



# Saberes docentes y educación inclusiva en la confección de recursos didácticos de ciencias

## Teacher Knowledge and Inclusive Education in the Development of Science Teaching Resources

Beatriz Cavalheiro Crittelli

*Departamento de Letras. Universidade Federal de São Paulo, Unifesp,  
Guarulhos, São Paulo, Brasil.*  
beatriz.crittelli@unifesp.br

Verónica Marcela Guridi

*Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo,  
São Paulo, Brasil.*  
veguridi@usp.br

Celi Rodrigues Chaves Dominguez

*Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo,  
São Paulo, Brasil.*  
celi@usp.br

Eder Pires de Camargo

*Departamento de Física e Química. Faculdade de Engenharia,  
Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil.*  
eder.camargo@unesp.br

**RESUMEN** • Es fundamental que en la formación inicial de profesores se problematice la enseñanza de las ciencias, favoreciendo la construcción de saberes docentes para el trabajo con la diversidad en el aula, en una perspectiva inclusiva. Este trabajo relata una investigación cuyo objetivo fue analizar recursos didácticos inclusivos elaborados por estudiantes de un curso de profesorado en ciencias naturales en una disciplina de metodología de la enseñanza. Los recursos fueron analizados a la luz de la didáctica multisensorial de Soler y las contribuciones de Camargo sobre la construcción de saberes docentes relacionados con la enseñanza para estudiantes con deficiencia visual. Los resultados evidencian la construcción de saberes docentes y la presencia de elementos de la multisensorialidad en los recursos elaborados, una práctica que puede ser replicada en otros cursos de profesorado.

**PALABRAS CLAVE:** Formación de profesores de ciencias; Recursos didácticos; Educación inclusiva; Didáctica multisensorial; Saberes docentes.

**ABSTRACT** • In teacher education, it is essential to problematize science teaching by favoring the construction of teaching knowledge which will be useful when working with diversity in the classroom, from an inclusive perspective. This paper reports research aimed to analyze inclusive didactic resources developed by students of a Science Teacher Education Program in a teaching methodology subject. The resources were analyzed in the light of Soler's multisensory didactics and Camargo's contributions to the construction of teaching knowledge related to teaching visually impaired students. The results show the development of this teaching knowledge and the presence of multisensorial elements in the designed resources, exposing a practice which could be replicated in other teacher education programs.

**KEYWORDS:** Science teacher education; Didactic resources; Inclusive education; Multisensorial didactics; Teaching knowledge.

Recepción: mayo 2023 • Aceptación: octubre 2023 • Publicación: marzo 2024

## INTRODUCCIÓN

En el escenario educacional actual, cada vez son más los desafíos impuestos a los profesores de ciencias, ya que, además de las demandas específicas de construcción de saberes docentes (Sasseron, 2015; Carvalho, 2013; Carvalho y Gil-Pérez, 1994) para ejercer la práctica pedagógica de forma consciente y crítica, también deben tener conocimiento de referenciales teóricos y de estrategias didácticas que les posibiliten construir saberes para incluir la diversidad en el aula, pues el público estudiantil viene diversificándose cada vez más.

Por ese motivo, el debate sobre la inclusión escolar ha ganado fuerza, especialmente en los últimos años, y conceptos como *inclusión*, *educación inclusiva* y *educación para todos* han ganado fuerza en la literatura especializada (Lopes Victor et al., 2017). Siempre en la línea de la educación inclusiva, otros trabajos abordan la temática de la enseñanza de la matemática a estudiantes con discapacidad (Ramos et al., 2017; Cobeñas et al., 2021). En el ámbito de la enseñanza de las ciencias, existe una considerable cantidad de trabajos presentes en la literatura que han explorado el potencial de la multisensorialidad para la enseñanza de las ciencias. Por citar algunos, Fernandes et al. (2017) abordan la enseñanza de la química de personas con deficiencia visual por medio de la experimentación en una perspectiva multisensorial; Chaves et al. (2018) describen un jardín multisensorial como práctica inclusiva para la enseñanza de botánica; Costa et al. (2019) y Michelotti y Loreto (2019) abordan la utilización de modelos didácticos en una perspectiva multisensorial como metodología para la enseñanza de biología celular para estudiantes con deficiencia visual.

Como resultado de políticas públicas como la Política Nacional de Educación Especial en la Perspectiva Inclusiva (Brasil, 2008) y la Ley Brasileña de Inclusión de la Persona con Deficiencia (Brasil, 2015), en la actualidad es frecuente contar en el aula con estudiantes que antiguamente estaban presentes en las clases de educación especial, pero que hoy se encuentran en aulas comunes<sup>1</sup>.

En Brasil, en los últimos veinte años, esas políticas también fomentaron la realización de investigaciones sobre enseñanza de ciencias para estudiantes con deficiencias. Por ejemplo, Camargo et al. (2007) realizaron un análisis de las concepciones alternativas del estudiante deficiente visual total, comparando estas con las de estudiantes videntes. Los autores encontraron indicios de que, en términos de percepción sensorial, tanto ciegos como videntes presentan una diferencia (ver o no ver) y cuatro entidades. Esos sujetos pueden compartir las observaciones de fenómenos táctiles, auditivos, olfativos y gustativos y construir colectivamente significados sociales de conceptos relacionados con la visión.

Camargo (2020) coordinó y realizó también investigaciones sobre enseñanza de la física a estudiantes con deficiencia visual desde una perspectiva social, tales como el análisis del discurso de personas ciegas acerca de fenómenos de astronomía y el análisis de las potencialidades del programa LaTeX para superar la ausencia de accesibilidad de estudiantes ciegos a los contenidos matemáticos en problemas de física, entre otros trabajos.

En este sentido, es importante reflexionar sobre el concepto de inclusión. La inclusión es una *praxe* social que considera la participación efectiva de los grupos humanos históricamente excluidos. Por lo tanto, engloba no solo a personas con deficiencias y no se aplica únicamente al ambiente escolar. Camargo (2017, p. 1) describe la inclusión de la siguiente forma: «es una práctica social que se aplica en el trabajo, en la arquitectura, en el ocio, en la educación, en la cultura, mas, principalmente, en la actitud y en el percibir las cosas, a sí mismo y a *outrem*». En otras palabras, el concepto de inclusión se extrapola al ambiente escolar, sus espacios físicos y materiales, envolviendo una práctica en sociedad que reconoce la diversidad humana como fundamental para su propio desarrollo.

1. «se considera público de la educación especial a las personas con deficiencia, con trastornos globales del desarrollo y con altas habilidades o superdotación» (Brasil, 2014, traducción nuestra).

Lippe y Camargo (2009) defienden que es necesario diseñar y rediseñar el nuevo «mapa de la educación escolar», abarcando en el proyecto político pedagógico o PPP a alumnos, a los profesores y a la comunidad para que, de esa forma, exista una efectiva inclusión. Así, romper con las bases de una estructura educacional excluyente puede ser una posible solución para que la escuela pueda desempeñar su papel formador por todos los que están incluidos en ella (Mantoan, 2003).

