo la lectura y escritura de géneros discursivos sobre ciencia y tecnología contribuyen con la contextualización de formas de interpretar información y entender problemas socio-científicos, fomentando la relación entre narrativas, composiciones textuales y modos reflexivos en el aula.

Palabras clave

Divulgación científica, géneros discursivos, multimodalidad, enseñanza de la ciencia.

Abstract

Scientific dissemination requires the use of discursive genres that allow the presentation, multimodal reading, and textual production about science and technology, integrating them into educational modalities to employ language and other symbolic systems in human activities. The research problem focuses on analyzing the impact of using these discursive genres in scientific communication for primary, secondary, and higher education students, and reflects on their influence on the interpretation, meaning, and understanding of socioscientific issues. The study presents reflections on three cases of scientific dissemination activities in educational institutions in Santa Catarina. The work highlights how reading and writing discursive genres about science and technology contribute to contextualizing ways of interpreting information and understanding socioscientific problems, fostering the relationship between narratives, textual compositions, and reflective modes in the classroom.

Keywords

Scientific divulgation, discursive genres, multimodal, science teaching.

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina, Brasil. Faltó ORCID. <http://orcid.org/0000-0002-2896-3672>

² Instituto Federal Catarinense, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-2949-916X>

³ Universidade do Vale do Itajaí, Brasil. <https://orcid.org/0009-0003-7706-3296>

El uso de los géneros del habla en el aula

La enseñanza de las ciencias naturales, así como de otras áreas del conocimiento, está permeada por el uso - presentación, lectura y escritura (producción) - del texto. En un momento de la historia de la educación, ésta ya tomó el lugar de apoyo para el desarrollo de estrategias de lectura y escritura y, a principios del siglo XXI, toma el lugar de un objeto de enseñanza en los ejes conceptual y procedimental. Aseveran Rojo y Cordeiro (2004, p. 08) que “la lectura del texto es una ocasión que puede propiciar el aprendizaje de variadas estrategias a las que recurre el lector y, en la producción, se disponen estrategias de planificación, revisión y edición”.

En este trabajo se asume la concepción de género como instrumento (Schneuwly, 2004), que presenta una relación directa entre elección y uso, ya que se adapta a la situación concreta (Bakhtin, 1992) de enseñanza y aprendizaje. Los géneros traducen condiciones y propósitos específicos de cada dimensión social donde se utiliza el lenguaje, ya sea científico, mediático, cotidiano o escolar, considerando que las actividades humanas están permeadas por el lenguaje (Cunha, 2019).

La idea de género discursivo - con diferentes grados de sistematización (Cassany, 2008) nos conduce a la composición de textos, orales o escritos, que materializan la comunicación entre interlocutores - autores y lectores - sujetos que producen discursos contextualizados a la cultura en que se insertan. El argumento se corrobora con la propuesta estructural de géneros presentada por Cunha (2019, p. 30), consistente en “[...] contenido temático, estilo y forma compositiva”. Este último es el que le da forma propia, “se transforma y adapta, renovándose en el contexto de la comunicación social [...]”.

Buscar en Bajtín la expresión de un género discursivo es relacionar el discurso con una característica fundamental, es decir, el discurso del “yo” marcado por la “voz del otro” en una constante interacción verbal en la que mis palabras se encuentran en mi voz. Esto no quiere decir, sin embargo, que desaparezca en el proceso del lenguaje la figura del hablante, llamado interlocutor por Bajtín. Entonces, conceptualizar género se refiere a la organización de acciones que producen los interlocutores y las interacciones dialógicas que se dan entre el yo y el otro (Cunha, 2019, p. 29).

Los discursos de ciencia traen consigo elementos que los definen, como la impersonalidad del autor, la presencia del científico como personaje que atribuye credibilidad a la información que transmite y las explicaciones de los fenómenos del mundo. Estos no se traducen directamente en discursos de comunicación científica (DCC), estos últimos constituirán su propia estructura, culminando en un género discursivo propio traducido a Textos de Comunicación Científica (TCC), “en los que la base de la información proviene del discurso científico” (Cunha y Giordan, 2015, p. 68).

El discurso de comunicación científica es un discurso sobre la ciencia y ya no sobre la ciencia, constituyendo una versión de ella. Esto requiere la reformulación de nuevos significados, cambiando un discurso a otro, no agregando los significados. La heterogeneidad del habla incluye el habla cotidiana, representativa de la voz del sentido común. En resumen, el discurso de divulgación de la ciencia puede entenderse entre lo científico, lo periodístico y lo cotidiano, acercándose y/o alejándose del discurso de la ciencia misma (Cunha, 2019).

Los géneros discursivos se insertan en la cotidianidad escolar, particularmente en el campo de las ciencias naturales, ya que los textos de comunicación científica más cercana a uno u otro discurso son abordados en las clases a través de estrategias planificadas directamente por el docente, con mayor asertividad pedagógica o por los propios alumnos extractos de tales textos. De esta forma, se vuelve fundamental que el docente conozca y considere las investigaciones sobre géneros discursivos, así como divulgación científica.

Textos de divulgación científica en el aula

Vivimos en una sociedad donde cada vez se utilizan más artefactos científicos y tecnológicos, exigiendo conocimientos sobre ciencia y tecnología. Al mismo tiempo, hay desinformación, desinterés y negación de la ciencia. ¿Será esto el resultado de una falta de divulgación de la ciencia? ¿Cómo podemos difundir la ciencia y la tecnología? ¿Y quiénes serían sus destinatarios? ¿El aprendizaje de la ciencia pasa por la difusión en los medios de comunicación, en revistas y libros? Si la gente sabe poco de ciencias, ¿es la escuela la que no está cumpliendo su función?

Estas interrogantes son importantes para reflexionar sobre el concepto y función de la divulgación científica, así como para pensar la escuela como lugar de discusión y espacio de promoción de la criticidad en relación con el desarrollo científico y tecnológico. Gouvea (2015, p. 14) identifica la divulgación de la ciencia y la tecnología como una práctica social, afirmando que “Toda práctica social, para sobrevivir, necesita reproducirse (crear sus seguidores) y tener una función social, [...], la ciencia y la tecnología, como prácticas sociales, necesitan formar adeptos y garantizar una función social con otros grupos”.

