

Boris Candela Rodríguez

---

# El lenguaje

y las múltiples representaciones externas

ESTRATEGIAS DE PENSAMIENTO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS



Universidad  
del Valle

Programa  Editorial

Los investigadores del campo de la educación en ciencias argumentan que los modelos teóricos que configuran el currículo de las ciencias naturales, han sido construidos mediante la negociación de significados y formas de significar, llevada a cabo por los miembros de una comunidad científica dentro de un contexto intersubjetivo. De ahí que, en este libro se considere importante ver la educación en ciencias a través de los lentes del lenguaje y de los procesos socio-culturales. Desde luego, dicha perspectiva brinda la posibilidad de vislumbrar cómo el estudiante alcanza una comprensión de las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural, a través del desarrollo consciente de habilidades lingüísticas, tales como la oralidad, la lectura, la escritura y las múltiples representaciones externas; también, percibir que la construcción del conocimiento se deriva de la participación activa de los diferentes miembros de una comunidad de aprendizaje (profesor-contenido-estudiante) en el mundo social y simbólico en el cual se encuentran inmersos.



Universidad  
del Valle

Programa  Editorial

Boris Candela Rodríguez

# El lenguaje

y las múltiples representaciones externas

ESTRATEGIAS DE PENSAMIENTO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

E&P

Colección Educación y Pedagogía

Candela Rodríguez, Boris Fernando

El lenguaje y las múltiples representaciones externas como estrategias de pensamiento en el aprendizaje de las ciencias / Boris Fernando Candela Rodríguez. -- Cali: Programa Editorial Universidad del Valle, 2018.

150 páginas ; 24 cm. -- (Colección educación y pedagogía)

Incluye bibliografía

1. Ciencia - Enseñanza - Metodología 2. Lenguaje y lenguas 3. Pedagogía 4. Aprendizaje I. Tit. II. Serie.

507 cd 21 ed.

A1591366

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango

## **Universidad del Valle**

### **Programa Editorial**

Título: El lenguaje y las múltiples representaciones externas como estrategias de pensamiento en el aprendizaje de las ciencias

Autor: Boris Fernando Candela Rodríguez

ISBN: 978-958-765-652-7

ISBN-pdf: 978-958-765-653-4

Colección: Educación y Pedagogía

© Universidad del Valle

© Boris Fernando Candela Rodríguez

Diagramación: Diana Lizeth Velasco D.

Corrección de estilo: Luz Stella Grisales

---

Este libro, salvo las excepciones previstas por la Ley, no puede ser reproducido por ningún medio sin previa autorización escrita por la Universidad del Valle.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión del autor y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad del Valle, ni genera responsabilidad frente a terceros. El autor es responsable del respeto a los derechos de autor del material contenido en la publicación (fotografías, ilustraciones, tablas, etc.), razón por la cual la Universidad no puede asumir ninguna responsabilidad en caso de omisiones o errores.

Cali, Colombia, marzo de 2018

# El lenguaje

y las múltiples representaciones externas

ESTRATEGIAS DE PENSAMIENTO EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

E&P

Colección Educación y Pedagogía

## **BORIS FERNANDO CANDELA**

Nacido en la ciudad de Santiago de Cali, es profesor de la Universidad del Valle y en la Institución Educativa Eustaquio Palacios. Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali, y magister en Educación con énfasis en la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, Universidad del Valle. Pertenece al grupo de investigación interinstitucional, Ciencias Acciones y Creencias, donde ha participado como investigador en diversos estudios sobre la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina, obteniendo como resultado la publicación de artículos. Además, ha diseñado y desarrollado varios libros que abordan las problemáticas de las líneas de investigación del Conocimiento Pedagógico del Contenido y, los Estudios de Diseño de Ambientes de Aprendizaje, entre los que se destacan: Aprendiendo a enseñar química: la CoRe y los PaP-eR como instrumento para identificar y desarrollar el CPC. Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali. (2014); y La Ciencia del Diseño Educativo. Programa editorial de la Universidad del Valle. Cali. (2016).