Ya hubo en el país formaciones específicas para trabajar con estudiantes atendidos en la educación especial, generalmente vinculadas a los cursos de Magisterio y de Pedagogía. Actualmente, existen varios cursos de posgrado a nivel de especialización que prometen formaciones específicas en las áreas más diversas de la educación especial en la perspectiva de la educación inclusiva (Brasil, 2008), además de iniciativas puntuales en algunos cursos que incluyen disciplinas específicas en la formación de los futuros profesores. Varias preguntas surgen frente a esta situación: ¿cuál sería la formación ideal para que los profesores pudieran propiciar la inclusión de esos alumnos? ¿Cuáles deberían ser los conocimientos y las prácticas que deben ser incluidas en la formación inicial docente para dar subsidios teóricos y metodológicos a los estudiantes, para que construyan saberes y desarrollen prácticas inclusivas en su futuro ejercicio profesional?

Con base en las problematizaciones anteriores, cabe la pregunta citada en el trabajo de Souza (2008, p. 2): ¿Cómo contribuir a que la enseñanza de las ciencias sea más inclusiva para todos los alumnos, independientemente de sus condiciones físicas, sociales, de salud o sus posibilidades relacionales? Sería mucha pretensión intentar agotar las respuestas a esa pregunta, razón por la cual es necesario discutir y problematizar el tema para que pueda apoyar discusiones y rupturas con el sentido común en esa área de formación cada vez más profundizada.

En este contexto, en el presente trabajo describimos una investigación realizada en el marco de una disciplina sobre metodología de la enseñanza en un curso de profesorado en Ciencias Naturales de una universidad pública brasilera, donde los futuros profesores y alumnos de la referida disciplina fueron desafiados a desenvolver recursos didácticos orientados al público de la antiguamente denominada educación especial, supuestamente ahora incluidos en aulas comunes en la red de enseñanza regular. El referencial teórico que orientó la confección y el análisis de los recursos fue la didáctica multisensorial desarrollada por Soler (1999). El análisis de los recursos didácticos elaborados por los estudiantes se realizó a la luz de ese referencial, además de las contribuciones de Camargo (2012), procurando verificar la construcción de saberes para el trabajo docente en aulas inclusivas.

## **EDUCACIÓN ESPECIAL Y EDUCACIÓN INCLUSIVA: HISTÓRICO Y LEGISLACIÓN ACTUAL EN BRASIL**

La Declaración de Jomtien (Unesco, 1990) y la Declaración de Salamanca (Unesco, 1994) son documentos internacionales decisivos para el desarrollo de la educación inclusiva. La educación inclusiva constituye un paradigma educacional fundamentado en la concepción de los derechos humanos, que conjuga igualdad y diferencia como valores indisociables, y que avanza con relación a la idea de equidad formal al contextualizar las circunstancias históricas de producción de la exclusión dentro y fuera de la escuela (Brasil, 2008).

En los documentos oficiales, se afirma que la inclusión educacional «postula una reestructuración del sistema educacional, o sea, un cambio estructural en la enseñanza regular, cuyo objetivo es hacer que la escuela se torne inclusiva» (Brasil, 2001, p. 40). Ese movimiento defiende la inclusión de todas las personas en el proceso educacional, y, más específicamente, de aquellas que no tuvieron acceso a lo largo de la historia, entre las cuales se encuentra el individuo con deficiencia (Sasaki, 2005).

Por otro lado, históricamente, la educación especial, en su abordaje paralelo a la enseñanza común, tiene sus raíces en la concepción biológica de la deficiencia, que atribuye al estudiante con deficiencia

la responsabilidad de adecuarse al medio social establecido (Sasaki, 2005; Camargo, 2012). En el campo educacional, la educación especial fomenta la denominada integración escolar, que, a diferencia de la inclusión, no presupone alteraciones organizacionales y curriculares significativas para lidiar con estudiantes con deficiencia (Ainscow, 2009).

La educación especial, en su modalidad transversal a la educación básica (Brasil, 1996), se ofrece preferentemente en las escuelas con clases comunes entre estudiantes con o sin necesidades especiales. El público al que se destina esa modalidad es definido por la Política Nacional de Educación Especial en la Perspectiva de la Educación Inclusiva (PNEEPEI) (Brasil, 2008), que incluye a alumnos con deficiencia, con trastornos globales del desarrollo y con altas habilidades/superdotación (Brasil, 1996). Camargo (2017) destaca que la educación especial promueve el acceso de todos los estudiantes al currículo común.

Dentro de esa perspectiva se encuentra la propuesta de Atención Educacional Especializada (AEE) (Brasil, 2009). Esa directriz destaca, en su artículo 12 (inc. VI e VIII), el propósito de un trabajo conjunto con los profesores de la enseñanza regular. Esta visión nos ayuda a comprender la importancia de la educación especial pensada a partir de un recorte próximo a la perspectiva de inclusión cuando esta se asocia al público destinatario de la educación especial.

En este contexto, las concepciones sobre educación inclusiva atribuyen al medio social, y más específicamente a las personas y estructuras que lo componen, una mayor responsabilidad sobre la condición social de la persona con deficiencia (Sasaki, 2005; Camargo, 2012). En este sentido, la educación científica de la persona con deficiencia puede ser vista como un derecho de acceso al conocimiento científico a través de la educación escolar (Brasil, 2008; 2015; Unesco, 1990; 1994). La accesibilidad se entiende como aquella que concede la posibilidad de utilización de todos los espacios, mobiliarios, equipamientos, transportes, así como de otros bienes y servicios a todos los sujetos, independientemente de su condición.

El concepto de diseño universal, intrínseco a la idea de accesibilidad, se trata de la siguiente forma en la Ley Brasileña de Inclusión de la Persona con Deficiencia (LBIPD) (Brasil, 2015):

Art. 3.º -II- diseño universal: concepción de productos, programas y servicios a ser usados por todas las personas, sin necesidad de adaptación o de proyecto específico, incluyendo los recursos de tecnología asistencial.

En el campo educacional, el diseño universal presupone que se cree un ambiente en la clase donde se contemple la presencia y participación de todos los estudiantes, sin necesidad de crear contextos específicos para estudiantes con deficiencia, por ejemplo. Esta atmósfera incluye la organización física, el abordaje metodológico y los recursos didácticos, entre otros. Entre los abordajes metodológicos orientados para el diseño universal, se destaca la didáctica multisensorial propuesta por Soler (1999), que será descrita en la próxima sección.

## **LA DIDÁCTICA MULTISENSORIAL: UN ABORDAJE METODOLÓGICO PARA CLASES INCLUSIVAS**

Para concretizar la inclusión, son necesarias adaptaciones tanto en las instituciones como en las prácticas de enseñanza del profesor, una vez que los alumnos con deficiencias sensoriales interactúan de manera distinta con el saber escolar, utilizando una comunicación diferenciada y sus otros sentidos. La palabra *adaptar* está siendo utilizada tanto para las prácticas como para los espacios y los materiales planificados sin pensar en los alumnos que frecuentan la educación especial. Este término tiene una connotación excluyente, en el sentido de que el público al que se destina la educación especial debe realizar un movimiento para poder integrarse en el ambiente de clase. Pero la perspectiva inclusiva,

como se expuso anteriormente, presupone que tanto el ambiente del aula como los abordajes metodológicos y los recursos didácticos puedan llegar a todo el grupo de estudiantes.

La didáctica multisensorial propone la utilización de todos los canales sensoriales para la construcción del conocimiento, excediendo lo que se trabaja habitualmente en las clases convencionales de ciencias: la visión y la audición. Soler (1999) presenta una perspectiva de trabajo que estimula al individuo de forma integrada, de cuerpo entero, para su proceso de aprendizaje, en el que el tacto, el oído, el gusto y el olfato pueden actuar como canales de entrada de informaciones que son procesadas por el cerebro, donde se interrelacionan adquiriendo un significado único.