El hallazgo es que la función social de la ciencia y la tecnología sólo puede ocurrir si se difunde, de modo que pueda ser utilizada y percibida en la vida cotidiana de las personas. Por ello, es necesario incluir la alfabetización científica como “un proceso de adquisición mínima de conceptos y materias en ciencia y tecnología” (Cunha, 2019, p. 17). Cunha (2019) argumenta que el concepto de alfabetización científica es diferente del concepto de cultura científica, ya que este último abarca una comprensión más amplia y permite a los ciudadanos tomar decisiones y ser críticos en relación con la ciencia y la tecnología. Y en ese sentido, la cultura científica “implica representaciones y significados producidos en la sociedad en aspectos amplios que involucran la ciencia y la tecnología” (Cunha, 2019, p. 19).

Se cree que la escuela es un espacio donde se trabaja y se discute el conocimiento científico en toda su plenitud. Y en ese sentido, los TCC tienen legitimidad para circular en las aulas, considerando que la cultura científica y tecnológica constituyen la cultura contemporánea. El aula se configura como un espacio microsocioal, en el que se realizan situaciones didácticas que tienen como objetivo presentar las culturas de los campos del saber y establecer vínculos entre culturas (Gouvea, 2015, p. 35).

Algo que es fundamental en la formación inicial de los docentes es invertir en prácticas lectoescritoras, instrumentalizando la práctica docente, que no es algo natural, que exige que el aprendizaje se convierta en un hábito. Y en este contexto de implicaciones en que la lectura y la escritura se insertan en la enseñanza, se observa que es necesaria la preparación para el aprendizaje de la lectura.

En la formación de un ciudadano consciente de su función social es importante equiparlo para aprender a leer, contemplando en los currículos la formación del lector, aprovechando la intertextualidad y multimodalidad de los textos “con el fin de modelar

contenidos contextualizados” y prácticas alfabetizadoras diversificadas, según las especificidades de las disciplinas” (Kleimann y Moraes, 1999, p. 122). En esta perspectiva, “el docente necesita presentar la lectura autorizada, explicar el porqué del estatus de esa lectura, y también problematizar las demás lecturas realizadas, elaborando ejercicios de intertextualidad e interdiscursividad” (Gouvea, 2015, p. 35).

El desarrollo del aprendizaje a través de la lectura utilizando textos de divulgación científica es relevante y significativo en el sentido de “que el trabajo escolar contribuye a la mediación de la cultura científica” (Almeida, 2015, p. 35). La importancia de insertar el uso de materiales de divulgación científica y tecnología en la formación inicial de los docentes radica en ampliar su formación como futuro profesional en la perspectiva del desarrollo de su ciudadanía. Y entonces, el uso de situaciones didácticas en las que los estudiantes están en contacto con diferentes formas y posibilidades de la lectura se vuelven imprescindibles, y deben fomentarse e incluirse en la rutina escolar.

En esta visión, incentivar la lectura de literatura especializada puede traer beneficios a partir del uso de textos de divulgación científica para la consecución de determinados objetivos de la enseñanza de la química, como ayudar en la percepción de la ciencia, mejoras en la comunicación, lecturas críticas y participación en debates sobre conceptos (Ferreira, Imasato y Queiroz, 2012; Quintanilla-Gatica, Cabrera y Zambrano, 2022) y problemas globales (Ferreira, Imasato y Queiroz, 2012).

Multimodalidad

Al buscar incluir la lectura y la escritura en el aula de ciencias para la necesaria divulgación científica y el uso de géneros discursivos, es fundamental que los docentes consideren en su planificación y acción docente un conjunto de actividades y soportes (materiales y simbólicos) que presenten una composición multimodal, es decir, que incluyen más que el lenguaje verbal para la elaboración de significados. En este sentido, es imperativo reconocer que:

El aula es esencialmente multimodal, porque en ella el docente utiliza un conjunto de modos para construir significados: el habla, los gestos, la proxémica, la mirada, etc. Generalmente, los profesores de ciencias naturales utilizan otro modo semiótico específico con estos modos tradicionales. Este otro modo influye en la forma de gesticular y articular el habla y puede ser, por ejemplo, el dibujo en la pizarra, los modelos de bola-palo, la proyección en la pantalla, etc. (Pereira et al., 2015, p. 44).

Considerando la relevancia de las composiciones multimodales de lectura y escritura para divulgación científica, una diversidad de modos semióticos puede ser utilizada en complementariedad para comunicar y representar el conocimiento científico. Cada modo semiótico ayuda en la comprensión y formación de conceptos, siendo una herramienta de representación y comunicación que puede ser de carácter motor, espacial, gestual, oral, imaginario, visual, sonoro, gráfico, u otro que incluye el lenguaje y la cultura científica. Ninguna modalidad es superior a la otra, ya que permiten el sentido del conocimiento cuando se combinan, siendo problemático el uso predominante de sólo uno o dos tipos, ya que restringe la capacidad comunicativa y representativa de la ciencia del estudiante. Siendo así:

[...] la relevancia de ciertos modos semióticos en relación con otros depende del tipo de conocimiento estudiado. Además, de acuerdo con el marco de la multimodalidad, para el educador científico, las diversas representaciones semióticas tienen un papel pedagógico diversificado y, en el caso de la construcción de significados científicos, el contacto y la manipulación con objetos y eventos tienen una importancia cognitiva. En el ámbito pedagógico, entonces, al afirmar que un aprendiz está comprendiendo o que ha aprendido algo, quiere decir que él, además de ser capaz de movilizar conocimientos dentro y fuera del contexto de cada representación enseñada, debe ser hábil en convertir registros o traducción entre cualquier representación. Desde el punto de vista semiótico, la comprensión implica en última instancia la competencia en el tránsito de intrarepresentación e interrepresentación de un mismo referente (Laburú y Silva, 2011, p. 725).