## CONTENIDO

PREFACIO . . . . .	9
AGRADECIMIENTOS . . . . .	13
INTRODUCCIÓN . . . . .	15

### CAPÍTULO 1

EL LENGUAJE COMO UN ELEMENTO FUNDAMENTAL PARA MEDIAR LA ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA. . . . .	19
---	----

### CAPÍTULO 2

LA NATURALEZA DE LAS CIENCIAS Y EL DISCURSO CIENTÍFICO . . . . .	23
--	----

### CAPÍTULO 3

LAS COMUNIDADES DE APRENDIZAJE ELEMENTO ESENCIAL PARA LA COMPRESIÓN DEL CURRÍCULUM DE LAS CIENCIAS . . . . .	31
---	----

### CAPÍTULO 4

EL LENGUAJE VERBAL Y EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS . . . . .	47
---	----

### CAPÍTULO 5

LA LECTURA COMPENSIVA: ESTRATEGIA QUE MEDIA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y EL APRENDIZAJE CONCEPTUAL DE LAS CIENCIAS . .	53
--	----

<b>CAPÍTULO 6</b>	
LA ESCRITURA COMO UNA ESTRATEGIA DE PENSAMIENTO Y APRENDIZAJE EN EL AULA DE CIENCIAS . . . . .	63
<b>CAPÍTULO 7</b>	
EL EFECTO DE HABLAR Y ESCRIBIR PARA APRENDER CIENCIAS . . . . .	81
<b>CAPÍTULO 8</b>	
INTEGRANDO LA LECTURA Y LA ESCRITURA AL AULA DE CIENCIAS . . . . .	87
<b>CAPÍTULO 9</b>	
LOS RECURSOS SEMIÓTICOS Y LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS . . . . .	95
<b>CAPÍTULO 10</b>	
LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS Y LAS MÚLTIPLES REPRESENTACIONES EXTERNAS . . . . .	107
<b>CAPÍTULO 11</b>	
EL LENGUAJE DE LA QUÍMICA Y LOS TRES NIVELES DE REPRESENTACIÓN . . . . .	115
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	131

## PREFACIO

Un alto porcentaje del aprendizaje que tiene lugar en las aulas de ciencias depende del uso del lenguaje (escuchar, hablar, leer y escribir) y del empleo de las múltiples representaciones externas. De hecho, como las teorías del aprendizaje lo han representado, el aprendizaje de las ciencias es el proceso cognitivo a través del cual los sujetos establecen una relación clave entre las redes semánticas existentes de los conceptos y los principios de las ciencias con su estructura cognoscitiva previa, con la intención deliberada de que esta última evolucione de manera progresiva por medio del establecimiento de nuevas relaciones de significado entre las ideas ya existentes.

No obstante lo anterior, el estudio de la integración del lenguaje de manera explícita al aula de ciencias no ha sido un foco de interés inmediato para la actividad de investigación del campo de la educación en ciencias (Sutton, 1992). De hecho, de manera previa al advenimiento de la investigación estimulada por los métodos constructivistas para el aprendizaje, el interés en el lenguaje en las clases de ciencias ha estado en un alto porcentaje dentro del dominio de los educadores del lenguaje y los psicólogos educativos.

Desde la década de 1990, los educadores de profesores de ciencias han comenzado a reconocer las relaciones intrínsecas entre el lenguaje y el aprendizaje de los tópicos del currículo de ciencias. En tal sentido, ellos destacan que en las escuelas, como en otros escenarios, resulta difícil separar el aprendizaje del lenguaje, el aprender a través del lenguaje y el aprendizaje acerca del lenguaje. Esos tres aspectos, probablemente, convergen en las lecciones de ciencias, con un foco explícito sobre ciertas características del

lenguaje y el reconocimiento tácito de otras (Holliday, Yore & Alvermann, 1994; Lemke, 1990; Parker, 1992).