Esta perspectiva refleja un aprendizaje más completo, puesto que las acciones didácticas se tornan convenientes para estudiantes con deficiencias sensoriales o no, reforzando de manera integrada todos los conceptos desarrollados en clase (Tavares y Camargo, 2010). Así, la multisensorialidad en la enseñanza de las ciencias permite la utilización de un método no restringido al espacio escolar, que posibilita la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias utilizando todos los sentidos de una manera interdependiente.

Los principios que rigen el trabajo con base en la multisensorialidad involucran dimensiones como la lógica, la observación, la experimentación, el análisis, la síntesis, la curiosidad y el descubrimiento, la imaginación, la creatividad, la inventiva, la descripción verbal y la lectura, empleando diversos canales de recepción de información desde el medio externo (los cinco sentidos). Al utilizar más de una vía sensorial en el proceso de aprendizaje, se amplía la recepción de informaciones y, consecuentemente, el aprendizaje se torna más significativo.

Esto no trae consigo un aumento de contenidos conceptuales, ni adaptaciones curriculares, sino un trabajo docente que realmente incluya a todos los estudiantes en un único espacio, con acceso a los mismos recursos didácticos, pudiendo interactuar con ellos de manera constructiva y creativa. De este modo, las secuencias didácticas construidas a partir de la perspectiva multisensorial pueden ser comprendidas como formas de accesibilidad metodológica, y los recursos didácticos entendidos como formas de accesibilidad instrumental (Sasaki, 2005).

En la perspectiva de la educación inclusiva, los recursos didácticos multisensoriales intentan atender las necesidades de los educandos con deficiencia, especialmente las sensoriales. En este sentido, los recursos didácticos táctiles-visuales son una alternativa interesante (Amaral et al., 2009; Camargo, 2012; Silva et al., 2014), ya que parten del principio de que existe la posibilidad de apropiación del conocimiento científico por todas las vías sensoriales y no solamente por las utilizadas tradicionalmente, a saber: visión y audición.

## **LA EDUCACIÓN INCLUSIVA EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE CIENCIAS**

Varios autores han destacado la importancia de trabajar en los cursos de formación docente con cuestiones vinculadas a la educación inclusiva. Por ejemplo, Pletsch (2009) destaca que la formación docente para la educación inclusiva debe saber movilizar los conocimientos del profesor, articulándolos con sus competencias y promoviendo una reflexión teórico-práctica. Sant'Ana (2005) afirma que el éxito de la intervención del profesor en clases inclusivas depende de cambios en las prácticas pedagógicas, de adaptaciones curriculares, así como del uso de nuevas técnicas y recursos, entre otros.

Para Rodrigues (2006), el proceso inclusivo en la escuela tiene por fundamento la formación docente; sin embargo, según la investigación de Vilela-Ribeiro y Benite (2010, p. 592), «la universidad no prepara a esos profesionales para la inclusión porque los propios formadores no tuvieron contacto con ese asunto».

En Brasil, la Resolución CNE/CP n.º 1, del 18 de febrero de 2002, del Consejo Nacional de Educación, que instituye Directrices Curriculares Nacionales para la Formación de Profesores de la Educación Básica, en el nivel superior y en el curso de profesorado, en su artículo 6.º, párrafo 3.º, inciso II, establece la siguiente directriz para componer el proyecto político pedagógico de los cursos de formación de profesores: «conocimientos sobre niños, adolescentes, jóvenes y adultos, allí incluidas las especificidades de los alumnos con necesidades educacionales especiales y las de las comunidades indígenas» (Brasil, 2002).

En consecuencia, la formación docente precisa reflexionar sobre la importancia de atender a la diversidad de estudiantes, promoviendo un estudio sistemático acerca de la legislación educacional sobre la política de educación inclusiva y aspectos psicológicos relacionados con diferentes tipos de deficiencia o, incluso, de altas habilidades/superdotación. Finalmente, y no menos importante, la formación docente requiere discutir sobre elementos teórico-metodológicos para el trabajo en clases inclusivas, que posibiliten la construcción del conocimiento científico por parte de todos los discentes. Más específicamente, supone traer elementos para la construcción de saberes docentes para el trabajo en la perspectiva inclusiva.

Últimamente, son varios los cursos de formación de profesores de ciencias que han incorporado contenidos sobre educación inclusiva. Pero ¿cuáles serían los contenidos más relevantes que deben ser considerados en esos cursos de formación de profesores para la enseñanza de las ciencias en clases inclusivas? ¿Cuáles serían los saberes docentes necesarios para una práctica inclusiva? Esa no es, sin duda, una pregunta simple. Lo discutiremos más ampliamente en la próxima sección.

## **SABERES DOCENTES PARA EL TRABAJO CON ESTUDIANTES CON DEFICIENCIA VISUAL**

Camargo (2012) identificó, por medio de la investigación, una serie de saberes docentes para la inclusión del estudiante con deficiencia visual en las clases de Física, la mayor parte de los cuales describiremos brevemente a continuación, parafraseando al autor.

Sin embargo, antes de presentar este conjunto de saberes docentes, describiremos tres categorías de significados elaboradas por el autor para la interpretación de conceptos y fenómenos físicos:

- *Significados inseparables*: son aquellos cuyas representaciones internas y mentales no pueden separarse de la base empírica que los constituye. Ejemplos de conceptos que contienen esos significados son los de color, en el caso de la visión, la altura y el timbre, con relación a la audición, y la sensación térmica, para el caso del tacto.
- *Significados vinculados*: son aquellos cuyas representaciones externas pueden ser permutables con relación a la base empírica inicial que los constituye. Los conceptos que contienen geometrías estáticas y dinámicas son ejemplos de ello.
- *Significados sin relación sensorial*: son aquellos independientes de representaciones empíricas internas y externas. Como ejemplo, podemos mencionar los conceptos de carga eléctrica, los campos (eléctrico, magnético y gravitacional), la masa, etc. Es decir, se trata nociones que, para ser comprendidas, no se deben fundamentar en referencias empíricamente construidos. Estos son significados abstractos y cuyas tentativas de representación externa alcanzan un objetivo, el de mostrar cómo, de hecho, el fenómeno no es.

Presentadas las categorías, describiremos los saberes docentes:

1. *Conocer la historia previa visual del alumno.* Es decir, saber si el estudiante es ciego de nacimiento, si perdió la visión a lo largo de la vida o si presenta baja visión puede facilitar la planificación por parte del docente, para poder aprovechar posibles registros visuales de estudiantes en las clases de ciencias.
2. *Saber que significados vinculados a las representaciones visuales siempre podrán ser registrados y vinculados a otro tipo de representación (táctil, auditiva, etc.).* En las ciencias, existen muchos constructos abstractos y, en ese sentido, las representaciones externas de esos constructos, la mayor parte de las veces, aparecen en registros visuales. Siendo así, la dificultad comunicacional de los significados científicos asociados a esos constructos cuando está orientada a los alumnos con deficiencia visual reside en la vinculación visual. La superación de esa dificultad estaría en la posibilidad de vincular esos significados a representaciones no visuales, por ejemplo, representaciones táctiles o auditivas.
3. *Saber que significados indisociables de representaciones no visuales y sin relación sensorial no necesitan de referencial visual para ser comprendidos.* En el aprendizaje de conceptos vinculados con la terminología, se ha verificado la existencia de una relación expresiva entre la viabilidad de comunicación y los lenguajes de estructura semántico-sensorial que es indisociable de representaciones no visuales en el caso de las personas con deficiencia visual. Los resultados de estas investigaciones demuestran que esos conceptos se relacionan estrechamente con ideas táctiles como lo caliente, lo frío o la sensación térmica. Esos conceptos son potencialmente accesibles para alumnos ciegos o con baja visión, siendo que la accesibilidad está condicionada por la estructura empírica del lenguaje que se va a emplear.
4. *Saber que existen fenómenos físicos que no pueden ser observados empíricamente y que, en este caso, la visión o cualquier otro sentido no contribuye a su comprensión.* Hay algunos significados sensorialmente no relacionables (por ejemplo, los pertenecientes al campo eléctrico, al campo magnético, a la energía, a la carga eléctrica, a la masa, al tiempo y *momentum* relativísticos, a la invariancia de la velocidad de la luz (Camargo y Nardi, 2013), entre otros. En ese contexto, hay que saber diferenciar entre los significados inherentes a los efectos producidos por los campos eléctrico y magnético, por ejemplo, y los significados intrínsecos a esos fenómenos.
5. *Saber abordar los múltiples significados de un fenómeno físico. Este conocimiento es fundamental en el contexto de los fenómenos con significados indisociables de representaciones visuales, como el color, y de los alumnos ciegos de nacimiento.* Cuando el estudiante es ciego de nacimiento, se debe reconocer el hecho de que los significados indisociables de representaciones visuales no podrán ser comunicados a ese alumno.

Las categorías de significados son importantes porque permiten clasificar los conceptos cuyas representaciones dependen o no dependen de la visión, permutables entre distintas representaciones y, por lo tanto, foco de transformaciones curriculares, así como los que no se relacionan con ninguna representación. Cuando se aplican al campo de la óptica, muestran que la luz interpretada como algo visible posee el significado indisociable de representaciones visuales. En este sentido, por ejemplo, las ideas de color, de transparencia o de opacidad son incomunicables a ciegos totales de nacimiento, pues están estructurados en experiencias empíricas que este sujeto nunca tuvo.

Las ideas interpretativas acerca de la naturaleza de la luz y que poseen básicamente carácter geométrico son de naturaleza vinculada. Por este motivo, pueden ser representadas por medio de registros táctiles y visuales y ser plenamente comunicadas a personas ciegas y videntes. Por último, significados como el de que la luz es energía se construyen sin ninguna relación sensorial. En el campo de la física, la energía es un concepto abstracto.

Una posible superación de esa dificultad proveniente del perfil semántico-sensorial sería la utilización de analogías, dejándose este aspecto explícito al estudiante. Por ejemplo, el concepto de superposición de colores primarios para la obtención de colores secundarios en la óptica puede explicarse a un estudiante ciego apelando al concepto de interferencia de ondas electromagnéticas e, incluso, combinándolo con el fenómeno de interferencia de ondas sonoras.

6. *Saber construir de forma superpuesta registros táctiles y visuales de comportamientos o fenómenos físicos con significados vinculados a las representaciones visuales.* El docente debe saber cómo construir maquetas que puedan describir táctil y visualmente comportamientos físicos como el desvío de la luz en el fenómeno de la refracción, la trayectoria de un proyectil después de haber sido lanzado o el movimiento de los planetas alrededor del Sol. El registro táctil y visual simultáneo de fenómenos físicos transforma estos en fenómenos accesibles a estudiantes ciegos o con baja visión, lo que crea canales de comunicación entre esos estudiantes, el resto de los colegas videntes y el docente.
7. *Saber destituir la estructura empírica audiovisual interdependiente del lenguaje.* La estructura empírica se refiere a la forma material del lenguaje, o sea, la manera como una determinada información se organiza, almacena, transporta y recibe. Esa estructura empírica del lenguaje se reorganiza en subcategorías, que se describen a continuación:
  - *Estructuras fundamentales:* están constituidas por los códigos visual, auditivo y táctil, articulados de manera autónoma o independiente. En esta subcategoría se encuentran estructuras como la fundamental auditiva, la auditiva y la visual interdependiente, la táctil-auditiva interdependiente y la fundamental visual.
  - *Estructuras mixtas:* surgen cuando los códigos fundamentales se combinan de un modo interdependiente. Se clasifican en esta subcategoría las estructuras audiovisuales interdependientes y la táctil-auditiva interdependiente.

Abordamos aquí la estructura audiovisual interdependiente, que se caracteriza por la dependencia mutua entre los códigos auditivo y visual, que sustentan la diseminación de informaciones científicas. El acceso a los lenguajes con esta característica se da por medio de la observación simultánea de los códigos mencionados, pues la observación parcial de uno de los códigos no deshace la independencia de su soporte material. Así, ser capaces de desvincular la estructura empírica audiovisual interdependiente del lenguaje es fundamental para la creación de canales de comunicación en el contexto de la enseñanza de las ciencias para estudiantes con deficiencia visual.

Una característica peculiar de la estructura empírica del lenguaje mencionada con anterioridad es la de que el profesor indica oralmente un determinado aspecto visual registrado. Esta característica podría sintetizarse con afirmaciones del tipo: «Mira cómo es esto»; «Fíjate cómo se comporta este gráfico»; «Esto más esto da este resultado». Es importante señalar que dicha estructura empírica tuvo el respaldo de recursos instruccionales tales como la pizarra y el proyector, entre otros.

8. *Saber explorar las potencialidades comunicacionales de los lenguajes constituidos por estructuras empíricas de acceso visualmente independiente.* Por medio de la utilización de maquetas y de otros materiales susceptibles de ser manipulados táctilmente y percibidos auditivamente, se vinculan los significados a las representaciones táctil y auditiva. De esta forma, utilizando la estructura mencionada, esos significados son accesibles a los estudiantes ciegos o con baja visión. La accesibilidad del alumno ciego o con baja visión dependerá de la intensidad descriptiva oral de los significados que van a ser comunicados. Son ejemplos del potencial comunicacional de tales estructuras la descripción oral de gráficos, tablas, el comportamiento geométrico de rayos de luz, entre otros. Cabe esclarecer que, en tal contexto, la utilización de recursos instruccionales vi-

suales como la proyección, las imágenes de los libros de texto, entre otros, no es necesariamente inadecuada para estudiantes con deficiencia visual, ya que todo depende de la audiodescripción que se realice y del conocimiento previo del estudiante sobre el objeto descrito.

9. *Saber realizar actividades comunes a los alumnos con y sin deficiencia visual.* Una dificultad bastante frecuente cuando se utiliza el lenguaje de estructura empírica táctil-auditiva interdependiente es la implementación de actividades específicas para el estudiante con deficiencia visual. Ese problema educativo fue explicado como un modelo denominado 40 + 1. Según este modelo, el «cuarenta» se refiere al promedio de estudiantes videntes de una clase, el «uno» al estudiante con deficiencia visual y la suma a la idea de que ese último no pertenece a la clase y que el docente tendrá un trabajo adicional. El modelo explica el siguiente problema del profesor de Física: cuando este se entera de que habrá un estudiante ciego o con baja visión en el aula, piensa que deberá construir dos materiales, dos experimentos o preparar dos clases. En otras palabras, el estudiante con deficiencia visual realiza, en el mismo ambiente educativo, actividades de manera separada al resto del grupo. Para evitar esta situación, es importante que el docente sepa planificar y desarrollar actividades comunes a todos los estudiantes.