Kress y Van Leeuwen (1996) definen el modo semiótico como una herramienta utilizada en comunidades sociales y culturales que comunican significados, enseñan el uso del lenguaje y construyen cosmovisiones. En la enseñanza de las ciencias, las formas empleadas para la comunicación y el empleo del lenguaje pueden ser variadas, pero sobre todo insertas en actividades sociales de producción de ideas y significados, ya sea a través de la escritura, números, signos, colores, datos u otros recursos semióticos. Las interacciones discursivas que se dan en el aula son oportunidades de uso de diversas formas, por lo que estas dinámicas de producción discursiva incluyen estrategias, soportes, intercambios de ideas y la articulación entre eventos discursivos, entre símbolos y modelos propios de la ciencia que contribuyen en gran medida al desarrollo del conocimiento científico.

Al igual que el aula, y aunque la propia ciencia es multimodal, suele predominar el uso de uno o dos modos semióticos en el aprendizaje, especialmente en el habla y la escritura. La necesidad de escribir y leer sobre ciencias y de una variedad de géneros discursivos indica la vehemencia de los planes didácticos para incluir otras formas de representación y comunicación. El predominio en la valoración de uno o dos modos semióticos puede hacer que los estudiantes tengan dificultades para comunicar y representar la ciencia en la búsqueda de la apropiación del lenguaje científico. Como advierte Souza (2012), la elaboración de significados sobre el conocimiento científico es instituida por signos de acuerdo a un determinado dominio cultural, lo que significa que, para la comprensión y uso de la divulgación científica en el aula, se necesitan estrategias de comunicación diversificadas que confieran significados a las representaciones utilizadas en un determinado ámbito disciplinario o campo de conocimiento.

Fernández, Freitas-Reis y Araújo (2020) enfatizan que los modos semióticos, cuando se combinan, garantizan el tránsito entre las formas simbólicas requeridas para la cultura científica, con el fin de explorar no sólo las categorías sensoriales o abstractas del conocimiento, sino también los significados atribuidos a los modelos científicos, conceptos, convenciones y representaciones. Agregan los autores que es precisamente la combinación de múltiples formas de representación lo que le permite al estudiante interpretar las diversas informaciones que son exploradas por los diferentes modos semióticos, lo que puede ser incentivado leyendo y escribiendo sobre ciencias.

Como argumenta Cunha (2019, p. 25), los medios y espacios para la difusión de la ciencia son múltiples, de modo que los esfuerzos interpretativos de los estudiantes permiten la transferencia y reformulación del discurso de una lectura para otra. Al

explorar divulgación científica, los géneros discursivos de todas las esferas exhiben contenido temático, estilo y forma compositiva, siendo "principalmente debido a la forma compositiva, que el enunciado refleja las características de la esfera" (Cunha, 2019, p. 30). Así, la lectura es fundamental para el conocimiento y la cultura científica, con el fin de generar movimientos interpretativos sobre el mundo natural y físico por parte del estudiante. Al experimentar la lectura y la escritura por géneros discursivos, la variación en la composición del texto, resultante de la producción discursiva según una organización social y lingüística, caracteriza un determinado ámbito disciplinario o campo del saber, generando una forma compositiva, es decir, "la forma en que se constituye el discurso de la divulgación de la ciencia, las interacciones dialógicas entre los interlocutores ponen en acción diversos procedimientos discursivos" (Cunha, 2019, p. 31). En ese sentido, es necesario considerar los modos semióticos utilizados para la divulgación científica y la comprensión de la ciencia que existe entre los estudiantes, y como argumenta Cunha y Giordan (2015, p. 35), también el contenido temático porque asume "un género específico de discurso, diferente del discurso científico y de otros géneros discursivos".

En ese sentido, el uso de materiales que combinan diversas modalidades semióticas en situaciones de enseñanza de las ciencias aumenta el interés y el compromiso científico de los estudiantes (Concha-Fritz et al., 2020), posibilita la formación de nuevos lectores y el enriquecimiento cultural a través de la lectura y la escritura, además de problematizar temas relevantes sobre la ciencia y la tecnología. A su vez, son materiales que, a través de distintas formas de comunicación y representación, permiten la elaboración de significados y el aprendizaje del saber científico escolar.

Divulgación científica en las instituciones educativas de Santa Catarina: procedimientos metodológicos

La divulgación científica se puede realizar de diferentes formas en el aula, en diversas modalidades de enseñanza. Para presentar y discutir diferentes propuestas, se presentan tres casos de instituciones de Santa Catarina con diferentes modalidades de enseñanza, con el fin de producir reflexiones teóricas y empíricas sobre los resultados de las actividades de lectura y escritura de Santa Catarina por géneros discursivos.

Según Queiroz y Cabral (2016, p. 11), los estudios de caso muestran prácticas y procesos de enseñanza y aprendizaje en funcionamiento, con el fin de tomar contextos de aula particulares para construir escenarios y subsidios con el fin de desarrollar acciones innovadoras, propuestas de educación básica, narrativas y dilemas educativos. Los casos de estudio derivan del análisis de problemas en el aula, con el fin de poner en agenda los procesos en los que los estudiantes adquieren conocimientos científicos y tecnológicos sobre diversos temas para "desarrollar el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas" (Queiroz y Cabral, 2016, p. 12).

Considerando estos aspectos, el objetivo principal de esta investigación es discutir cómo el empleo de géneros discursivos contextualiza la comunicación científica entre estudiantes de diferentes niveles educativos: primaria, secundaria y superior, y considerar cómo esto puede influenciar en la interpretación, el significado y la comprensión de temas sociocientíficos. El estudio presenta análisis detallados de tres casos de actividades de divulgación científica llevadas a cabo en instituciones educativas de Santa Catarina.

A través de una investigación cualitativa, bibliográfica y exploratoria, se consideraron casos de planificación y desarrollo de actividades de divulgación científica en dos clases de educación básica y media en un colegio privado; las acciones del programa institucional de becas de iniciación a la docencia (PIBID), subproyecto químico, de un instituto federal en un liceo estatal; y en cuatro clases de licenciatura en química en una universidad del estado, todas instituciones de Santa Catarina.