Desde luego, los resultados de muchas de las investigaciones sobre el lenguaje y las múltiples representaciones externas como estrategias de aprendizaje de los tópicos de las ciencias permiten ver los siguientes aspectos, con una perspectiva general:

En primer lugar, el lenguaje es un elemento constitutivo de la naturaleza de las ciencias, teniendo en cuenta que este junto con las competencias de indagación han mediado la construcción, validación y comunicación del conjunto de modelos teóricos que le dan forma a dicha disciplina de conocimiento. De modo que el lenguaje, en conjunción con la actividad experimental, también juega un papel clave en el andamiaje de los estudiantes durante el desarrollo progresivo de la comprensión de un fenómeno material dentro de una comunidad de aprendizaje (Holliday et ál., 1994).

En segundo lugar, en las clases de ciencias los estudiantes se expresan cada vez menos de manera verbal; así, el lenguaje hablado es casi exclusividad de los profesores. Esto resulta ser una paradoja, si se toma en cuenta que las actividades de aprendizaje verbales son consideradas por los lingüistas un elemento que juega un papel crítico durante el aprendizaje de todas las disciplinas. De ahí que, la comunidad de educadores de ciencias concite a los enseñantes a diseñar actividades curriculares focalizadas en situaciones problemas cuya resolución implique la interacción de los estudiantes, tanto en pequeños grupos de discusión como con toda la clase; así, ellos tendrían la oportunidad de desarrollar el lenguaje hablado y la atención focalizada (Rivard & Straw, 2000).

En tercer lugar, si bien los profesores de ciencias les dan un alto valor a las actividades de aprendizaje que se focalizan en el desarrollo de competencias lectoras, estas son direccionadas más desde la intuición que desde la literatura basada en la investigación, hecho que se traduce en el desarrollo de un nivel de lectura literal y no inferencial (Department of Education and Science, 1975). Quizás, tal situación sea causada por dos factores: (a) los textos son frecuentemente difíciles para los estudiantes, y (b) la poca familiaridad que tienen los profesores con implementar métodos de enseñanza basados en el lenguaje, la cual no les permite crear los mejores escenarios donde los estudiantes puedan desarrollar una competencia lectora de comprensión inferencial, además de identificar la idea latente en el texto; es decir, leer entre líneas el mensaje implícito y juzgar ellos mismos el valor y la calidad del material (comprensión evaluativa) (Glynn & Muth, 1994).

En cuarto lugar, las actividades de aprendizaje centradas en la escritura que los profesores diseñan e implementan en las aulas de ciencias son de un

nivel cognitivo bajo. Es decir, los estudiantes invierten grandes cantidades de tiempo copiando sumisamente las notas desde el tablero al cuaderno y elaborando reportes de las actividades de laboratorio. De ahí que este tipo de actividad no les brinda la oportunidad a los estudiantes para desarrollar una comprensión personal y social del tema en consideración, ni de los sentimientos que genera el aprendizaje de este (Hodson, 2003).

En quinto lugar, existe un amplio acuerdo que el aprendizaje de los conceptos y principios de las ciencias está mediado por la articulación que establezca los estudiantes entre las múltiples representaciones externas con el fin de construir y comunicar la comprensión sobre las entidades que subyacen a un fenómeno natural (ej., audio, texto, imagen, animación, simulador, gráfica, tabla, entre otras). En ese sentido, se conceptualiza a estas como la materialización del proceso de integración y combinación sinérgica de los diversos modos semióticos, los cuales presentan una serie de elementos epistémicos alineados con el fenómeno bajo consideración (Kozma, Chin, Russell & Marx, 2000).

Finalmente, a lo largo de las últimas décadas, los investigadores en educación en ciencias han considerado que las competencias lingüísticas y las múltiples representaciones externas, juegan un papel crítico durante el aprendizaje de los conceptos y principios de estas disciplinas. De ahí que la comunidad educativa debería empezar a cambiar la concepción de estas como un mero instrumento de enseñanza hacia una que las considere un medio de aprendizaje y una herramienta de conocimiento. En efecto, este cambio de perspectiva lingüística implica un uso más efectivo de las actividades del habla, la escucha, la lectura, la escritura y las múltiples representaciones externas que han sido usualmente implementadas en la escuela, pero solo de manera intuitiva y mecánica (Hodson, 2003; Kozma, 2000a).