Por este motivo es por el que invertimos en un curso de formación de profesores en una disciplina de carácter instrumental, Metodología de Enseñanza en Ciencias Naturales, en la cual se abordan algunos contenidos relacionados con la educación inclusiva y, más específicamente, con la didáctica multisensorial, como será descrito en la próxima sección.

## PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS DE INVESTIGACIÓN

La construcción de los recursos didácticos fue solicitada dentro de la propuesta de Metodología de Enseñanza en Ciencias Naturales 2, una asignatura ofrecida en el octavo y último semestre del curso de profesorado en Ciencias Naturales, la última de un conjunto de diez disciplinas que abordan asuntos pedagógicos en este curso.

Dicha disciplina tiene como objetivo posibilitar que los futuros profesores de ciencias reflexionen sobre las especificidades de la enseñanza de materias científicas en la educación básica, sobre el currículo de Ciencias y sobre sus posibles abordajes mediante el uso de diferentes modalidades y recursos didácticos (USP, 2018).

Para alcanzar esos objetivos, se abordan contenidos como lenguajes y enseñanza de las ciencias; análisis de materiales didácticos y complementarios; enseñanza de las ciencias e inclusión; papel de la imaginación en la enseñanza y aprendizaje de ciencias, entre otros (USP, 2018).

Se invita a los estudiantes a producir, durante el transcurso de la disciplina, cuatro actividades denominadas «actividades creativas», que buscan desarrollar en los futuros docentes competencias y habilidades vinculadas con la producción de planificaciones de clase y recursos didácticos que estimulen la creatividad. Como actividad final de la disciplina, los alumnos deben producir secuencias didácticas que incorporen las diversas actividades creativas realizadas, además de tener recursos didácticos variados y, como mínimo, ocho clases.

La cuarta actividad creativa está orientada a la producción de recursos didácticos para alumnos con deficiencias sensoriales. En la clase anterior a la producción de la actividad creativa, los estudiantes discuten, junto con las docentes de la disciplina, sobre la enseñanza para estudiantes con deficiencia, así como el referencial de la didáctica multisensorial, proponiendo cuestiones metodológicas referentes a las especificidades del aprendizaje de ciencias por parte de esos estudiantes. En la producción de esta actividad, los alumnos realizan un taller junto con uno de los técnicos del Laboratorio de Desarrollo de Recursos Didácticos del curso, en el que elaboran un recurso didáctico orientado a estudiantes con deficiencia auditiva, visual o ambas.

Todas las actividades creativas se presentan a los grupos en horario de clase. Durante las presentaciones, los estudiantes tienen la oportunidad de discutir posibilidades de utilización de los recursos elaborados por su propio grupo y por los colegas, ampliando las reflexiones y el repertorio de posibilidades de actuación en la enseñanza de las ciencias. De esa manera, la unión de distintas actividades creativas conduce al desarrollo gradual de las secuencias didácticas, creando un ambiente propicio para la discusión y el intercambio de ideas respecto a la producción de las actividades.

Acompañando a un grupo de veinte estudiantes del segundo semestre de 2019, estos se dedicaban a desarrollar los recursos en el tiempo destinado por la profesora de la disciplina en la sesión. Todos los recursos didácticos fueron fotografiados y archivados.

Cabe resaltar que el recurso didáctico elaborado para la cuarta actividad creativa debería ser incluido, obligatoriamente, en una de las clases propuestas en la secuencia didáctica. No obstante, por los límites de extensión de este artículo, no se presentará aquí el análisis de las secuencias didácticas completas que fueron producidas por los estudiantes, ya que el foco de este trabajo se encuentra en los saberes desarrollados para la construcción de los recursos didácticos que se elaboraron para la cuarta actividad creativa.

El análisis de los recursos didácticos producidos por los alumnos se condujo a partir de la identificación de categorías de saberes (Camargo, 2012), que surgieron para la composición de los materiales y de los modos en que los profesores en formación aplicaron la idea del diseño universal en sus producciones. En la siguiente sección presentamos los recursos didácticos elaborados, así como su análisis a la luz del referencial teórico adoptado.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS DATOS: LOS RECURSOS DIDÁCTICOS PRODUCIDOS Y LOS SABERES DESARROLLADOS EN SU CONSTRUCCIÓN**

En primer lugar, en todos los recursos se observó que los alumnos prestaron atención a que los colores y contrastes fueran adecuados para una buena visualización de las partes. En tal sentido, hubo una preocupación por que los recursos pudiesen ser utilizados por los estudiantes videntes también, siguiendo la propuesta del diseño universal (Brasil, 2015). Se emplearon diferentes texturas y formatos para identificar las estructuras destacadas. Hubo también un manifiesto interés por la accesibilidad en las informaciones expuestas mediante la escritura ampliada, el braille, la escritura en el alfabeto latino y el uso de leyendas, además de contextualizar los recursos en una secuencia de clases.

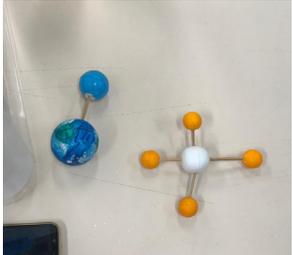
Por ejemplo, en las figuras 1 y 2, referentes a un recurso didáctico sobre fotosíntesis, se introdujo la escritura en el sistema braille asociado con el alfabeto latino para que los estudiantes ciegos y videntes pudieran servirse de este recurso. Adicionalmente, las letras están escritas en fuentes ampliadas y en mayúsculas, posibilitando que los alumnos con baja visión puedan realizar la lectura del texto contenido en el recurso.

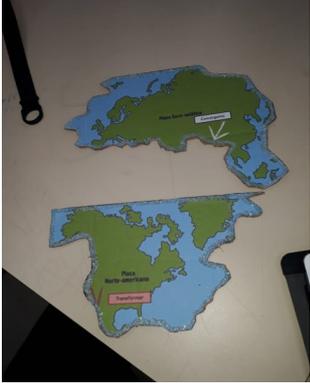


Figs. 1 y 2. La primera figura muestra la foto de la parte del texto de uno de los recursos didácticos, en el que hay palabras escritas en mayúsculas, en el sistema braille arriba y, al lado, la textura correspondiente. En la segunda figura, la foto muestra el material texturizado de acuerdo con el texto.

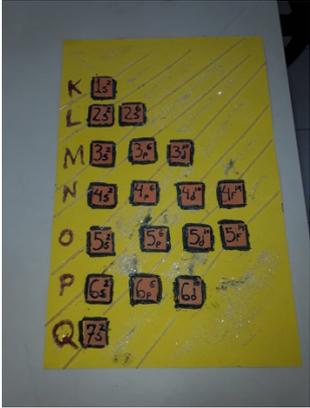
En la tabla 1, se presentan los recursos didácticos elaborados por los estudiantes con imágenes de cada uno de ellos, una breve descripción del recurso, así como los saberes desarrollados en su construcción, según Camargo (2012). Cabe esclarecer que todos los recursos emplearon el saber número 9, pues fueron concebidos en el contexto de la didáctica multisensorial y del diseño universal. Así, dado que esta era una condición obligatoria de la actividad, el saber 9 no aparecerá en esta tabla.