Cada caso fue presentado en función de sus propios procedimientos metodológicos y resultados alcanzados con el fin de reflexionar sobre las acciones e implicaciones de la divulgación científica en la educación básica, media y superior. Así, se destacan las múltiples facetas metodológicas que la divulgación científica puede asumir en las modalidades de enseñanza con el fin de comunicar e informar a la población sobre la producción de conocimiento científico.

Caso 1: Divulgación científica en primaria y secundaria

El abordaje de divulgación científica en educación básica se realizó a partir de dos experiencias desarrolladas con dos clases del 9° grado de la enseñanza fundamental - años finales y bachillerato, involucrando los tres ciclos escolares en los años escolares 2012 y 2013. En ambas experiencias, el abordaje conceptual se dio a través de la interdisciplinariedad entre los componentes curriculares del área de ciencias naturales y lenguas, de forma contextualizada, y en la interfaz con la proposición de actividades prácticas y la historia de la ciencia. En estas experiencias, las actividades prácticas adquirieron un carácter interdisciplinario y contextualizado, así como la historia de la ciencia se desencadenó a partir de episodios históricos relatados en las obras de divulgación científica adoptadas.

En las clases de enseñanza fundamental, la obra estudiada fue “La cuchara que desaparece: Y otras historias reales de locura, amor y muerte a partir de elementos químicos”, de Kean (2011), a través de grupos de alumnos que asumieron la lectura de capítulos específicos y sobre los cuales elaboraron conceptos y representó los elementos químicos abordados en soportes de papel que juntos forman una gran tabla periódica en el pasillo que conduce a las aulas de la escuela. La obra “Los Botones de Napoleón: las 17 moléculas que cambiaron la historia”, de Le Couter y Burreson (2006), fue estudiada por las clases de bachillerato, en la cual la introducción fue estudiada por todos y posteriormente los alumnos seleccionaron dos capítulos de interés: ácido ascórbico (capítulo 2) y glucosa (capítulo 3).

Para el estudio de cada uno de los capítulos seleccionados, en conjunto con los estudiantes, se planificaron actividades investigativas que involucraron encuestas de opinión, experimentos, acercamientos con grupos escolares de enseñanza fundamental, socialización del camino recorrido en un evento escolar abierto a la comunidad, además de lecturas y los escritos que permearon las acciones a lo largo del abordaje que registraron, desde la organización de ideas, hasta informes e informes específicos de cada momento pedagógico.

La lectura de libros proporcionó una visión amplia y, al mismo tiempo, particular de los hechos que involucraron la construcción de la tabla periódica y casos impactantes sobre los elementos químicos, presentando aspectos sociales, políticos, filosóficos, históricos y económicos que guiaron el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico. Iniciar el abordaje de la tabla periódica con la lectura y discusión del libro fue significativo, pues provocó reflexión, motivación y curiosidad. Por ser un trabajo de divulgación científica,

los docentes del área de ciencias naturales pueden utilizarlo como una herramienta para incentivar la discusión, la investigación y la búsqueda de formas alternativas para que la enseñanza sea atractiva y luego poder significar los conceptos con otros recursos.

El desarrollo de los enfoques relatados mostró la posibilidad de nuevas alternativas para conceptos específicos en el área del conocimiento, en particular los componentes curriculares de química y biología, siendo la interfaz con historia de la ciencia una construcción cualificada y viable a partir de la materia estudiada.

En la etapa en que se incentivaba a los estudiantes a buscar distintas fuentes de consulta que complementarían la información presentada, los docentes limitaron el acceso a materiales que constituían “documentos”, considerando fuentes primarias y secundarias, con la intención de trazar una interfaz con historia de la ciencia.

La elaboración y desarrollo de una situación didáctica en las clases de educación básica y media, abordando los contenidos conceptuales y procedimentales del área de ciencias naturales a través de la interfaz con historia de la ciencia, en un sesgo investigativo, interdisciplinario y contextualizado, comprometido con la búsqueda de compatibilidades entre tendencias pedagógicas y perspectivas historiográficas actuales, es un desafío que emerge y apunta a nuevas investigaciones a partir de la práctica docente.

Brindar momentos de lectura grupal favoreció la interpretación y comprensión de temas que los ubican de manera crítica frente a la sociedad en la que están insertos. Las moléculas estudiadas de forma contextualizada históricamente evidenciaron esta prerrogativa, permitiendo la comprensión de su existencia a lo largo del tiempo, generando el sentido relacional en su cotidiano, oponiéndose así a su estudio en forma aislada.

El dominio lingüístico específico de los componentes curriculares involucrados se incorporó al lenguaje de los estudiantes participantes, evidenciándose en su participación calificada en las clases curriculares y en sus discursos informales. La mediación de los docentes fue fundamental para la decodificación del lenguaje científico a través del enfoque disciplinar que promovió el diálogo interdisciplinario. Desafiar a los estudiantes con preguntas reales, cotidianas, en un enfoque interdisciplinario, proporciona un aprendizaje significativo, complejo, capaz de comprender diversas lecturas sobre el mismo, para establecer relaciones que le permitan una posición calificada y solidaria en el mundo en que vivimos.

Caso 2: Divulgación científica en la educación secundaria y superior

El acercamiento a la divulgación científica en la enseñanza media y superior se realizó a través de una actividad didáctico-pedagógica realizada con becarios PIBID del subproyecto química del Instituto Federal de Santa Catarina (IFC), que tuvo como objetivo planificar y realizar talleres didácticos para estudiantes de bachillerato medio técnico en la IV Semana de la Docencia, la Investigación y la Extensión - SEPE, que se llevó a cabo del 16 al 21 de septiembre de 2019 en el IFC (Campus Araquari) a partir de la lectura de textos de divulgación científica.

Mientras tanto, se propuso a los becarios leer el libro “Los botones de Napoleón: las 17 moléculas que cambiaron la historia” (Le Couteur y Burreson, 2006) buscando incentivar lecturas y escritos calificados vinculados a la enseñanza de la química que susciten interés y la participación de los estudiantes universitarios y donde se visualizan posibilidades para

el aula. La lectura del libro se organizó en capítulos, las parejas debían elegir uno de los capítulos y en otro momento presentar sus lecturas en forma de seminarios.

Después de esta etapa, se solicitó la elaboración de proyectos didácticos a partir de un tema relacionado con el capítulo leído. Los ítems que se debieron planificar fueron: objetivos: generales y específicos, presentar contenidos conceptuales, metodología, un producto final, evaluación, instrumentos y/o materiales didácticos de apoyo y referencias. En la elaboración de los proyectos didácticos, los becarios recibieron orientación durante todo el proceso. Una vez terminados los proyectos didácticos, se socializaban en gran grupo y, en secuencia, se pedía una nueva etapa, la reestructuración en forma de talleres didácticos. Los temas fueron desarrollados considerando la contextualización, la interdisciplinariedad y metodologías diversificadas y activas, con el objetivo de reflexionar sobre el aula y planificar una secuencia de actividades que posibilitará abordajes conceptuales y estrategias didácticas para favorecer aprendizajes y debates de esa aula. En total se prepararon 10 talleres, con temáticas variadas.

Los temas se basaron en la lectura de los capítulos del libro mencionado anteriormente y se perfeccionaron en función de cada tema. Los 10 talleres didácticos abordaron los siguientes temas: 1. Morfina, nicotina y cafeína: entre la adicción y las sensaciones; 2. Píldora anticonceptiva: de la revolución ideológica a la salud de la mujer; 3. Canela, nuez moscada y clavo: bienvenido al mundo de las especias; 4. Medicinas y pociones; 5. Tintes: la fascinación de los colores de la naturaleza; 6. Ácido oleico: de la fruta al jabón; 7. IIsopreno: la historia del caucho de natural a sintético; 8. DDT de héroe a villano; 9. Glucosa: del lujo a las culturas de todo el mundo; 10. Fenol: la era de los plásticos.

Todos los talleres favorecieron el diagnóstico de los conocimientos previos de los estudiantes, las prácticas de lectura con los participantes del taller, a través de extractos de los textos del libro: "Los Botones de Napoleón: las 17 moléculas que cambiaron la historia" (Le Couteur y Burreson, 2006) y posibilitaron varias estrategias didácticas: actividades experimentales, debates, discusiones grupales, prueba, exhibición de videos, recetas, elaboración de paneles de integración, dinámicas, entre otras, teniendo como punto central la contextualización y el abordaje interdisciplinario. Cabe señalar que, antes de ser realizadas, fueron probadas con los propios becarios como una forma de calificar y evaluar las actividades planificadas, buscando mejorarlas.

Como resultado, se presentan y discuten los aportes y perspectivas de los becarios respecto a la elaboración y desarrollo de talleres didácticos. Las palabras expresadas por los becarios revelan los sentimientos que impregnan todo el proceso de planificación y realización de los talleres didácticos. El término que más apareció fue "desafío", en el sentido de superación, ya que los temas eran diversos en un contexto inmerso en significados. Sin embargo, traducir didácticamente estos temas fue algo que provocó "salir de la zona de confort", poniéndose en marcha para la planificación y el aprendizaje. El ejercicio de la docencia requiere enfrentarse a situaciones que son desafiantes, pero constituyen una oportunidad para pensar en lo nuevo y lo diferente. Cabe señalar que los becarios fueron identificados por B1, B2, B3, sucesivamente.

"[...] fue un desafío, porque representar en la práctica lo que estaba en mi mente no fue fácil. Y este es el ejercicio que el docente debe hacer a diario, ponerse en el lugar del alumno, para observar si lo que está pasando es lo que el alumno realmente está entendiendo" (B1).

“Para nosotros, los becarios, fue bastante desafiante, ya que el contenido de química que se abordaba era el de isomería, y el grupo que participaba era bastante heterogéneo, con estudiantes de varios cursos y períodos, lo que nos desafiaba a pensar en un lenguaje que fuera comprensible para los alumnos de las primeras etapas y al mismo tiempo recordar la materia con los alumnos de los grados más avanzados” (B7).

Específicamente, el desarrollo de talleres didácticos basados en la lectura de textos de divulgación científica requirió una planificación basada en algunos aspectos: activar y valorar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema, promover la lectura de extractos de textos de divulgación científica, metodologías de actividades, abordaje interdisciplinario, actividades experimentales, la problematización del tema con un enfoque de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), proporcionando oportunidades para la contextualización. Y para ello son fundamentales los momentos de reflexión e investigación, estas acciones son importantes a la hora de pensar en la planificación de las actividades pedagógicas, son ocasiones que permiten ver y revisar todos los objetivos y acciones que se deben realizar en el aula.

La elaboración del taller fue un momento de reflexión e investigación, ya que teníamos que pensar en formas y metodologías activas de aprendizaje para alcanzar nuestro objetivo con los estudiantes. [...] Sin embargo, creo que esto es parte de nuestra futura profesión como docentes, y que es importante reflexionar sobre el aula y sobre los contenidos que se abordan en la enseñanza de la química, y que es necesario realizar trabajos más experimentales y clases didácticas (B3).

“[...] y como el taller se realizaba en clases de secundaria, teníamos que llamar la atención de los alumnos sobre el contenido, dominar el tema y contar la historia de la glucosa, involucrándose para luego mostrar la química que existe en ella, representando las moléculas que se forman, teniendo teoría y práctica, involucrando siempre a los estudiantes a participar en el debate, el taller me dio la oportunidad de desenvolverme mejor con las lecturas, y con la comunicación en el aula, fue muy bueno” (B9).