Tabla 1.  
Categorías de los recursos didácticos presentados en la cuarta actividad creativa

<i>Recurso didáctico</i>	<i>Imágenes</i>	<i>Área de conocimiento</i>	<i>Descripción del recurso y saberes desarrollados según Camargo (2012)</i>
1. Mapa celeste táctil con el foco en las constelaciones		Astronomía	Texturas con alfileres de colores y líneas interconectadas y escritura en braille con los nombres de las constelaciones. Saberes 2 y 6.
2. Modelos para la representación del eclipse		Astronomía	Bolitas de poliestireno interconectadas usando palillos de madera. Saberes 2, 4 y 6.

<i>Recurso didáctico</i>	<i>Imágenes</i>	<i>Área de conocimiento</i>	<i>Descripción del recurso y saberes desarrollados según Camargo (2012)</i>
3. Representación de la fotosíntesis y partes de una planta		Biología - Botánica	Texturas diferentes en cada parte del material indicando las estructuras de la planta (hoja, tallo y raíz); pequeños carteles con las texturas; escritura en grafía braille, fuente ampliada y escritura con el alfabeto latino. Saberes 2, 6 y 8.
4. Modelo táctil de la tectónica de placas		Geología	Relevos que señalan la parte continental y la oceánica del globo terráqueo, líneas sobresalientes que indican las divisiones de las placas tectónicas. Saberes 2, 3, 4 y 6.
5. Modelo táctil de la tectónica de placas		Geología	Mapa plano recortado en placas de cartón con texturas en los bordes de las placas. Saberes 2, 3, 4 y 6.

<i>Recurso didáctico</i>	<i>Imágenes</i>	<i>Área de conocimiento</i>	<i>Descripción del recurso y saberes desarrollados según Camargo (2012)</i>
<p>6. División de las capas de la Tierra</p>		<p>Geología</p>	<p>Las divisiones internas de la Tierra se elaboraron con diferentes materiales: poliestireno para la corteza, gel para el manto, masa de modelar para el núcleo externo y una bola maciza para representar el núcleo interno.</p> <p><i>Observación:</i> el problema de este recurso es que hay una representación errónea de las densidades de las capas internas. La única parte líquida es el núcleo externo; el manto es sólido. Esa observación se realizó junto al grupo de estudiantes cuando el recurso fue elaborado. Saberes 2, 6 y 8.</p>
<p>7. Modelos táctiles de animales (estrella de mar y araña)</p>		<p>Biología - Zoología</p>	<p>Cada animal representado de forma plana, como un dibujo, en la hoja de papel posee una textura diferente similar a sus estructuras: arroz pegado en la estrella de mar para simular sus pies ambulantes; bolitas de algodón para recrear el cuerpo de la araña y semillas para indicar la estructura de las piernas. Saberes 2, 6 y 8.</p>

<i>Recurso didáctico</i>	<i>Imágenes</i>	<i>Área de conocimiento</i>	<i>Descripción del recurso y saberes desarrollados según Camargo (2012)</i>
8. Diagrama de Linus Pauling táctil		Química	Recurso con diferentes texturas que indican las líneas en la distribución electrónica, escrita en relieve y brillantina para representar los subniveles de energía. Saberes 2, 3 y 8.

Fuente: Elaboración de los autores.

De acuerdo con los datos presentados en la tabla 1, en la elaboración de los materiales la prioridad fue la exploración de las representaciones táctiles-visuales mediante distintas texturas, dimensiones y formatos. Esos materiales se consideraron adecuados para la enseñanza de las ciencias por parte de estudiantes con y sin deficiencia visual. Los datos indican, en su mayor parte, el desarrollo de los saberes 2 y 6.

El saber 2, es decir, aquel «cuyos significados vinculados a las representaciones visuales siempre podrán ser registrados y vinculados a otro tipo de representación», se desarrolló durante la elaboración de todos los recursos didácticos que se diseñaron. Por ejemplo, en el recurso didáctico 1, la representación visual del mapa celeste se sustituyó por una representación táctil-visual de ese mismo mapa, utilizando texturas con alfileres de colores y líneas interconectadas, incorporando la escritura en braille con los nombres de las constelaciones. El mismo razonamiento puede aplicarse al análisis de los demás recursos, como, por ejemplo, el modelo de tectónica de placas, donde estas eran de cartón y sus bordes se destacaron con brillantina.

El saber 3, saber «que significados indisolubles de representaciones no visuales y sin relación sensorial no necesitan de referencial visual para ser comprendidos», se llevó a cabo en la confección de los recursos 4, 5 y 8, dado que el modelo de la tectónica de placas es un modelo teórico, no visual. Así, se elaboraron recursos con un referencial táctil. Un razonamiento análogo puede aplicarse en el caso del diagrama de Linus-Pauling.

El saber 4, es decir, aquel en el que «existen fenómenos físicos que no pueden ser observados empíricamente, y que, en este caso, la visión o cualquier otro sentido no contribuye a su comprensión» se desarrolló en la confección de los recursos 2, 4 y 5. Tanto el modelo del eclipse como el de la tectónica de placas no pueden ser observados de manera empírica, dado que constituyen modelos de fenómenos físicos, pero no constituyen los fenómenos en sí. En el caso de los eclipses, lo que se observa empíricamente es apenas la consecuencia del fenómeno (por ejemplo, la sombra del Sol proyectada en la Luna, o viceversa), pero no el modelo asociado al fenómeno. Un razonamiento análogo puede establecerse en el caso del modelo de la tectónica de placas.

El saber 6, el de «construir de forma superpuesta registros táctiles y visuales de comportamientos/ fenómenos» científicos, estuvo presente en la elaboración de gran parte de los recursos, con excepción del recurso 8, puesto que el diagrama de Linus Pauling ya es, de por sí, una representación, y no un fenómeno. A modo de ejemplo, puede citarse el modelo táctil de tectónica de placas, que explora

recursos táctiles como la brillantina para marcar los límites de las placas tectónicas. El mismo razonamiento puede aplicarse al análisis de los demás recursos.

Para finalizar, cabe destacar que solo un recurso, el 6, referente a la división en capas de la Tierra, exploró de manera exclusiva la representación táctil de las diferentes densidades de materiales, «pudiendo en estos ser perceptibles también diferentes sensaciones térmicas».

Como se pudo constatar, aun en la tentativa de incitar a los futuros profesores a utilizar ampliamente la multisensorialidad, se optó por los recursos sensoriales táctiles y visuales, no habiendo siquiera un recurso que explorara el olfato, el oído o el gusto. Esto revela que, aunque los alumnos se hayan esforzado por producir recursos didácticos inclusivos, les faltaron «elementos creativos» para conseguir realmente utilizar la multisensorialidad de manera más amplia.

En lo que se refiere a los saberes identificados, cabe resaltar que son categorías vinculadas específicamente a estudiantes con deficiencia visual y a contenidos del área de la física. Esto no significa que esas categorías no puedan aplicarse a otros campos del conocimiento, como, por ejemplo, la química, como indica el trabajo de Silva (2019). En la investigación aquí expuesta, algunos de los recursos didácticos producidos por los estudiantes abordaron fenómenos y conceptos de otras áreas del conocimiento, como la biología y la geología.

Pese a ser conscientes de esta limitación en nuestro análisis, se pudieron realizar algunas constataciones interesantes. En los recursos analizados, se desarrollaron los saberes 2, 3, 4, 6 y 8, mientras que los saberes 1, 5 y 7 no aparecieron en nuestro análisis.