La propuesta de lectura de textos de divulgación científica movilizó las temáticas que generaron los talleres didácticos y, por tanto, fue posible percibir que las situaciones didácticas elaboradas brindaron espacios de reflexión sobre la lectura y la escritura en las producciones de los becarios. Se argumenta que la lectura de textos de divulgación científica promueve el debate de temas que potencializan situaciones problemáticas, y esto sucede a través de temas que relacionan y concilian diferentes áreas y esferas de la vida, y en este contexto, la lectura y la escritura son habilidades fundamentales. El texto escrito en esta perspectiva habilita elementos del “hacer científico”, exigiendo una comprensión básica de los términos, conocimientos y conceptos científicos fundamentales, además de comprender la naturaleza de la ciencia, los factores éticos y políticos que rodean su práctica; favoreciendo la comprensión de las relaciones existentes entre las ciencias, tecnología y sociedad (Evangelista y Jerónimo, 2014).

Se puede ver entonces que las lenguas, junto con el conocimiento textual y del mundo, juegan un papel importante en la lectura, exigiendo al lector más que una simple ortografía o reconocimiento de lo escrito. Las palabras son semióticas, por lo tanto, su comprensión constituye significado a partir de los contextos en los que se insertan.

En esta perspectiva, promover espacios/momentos de lectura es posibilitar el contacto con una diversidad de géneros textuales, lenguajes y contextos, entendiendo que a través de las estrategias lectoras es posible desarrollar la comprensión de lo leído, analizando, releendo, retomando, discutiendo e interpretando el texto.

De esta forma, es necesario pensar y planificar acciones efectivas para el aula, buscando desarrollar estrategias que posibiliten las prácticas lectoras como motores de aprendizaje. Las estrategias lectoras pueden trascender la lectura, apuntar a la evaluación, discusión de controversias científicas, posibilitar el desarrollo de la experimentación contextualizada e interdisciplinaria, reconocidas habilidades en el arte y la comunicación, así como la escritura y los lenguajes propios del área de las ciencias.

Caso 3: Divulgación científica en la educación superior

El abordaje de la divulgación científica en la educación superior se realizó considerando una muestra de académicos de una carrera que respondieron una encuesta en línea. Con el fin de promover la divulgación científica en la educación superior, participaron del estudio académico de las fases 1, 4, 6 y 7 de la Licenciatura en Química de una universidad estatal de Santa Catarina, que tiene 8 fases.

La encuesta sobre los entendimientos de divulgación científica fue elaborada a partir de otra encuesta, creada originalmente en 2015 por el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Brasil, 2017). La encuesta creada en 2015 fue adaptada considerando la aplicación en un público objetivo que cursa educación superior enfocada en ciencias exactas, y no solo un público lego. Para ello, se elaboró la encuesta a aplicar a académicos combinando preguntas sobre la percepción pública de la visión con otras nuevas que exploraban la divulgación científica, las formas de acceder a la información sobre ciencia y tecnología, sobre las opiniones de los científicos y los hábitos de lectura y escritura. Junto con la encuesta, se puso a disposición un Formulario de Consentimiento Libre e Informado con el fin de proteger la identidad y el anonimato de los participantes.

La encuesta estuvo disponible en línea a través de la plataforma *Google Forms*[®]. Las preguntas fueron elaboradas y agrupadas en las siguientes categorías: a) concepto de comunicación de la ciencia y b) discurso de comunicación de la ciencia. De acuerdo con las respuestas sobre el concepto de divulgación científica, los académicos creen que puede entenderse como la exposición y propagación pública de conceptos, estudios, datos o investigaciones en curso o concluidas que puedan promover beneficios y diálogo a la sociedad, con el fin de hacer abiertos y el conocimiento accesible de la ciencia producido en las universidades a favor de los ciudadanos, permitiéndoles discutir, aprender y facilitar el intercambio de ideas. Además, la divulgación científica puede ser vista como una forma de rendición de cuentas de las universidades a la sociedad debido al énfasis en la valoración de la ciencia y la difusión de las formas en que se puede aplicar. Se señalan otros significados de la divulgación científica, como la posibilidad de discernir noticias falsas, reflexionar y crear lecturas del mundo e informar a la sociedad, así como parte de los resultados encontrados por Fiorini (2017). En términos generales, desde la perspectiva de los académicos, la divulgación científica significa el esfuerzo de los científicos e investigadores por exponer la información y el conocimiento científico de una manera más accesible a través de diversos materiales y producciones que permitan la interacción y el diálogo con la población.

En cuanto a los significados asumidos para la divulgación científica desde la perspectiva de la sociedad, los académicos difieren, destacando perspectivas positivas y negativas. Parte de los académicos considera que la divulgación científica es vista como una forma de difundir el trabajo de los científicos e investigadores a favor del progreso, los descubrimientos, la innovación y el desarrollo, es decir, desde una perspectiva positivista de la ciencia y la tecnología, que es duramente criticada por Fiorini (2017) en vista de las limitaciones de esta mirada en términos de comprensión crítica de los procesos históricos, sociales y culturales de producción de conocimiento científico y tecnológico. También se destaca en las respuestas la tradición y legitimación del conocimiento científico a transmitir cuando la sociedad atribuye significados a la divulgación científica.

Los académicos también señalan que la sociedad posiblemente considera que los textos científicos son complejos, fantasiosos o desafiantes según el grado de comprensión sobre ellos, lo que también fue encontrado por Fiorini (2017), Rosa y Cunha (2020) quienes identificaron los desafíos en la lectura de textos para divulgación científica por parte de la sociedad. En su opinión, los académicos creen que la falta de intercambio de información puede generar ideas de sentido común y puntos de vista divergentes sobre la ciencia y la tecnología por parte de la esfera popular. Por otro lado, también existe una parte de la población que percibe la divulgación científica como una oportunidad para aprender, para desarrollar el sentido crítico, para asentar un rol social y político o para afrontar problemas cotidianos mediante el uso del conocimiento científico y tecnológico. Por lo tanto, se nota que, entre los académicos, los significados de divulgación científica son convergentes, mientras que, cuando piensan en los significados asumidos por la sociedad, las respuestas son divergentes.