El saber 5 (saber cómo abordar los múltiples significados de un fenómeno físico) –que puede extrapolarse a otras ciencias, como la química y la biología, por ejemplo– no apareció, probablemente por la dificultad que conlleva para los estudiantes explorar estos múltiples significados y así poder elaborar los recursos didácticos. A modo de ejemplo, el concepto de color, en términos sensoriales, posee un significado indisociable de la representación visual, no pudiendo ser representado interna o externamente por códigos no visuales. Así, un ciego de nacimiento no puede aprender ese significado exclusivo. Por otro lado, el concepto de color no está circunscrito a dicho significado. Se puede trabajar con esta noción en relación con una determinada frecuencia electromagnética. Este significado se vincula a las representaciones visual y táctil, por medio de la exploración de maquetas táctiles, siendo accesible tanto para personas ciegas como videntes.

Con relación al saber 7 (saber destituir la estructura empírica audiovisual interdependiente del lenguaje), sería más fácil de especificar en una situación en la que el futuro profesor realmente aplicase el recurso para explicar algún fenómeno. Dado que la producción del recurso no supone la utilización del lenguaje verbal, es comprensible que esta categoría no haya aparecido.

## CONSIDERACIONES FINALES

Los saberes que aparecieron en los recursos indican que los estudiantes consiguieron incorporar parte de las discusiones realizadas en clase acerca de la multisensorialidad y de aspectos teórico-metodológicos vinculados con la educación inclusiva y que realizaron un esfuerzo por contemplar dicha dimensión en la producción de materiales didácticos.

Estas constataciones señalan que la inversión en acciones formativas para la promoción de la educación inclusiva en cursos de profesorado de ciencias puede ser fructífera, pero que necesita ser bastante intensificada. Cabe recordar que los estudiantes que participaron en esta investigación tuvieron solamente dos clases dedicadas a las discusiones sobre inclusión y que solo con ellas ya fue posible constatar la influencia de esas reflexiones en el material que diseñaron. Así, podemos inferir que, si hubiera una mayor inversión en la promoción de situaciones formativas, tendríamos más profesores de ciencias bien preparados para enseñar esta disciplina a cualquier estudiante.

De acuerdo con los recursos presentados por los alumnos, es posible notar que la elaboración de recursos y secuencias didácticos para estudiantes con deficiencia es un desafío, porque además de planificar un recurso accesible desde el principio también, en cierta medida, obliga a los profesores y a todos los que forman parte de la comunidad educativa a pensar en una nueva escuela, un nuevo currículo, una nueva forma de enseñar y una reestructuración del sistema educativo en el que todos los estudiantes quepan.

Repensar prácticas exige un esfuerzo hercúleo por parte de los profesores y los demás integrantes de la comunidad escolar, exige un cambio en el sistema educativo, en la formación de esos profesores, una transformación social y un cambio, también, en las políticas públicas. Desafortunadamente, todos estos cambios deben producirse, pues todo lo que ya fue construido priorizó a ciertos grupos sociales, excluyendo, como consecuencia, a los demás.

Es necesario un cambio en la formación inicial y continua de los profesores, lo que exige una reestructuración del currículo, la inserción de disciplinas vinculadas con la temática de la educación inclusiva o el desarrollo de prácticas en otras disciplinas que contribuyan a la formación del futuro profesor, incluyendo las prácticas docentes inclusivas.

Mientras tanto, iniciativas como las de incorporar trabajos en las disciplinas pedagógicas de los cursos de profesorado dentro de las áreas científicas que inviten a los estudiantes a pensar en clases y recursos accesibles es de vital importancia. Esto no garantiza que los estudiantes se gradúen con la seguridad de estar preparados para trabajar con ese público, pero les permite, en algún momento de su formación, reflexionar sobre ese asunto y repensar prácticas docentes antes de iniciar su trabajo en las escuelas o en la investigación académica. Se entiende que la educación inclusiva es un tema transversal, que necesita abordarse en todos los cursos de formación para los profesionales de la educación básica.

## REFERENCIAS

- Ainscow, M. (2009). Tornar a educação inclusiva: como essa tarefa deve ser conceituada? En O. Fávero, W. Ferreira, T. Ireland y D. Barreiros (Orgs.), *Tornar a educação Inclusiva* (pp. 11-23). Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000184683>
- Amaral, G. K., Ferreira, A. C. y Dickman, A. G. (2009). Educação de estudantes cegos na escola inclusiva: O ensino de Física. En *Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Brasil. (1996). *Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional*. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)
- Brasil. (2001). *Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica*. MEC. <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/diretrizes.pdf>
- Brasil. (2002). Conselho Nacional De Educação [CNE]. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 1, p. 31, abril de 2002. <http://goo.gl/EHrBKB>
- Brasil. (2008). *Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva*. MEC/SEESP. <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>
- Brasil. (2009). Conselho Nacional de Educação [CNE] Resolução CNE/CP Nº 4, de 2 de Outubro de 2009. Institui Diretrizes Operacionais para o Atendimento Educacional Especializado na Educação Básica, modalidade Educação Especial. Resolução CNE/CEB 4/2009. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, Seção 1, p. 17, 5 de outubro de 2009. [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004\\_09.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb004_09.pdf)

- Brasil. (2014). *Nota Técnica n. 04 / 2014 / MEC / SECADI / DPEE. Orientação quanto a documentos comprobatórios de alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades/superdotação no Censo Escolar*. MEC/SECADI /DPEE. <http://portal.mec.gov.br>.
- Brasil. (2015). *Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015*. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm)
- Camargo, E. P. (2012). Discussão dos saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física. En E. P. Camargo, *Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física* (pp. 249-263). Editora UNESP. <https://doi.org/10.7476/9788539303533>
- Camargo, E. P. (2017). Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces. *Ciência e Educação (Bauru)*, 23(1), 1-6. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170010001>
- Camargo, E. P. (Org.). (2020). *Inclusão escolar dos alunos público-alvo da educação especial: pesquisas em ensino de física, química, biologia e astronomia*. Cultura Acadêmica.
- Camargo, E. P. y Nardi, R. (2013). Contextos comunicacionales adecuados e inadecuados para la inclusión de alumnos con discapacidad visual en clases de Física moderna, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 155-175.
- Camargo, E. P., Scalvi, L. V. A. y Saes, T. M. (2007). Concepciones alternativas sobre reposo y movimiento, modelos históricos y deficiencia visual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 171-182.
- Carvalho, A. M. P. (Org.) (2013). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (1.ª ed.). Cengage Learning.
- Carvalho, A. M. P. y Gil-Pérez, D. (1994). *Formação de Professores de Ciências*. Cortez.
- Chaves, J. O., Gualter, R. M. R. y Oliveira, L. S. (2018). Jardim de sensações como prática inclusiva no ensino de botânica para alunos de Ensino Médio. *Experiências em Ensino de Ciências (Porto Alegre)*, 13(1), 241-250.
- Cobeñas, P., Grimaldi, V., Broitman, C., Sancha, I. y Escobar, M. (Coords.) (2021). *La enseñanza de las matemáticas a alumnos con discapacidad* (1.ª Ed.). EDULP. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/1635/1614/5265-1>
- Costa, A. F. S., Junior, A. J. V. y Gobara, S. T. (2019). Enseñanza de la biología celular a través de modelos concretos: un estudio de caso en el contexto de la discapacidad visual. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC)*, 14(1), 50-62. <https://doi.org/10.54343/reiec.v14i1.240>
- Fernandes, T. C., Hussein, F. R. G. S. y Dominguez, R. C. P. R. (2017). Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*, 39(2), 195-203. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160076>
- Lippe, E. M. O. y Camargo, E. P. (2009). O ensino de ciências e seu desafio para a inclusão: o papel do professor especialista. En R. Nardi (Org.), *Ensino de ciências e matemática I: temas sobre formação de professores* (pp. 133-143). Cultura Acadêmica. <https://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-09.pdf>
- Lopes Victor, S., Vieira, A. B. y Oliveira, I. M. (Orgs.) (2017). Educação especial inclusiva: conceituações, medicalização e políticas. Brasil Multicultural. [https://brasilmulticultural.org/wp-content/uploads/2020/04/Ebook\\_Educacao\\_especial-inclusiva-1.pdf](https://brasilmulticultural.org/wp-content/uploads/2020/04/Ebook_Educacao_especial-inclusiva-1.pdf)
- Mantoan, M. T. E. (2003). *Inclusão Escolar: o que é? Por quê? Como fazer?* Moderna.