Para la mayoría de los académicos, la ciencia debe ser divulgada, siendo recomendada como estrategia de los científicos para la divulgación científica, la producción y circulación de conocimiento entre pares y dentro de la academia, la lectura y escritura, ya sea de investigación abierta, ya sea de investigación científica, artículos, revistas, periódicos, ideas para la aplicación del conocimiento, redes y medios sociales o la producción de materiales textuales. Sin embargo, una minoría considera que no se debe fomentar la divulgación científica por temor a que las ideas de la ciencia y la tecnología sean difundidas o utilizadas en la producción de noticias falsas a la población.

En cuanto a las estrategias que pueden utilizar los científicos para producir y circular conocimiento entre pares y en la academia, los académicos consideran que los medios más apropiados son las redes sociales, además de materiales textuales, eventos y ferias científicas. En general, hubo una convergencia de respuestas académicas sobre qué estrategias se recomiendan a los científicos en la difusión de ideas y conocimientos entre pares. Sin embargo, la mayoría concede mayor importancia a la divulgación científica promovida a través de las redes sociales que a otros medios para que los científicos difundan su trabajo entre pares, lo que supone un tipo de vehículo de comunicación poco habitual.

Cuando se les preguntó sobre qué estrategias podrían utilizar los científicos para la divulgación de la ciencia en la enseñanza de las ciencias para promover la participación ciudadana de los estudiantes en temas de ciencia y tecnología, las respuestas fueron variadas, lo que indica una mayor necesidad de diversificación de las actividades que se proponen para la educación básica. Sin embargo, los académicos creen que la participación en eventos, conferencias, ferias y talleres serían las estrategias más adecuadas para la divulgación de la ciencia en la educación básica.

En cuanto a la frecuencia de lectura, los académicos indicaron que intentan hacerlo diaria o semanalmente y se interesan por leer textos de producción científica y producidos por científicos. Según Rosa y Cunha (2020, p. 24), es fundamental “establecer la relación de lectura y la criticidad del estudiante como ciudadano en formación”. Para Laburú y Silva (2011), es a través de la lectura semiótica que se amplía el marco multimodal y, en consecuencia, sobre la ciencia y la tecnología.

Los hábitos de lectura y escritura de los académicos para mantenerse informados sobre ciencia y tecnología atribuyen importancia al habla para la obtención de información confiable por parte de los académicos. Para ello, la divulgación científica estaría dominada por la formación e intercambio de ideas entre colegas, profesores u otros investigadores, a través de canales de noticias y periódicos, a través de videos, sitios web o páginas de divulgación científica, dentro de las actividades que brinda la universidad, a través de redes sociales y televisión, por textos científicos y periódicos o por eventos.

Los materiales que los académicos utilizan semanalmente para informarse sobre ciencias, por iniciativa propia, es decir, que no dependen de la recomendación de profesores o de otras personas, son leídos con menor frecuencia, especialmente los materiales que utilizan la semiosis del habla. En este sentido, las diversas posibilidades de lectura multimodal de los académicos sobre divulgación científica y por variados géneros discursivos permite el aprendizaje del conocimiento de las ciencias naturales, que no resulta de “una mera lectura y meditación sobre los símbolos y principios, sino de su interpretación y reflexión surgen igualmente de acciones sobre el mundo natural y los instrumentos tecnológicos” (Laburú y Silva, 2011, p. 731).

Las conclusiones generadas por la encuesta aplicada indican la necesidad de mayores procesos de diálogo y producción de sentido a través de la lectura multimodal y la composición textuales incluidos en actividades de calificación de ideas y argumentos basados en la ciencia y la tecnología, además del uso de géneros variados para apropiación conceptual y cultural. En esta perspectiva, promover espacios de discusión sobre lecturas de ciencia y tecnología es fundamental no sólo en las interacciones entre profesores y académicos, sino también en el contacto con otros grupos sociales y mediante el uso de una diversidad de géneros textuales, lenguajes y situaciones.

Consideraciones finales

A partir de la lectura y escritura de géneros discursivos sobre la comunicación de las ciencias, se sugiere que podrían desarrollarse nuevas formas de interpretación, elaboración de significados y comprensión de temas sociocientíficos relevantes para la enseñanza de las ciencias. Las relaciones identificadas en los tres casos narrados sugieren posibilidades de composición textual, de movimientos reflexivos, del uso de varios modos semióticos y de la formación de lectores en actividades cuyo objetivo es la adquisición de información y comprensión de los preceptos de la ciencia y la tecnología.

Sin embargo, es importante reconocer que los resultados de esta investigación pueden depender de diversos factores, semejante como las características específicas de los grupos estudiados, las metodologías empleadas y el contexto educativo en el que se desarrollaron las actividades de divulgación científica. Además, es fundamental tener en cuenta que las conclusiones obtenidas son específicas para las instituciones educativas en Santa Catarina y pueden variar en otros contextos.

Por lo tanto, aunque los hallazgos ofrecen perspectivas sobre el impacto potencial de los géneros discursivos en la comunicación científica y la enseñanza de las ciencias, se requiere una investigación más amplia y diversa para obtener conclusiones más generalizables y comprender completamente la relevancia y aplicabilidad de estas estrategias en diferentes contextos educativos.

Dominar una variedad de formas de comunicación y representación sobre Ciencia y Tecnología implica incorporar lenguaje científico, conceptos, temas e investigaciones para que los estudiantes puedan participar activamente en discusiones actuales. Se percibió a partir de los casos presentados que para la educación básica y media, la lectura y escritura de géneros discursivos sobre divulgación científica permiten al estudiante acercarse y comprender hechos cotidianos, además del aprendizaje de conceptos, el acercamiento a la historia de la ciencia y el desarrollo de valores. Para la educación superior, el uso de materiales en divulgación científica favorece la calificación de la planificación docente, la implementación de clases y talleres, la utilización del principio de contextualización en las propuestas de enseñanza e investigación, y la elaboración de auténticas problematizaciones sociocientíficas.