- Michelotti, A. y Loreto, E. L. S. (2019). Utilização de modelos didáticos tateáveis como metodologia para o ensino de biologia celular em turmas inclusivas com deficientes visuais. *Contexto & Educação*, 109, 150-169.  
<http://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2019.109.150-169>
- Pletsch, M. D. (2009). A formação de professores para a educação inclusiva: legislação, diretrizes políticas e resultados de pesquisas. *Educar em Revista*, 33, 143-156.  
<https://doi.org/10.1590/S0104-40602009000100010>
- Ramos, L., Castro, E. y Castro-Rodriguez, E. (2016). Instrucción en el uso de esquemas para la resolución de problemas aditivos a estudiantes con necesidades educativas especiales. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 173-192.  
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1765>
- Rodrigues, D. (Org.). (2006). *Inclusão e educação: doze olhares sobre a educação inclusiva*. Summus.
- Sant'ana, I. M. (2005). Educação inclusiva: concepções de professores e diretores. *Psicologia em Estudo*, 10(2), 227-234.  
<https://doi.org/10.1590/S1413-73722005000200009>
- Sassaki, R. K. (2005). Inclusão: O Paradigma do Século XXI. *Inclusão- Revista da Educação Especial*, MEC/SEESP, 1(1), 19-23.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17 (número especial), 49-67, novembro.  
<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>
- Silva, L. V. (2019). *Potencialidades da áudio-descrição de um livro didático de química: substâncias simples e compostas em foco*. [Tesis de máster]. Unesp - Faculdade De Ciências.
- Silva, T. S., Landim, M. F. y Souza, V. R. M. (2014). A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 32-47.
- Soler, M. A. (1999). *Didáctica multisensorial de las ciencias: Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Ediciones Paidós Ibérica.
- Souza, V. C. A. (2008). O ensino de Ciências e seus desafios inclusivos: o olhar de um professor de Química sobre a (in)diferença escolar. En *Atas do V Seminário Internacional Sociedade Inclusiva*, Belo Horizonte. <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p40.pdf>
- Tavares, L. H. W. y Camargo, E. P. (2010). Inclusão Escolar, Necessidades Educacionais Especiais e Ensino de Ciências: Alguns Apontamentos. *Ciência em Tela*, 3(2).
- Unesco. (1990). Declaração Mundial da Educação para todos: Satisfação das necessidades básicas de aprendizagem. En *Conferência Mundial da Educação para todos*. Unesco. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000086291\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000086291_por)
- Unesco. (1994). Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. En *Conferência Mundial sobre Educação para Necessidades Especiais: Acesso e Qualidade*. Unesco. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>
- Universidade de São Paulo (USP). (2018). *Ementa da disciplina Metodologia de Ensino em Ciências da Natureza*. <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=ACH4017&verdis=7>
- Vilela-Ribeiro, E. B. y Benite, A. M. C. (2010). A educação inclusiva na percepção dos professores de química. *Ciência & Educação*, 16(3), 585-594.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000300006>

---

# Teacher Knowledge and Inclusive Education in the Development of Science Teaching Resources

Beatriz Cavalheiro Crittelli  
Departamento de Letras. Universidade Federal de São  
Paulo, Unifesp, Guarulhos, São Paulo, Brasil.  
beatriz.crittelli@unifesp.br

Verónica Marcela Guridi  
Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade  
de São Paulo, São Paulo, Brasil.  
veguridi@usp.br

Celi Rodrigues Chaves Dominguez  
Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade  
de São Paulo, São Paulo, Brasil.  
celi@usp.br

Eder Pires de Camargo  
Departamento de Física e Química. Faculdade de Engen-  
haria, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, Brasil.  
eder.camargo@unesp.br

The debate on school inclusion has grown, especially in recent years, and concepts such as *inclusion*, *inclusive education*, and *education for all* have gained relevance in the specialized literature. Inclusive education is an educational paradigm based on the conception of human rights, which combines equality and difference as inseparable values, and which advances in relation to the idea of formal equity by contextualizing the historical circumstances of exclusion inside and outside the school. Current views on inclusive education attribute a greater responsibility for the social condition of the person with disabilities to the social environment, and more specifically, to the people and structures that compose it. In this sense, the scientific education of the person with disabilities can be seen as a right to access scientific knowledge in the school system.

Linked to inclusive education, the idea of a universal design of learning presupposes the creation of a classroom environment in which all students are involved, for instance, without the need to create specific learning contexts for students with disabilities. This inclusive atmosphere includes the physical organization of the classroom, the methodological approach, and didactic resources, among others. In the field of science education, several works have emerged in the specialized literature that explore multisensoriality as an appropriate methodological approach for teaching in inclusive classes. However, little progress has been made in terms of teacher education when it comes to dealing with diversity in the classroom.

In this context, several questions arise: How can we contribute to making science education more inclusive for all students, regardless of their physical, social, health or relational possibilities? What would be the ideal education for teachers to promote the inclusion of these students? Is there such education? Which teaching practices and knowledge should be included in former teacher education in order to provide future teachers with the theoretical and methodological resources so that they can build knowledge and develop inclusive practices by themselves? Faced with this problem, in this paper we describe a piece of research carried out within the context of a teaching methodology discipline in a Science Teaching Education Program of a Brazilian public university, where prospective teachers –students in this program– were challenged to develop didactic resources oriented to the target of the formerly called special education, now, supposedly, included in general classrooms.

The theoretical framework that guided the preparation of the resources was the multisensory didactics developed by Soler. The analysis of the didactic resources which were produced by the students in the program draws on knowledge categories as proposed by Camargo: knowledge with meanings linked to visual representations that can always be registered and associated with another type of representation (tactile, auditive, etc.); the piece of knowledge dealing with the multiple meanings of a natural phenomenon; and knowledge on how to construct tactile and visual registers of natural behaviours/phenomena which are linked to visual representations in a overlapped way, among others.

The results show, first, that the resources were consistent to the proposal of a universal design and that students applied this idea to their productions. Secondly, that knowledge developed in the elaboration of the resources indicates that these prospective teachers incorporated part of the discussions held in the lessons on multisensoriality by fundamentally exploring the tactile dimension. Lastly, students in the aforementioned teaching program incorporated theoretical and methodological aspects related to inclusive education, thus making an effort to introduce this inclusive view in the production of didactic materials. The findings pointed out that investment in practices for the promotion of inclusive education in science teacher education programs can be fruitful but needs a wider application.