La formación crítica y la superación del sentido común por parte de los estudiantes de las diferentes modalidades de enseñanza a través de la lectura y la escritura indican la prerrogativa de los profesores de ciencias de hacer uso de diferentes géneros discursivos para la atribución de sentido relacional de los estudiantes con los conocimientos científicos y tecnológicos, también para difundir ideas sobre ciencia y tecnología a la comunidad escolar, para fomentar el interés por las carreras científicas y el compromiso científico y cívico.

Referencias

- Almeida, M. J. P. M. de. (2015). *Divulgação Científica no ensino escolar: possibilidades e limites*. En M. Giordan y M.B. da Cunha (Eds.), *A divulgação científica na sala de aula: perspectivas e possibilidades*, (pp.43-66). Ijuí, Brasil: Editora Unijuí.
- Bakhtin, M. (1992). *Estética da criação verbal*. São Paulo, Brasil: Martins Fontes.
- Brasil (2017). *A ciência e a tecnologia no olhar dos brasileiros*. Percepção pública da C&T no Brasil. Centro de Estudos Estratégicos. Brasília, Distrito Federal. Disponible en https://www.cgee.org.br/documents/10195/11009696/percepcao_web.pdf [fecha de acceso: 1 de febrero de 2023].
- Cassany, D. (2008). *Oficina de textos: compreensão leitora e expressão escrita em todas as disciplinas e profissões*. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Concha-Fritz, A. et al. (2020). Guided Inquiry and the communicative oral competency. *Educación Química*, 31(3), 103-118. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.72769>
- Cunha, M. B. da. (2019). *Divulgação científica: diálogos como ensino de ciências*. Curitiba, Brasil: Appris.
- Cunha, M. B. da y Giordan, M. A. (2015). Divulgação científica na sala de aula: implicações de um gênero. En M. Giordan y M.B. da Cunha (Eds), *A divulgação científica na sala de*

- aula: perspectivas e possibilidades*, (pp.67-85). Ijuí, Brasil: Editora Unijuí.
- Evangelista, S. y Jerônimo, I. C. (2014). *A leitura como prática social: os gêneros textuais notícia e carta do leitor em sala de aula*. Paraná, Governo do Estado, Secretaria da Educação. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. Disponible en http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uel_port_artigo_solange_evangelista.pdf [fecha de acceso: 1 de febrero de 2023].
- Fernandes, J. M., Freitas-Reis, I. y Araújo, W. N. de. (2020). Uma revisão sistemática sobre semiótica, multimodalidade e Ensino de Ciências da Natureza na Educação do aluno surdo. *Revista Educação e Linguagens*, 9(17), 400 - 432. <https://doi.org/10.33871/22386084.2020.9.17.400-432>
- Ferreira, L., Imasato, H. y Queiroz, S. (2012). Textos de divulgação científica no ensino superior de química: aplicação em uma disciplina de Química Estrutural. *Educação Química*, 23(1), 49 - 54.
- Fiorini, D. da S. (2017). *Concepções sobre Ciência e Tecnologia de professores de Ciências em formação continuada e seus planos de ensino*. [Tesis doctoral]. Universidad de Sao Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-05072018-135601/pt-br.php>
- Gouvea, G. (2015). A divulgação da ciência, da técnica e da cidadania e a sala de aula. En M. Giordan y M.B. da Cunha (Eds), *A divulgação científica na sala de aula: perspectivas e possibilidades*, (pp.13 - 42). Ijuí, Brasil: Editora Unijuí.
- Kean, S. (2011). *A colher que desaparece: E outras histórias reais de loucura, amor e morte a partir dos elementos químicos*. Rio de Janeiro, Brasil: Zahar.
- Kleimann, A. B. y Moraes, S. E. (1999). *Leitura e Interdisciplinaridade: tecendo redes nos projetos da escola*. Campinas, Brasil: Mercado de Letras.
- Kress, G. y Van Leeuwen, T. (1996). *Reading images: the grammar of visual design*. New York, United States of America: Routledge.
- Laburú, C. E. y Silva, O. H. M. da. (2011). O laboratório didático a partir da perspectiva da multimodalidade representacional. *Ciência & Educação*, 17(3), 721 - 734. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000300013>
- Le Couteur, P. L. y Burreson, J. (2006). *Os botões de Napoleão: As 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro, Brasil: Zahar.
- Pereira, R. R., Mortimer, E. F. y Moro, L. (2015). Os gestos recorrentes e a multimodalidade em aulas de Química Orgânica no Ensino Superior. *Química nova na escola, Cadernos de Pesquisa*, 37(1), 43 - 54. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150018>
- Queiroz, S. y Cabral, P. (2016). *Estudos de caso no ensino de ciências naturais*. São Paulo, Brasil: Art Point Gráfica e Editora.
- Quintanilla-Gatica, M., Cabrera, H. G. y Zambrano, J. (2022). La historia y la filosofía de la

química en la formación inicial del profesorado de química. *Educación Química*, 33(4), 192 – 205. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2022.4.0.81572>

Rojo, R. y Cordeiro, G. S. (2004). Apresentação: gêneros orais e escritos como objetos de ensino: modo de pensar, modo de fazer. En R. Rojo y G.S. Cordeiro (Eds), *Gêneros orais e escritos na escola*, (pp. 07 – 18). Campinas, Brasil: Mercado de Letras.

Rosa, B. T. G. y Cunha, M. B. da. (2020). Os textos de divulgação científica em livros didáticos de Química e suas propostas metodológicas. *Educação Química em Ponto de Vista*, 4(2), 23 – 45. <https://doi.org/10.30705/eqpv.v4i2.1944>

Schneuwly, B. (2004). Gêneros e tipos de discurso: considerações psicológicas e ontogenéticas. En R. Rojo y G.S. Cordeiro (Eds), *Gêneros orais e escritos na escola*, (pp. 07 – 18). Campinas, Brasil: Mercado de Letras.

Souza, K. A. F. D. (2012). *Estratégias de comunicação em química como índices epistemológicos: análise semiótica das ilustrações presentes em livros didáticos ao longo do século XX*. [Tesis doctoral]. Universidad de Sao Paulo. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46136/tde-08052013-095035/pt-br.php>