En este sentido, la estructura lógica de este libro consta de tres partes, el lenguaje como un elemento constitutivo tanto de las ciencias como de la educación en ciencias; la integración al aula de ciencias de la oralidad, la lectura y la escritura; y el uso de las múltiples representaciones externas en el aprendizaje de las ciencias. Así, la primera sección se encuentra constituida por los capítulos 1, 2 y 3, en los que se representa al lenguaje como un elemento constitutivo de las ciencias y la educación en ciencias. Además, en estos capítulos se aborda la importancia de la relación estrecha que existe entre el lenguaje y las comunidades de aprendizaje.

La segunda parte del libro, configurada por los capítulos 4, 5, 6, 7, y 8, aborda de manera explícita cómo los educadores pueden integrar al aula de ciencias de manera consciente e informada por la literatura las competencias lingüísticas de la oralidad, la lectura y la escritura. Así mismo, destaca la

importancia de estas tres habilidades como una estrategia de pensamiento y aprendizaje de las ciencias.

Finalmente, la última parte de este texto, estructurada por los capítulos 9, 10 y 11<sup>1</sup>, muestra que, si bien la integración de las artes del lenguaje de manera general es clave para el desarrollo de la comprensión de los fenómenos materiales, también se necesita que los estudiantes aprendan a integrar de forma sinérgica las múltiples representaciones externas pertenecientes al campo de las ciencias con el propósito deliberado de construir y comunicar la comprensión de las entidades y procesos que subyacen a un fenómeno natural particular.

---

<sup>1</sup> El autor para el desarrollo de las principales ideas sobre la integración del lenguaje y las múltiples representaciones externas como estrategias de pensamiento y aprendizaje, toma como muestra la enseñanza de la química, ya que esta es su área de desempeño. Sin embargo, dichos elementos teórico-prácticos pueden ser utilizados durante la enseñanza-aprendizaje de las otras disciplinas que configuran el área de ciencias.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Universidad del Valle, al grupo de investigación Ciencias, Acciones y Creencias, y a la Maestría en Educación con Énfasis en Ciencias Naturales, por el apoyo académico y logístico brindado para la realización de este libro. También quiero dedicar este trabajo a cuatro maravillosas mujeres, quienes son el mayor tesoro que Dios me ha podido dar: Mercedes Rodríguez, Ana Elena Uribe, Cristina Rengifo y «Candela». La última es la extensión de mi existencia. Además, deseo agradecer a mi gran amiga Nelly Ruiz, los valiosos aportes lingüísticos que ayudaron a dar coherencia y cohesión a las diferentes secciones de este libro.



## INTRODUCCIÓN

Antes de realizar una breve descripción de los principales elementos teóricos que estructuran este libro, se considera importante destacar que estos han emergido de la experiencia del autor como profesor en la escuela secundaria y terciaria. Así mismo, dicha experiencia ha estado informada por la literatura sobre la implementación del lenguaje como estrategia de pensamiento para el aprendizaje de las ciencias. Es decir, la macroestructura textual que configura cada uno de los capítulos se genera por la articulación que establece el autor, entre la práctica de la enseñanza y la teoría proveniente de la investigación en educación en ciencias, con el propósito de asistir a los estudiantes en la comprensión de un fenómeno natural.

Así pues, los miembros del campo de la educación en ciencias han estado interesados en indagar las diversas dificultades y limitaciones que presentan los estudiantes para aprender por comprensión los conceptos y principios que fundan las ciencias. De ahí que los diferentes estudios realizados por ellos han evidenciado los siguientes factores que restringen el aprendizaje de dichos conceptos: la naturaleza abstracta de los contenidos, el fuerte componente matemático, el lenguaje multinivel (macroscópico, submicroscópico y simbólico), entre otros. Al mismo tiempo, se ha generado la idea de que una forma de ayudar a superar estas restricciones es la de representar y formular los diferentes contenidos de las ciencias a partir de las actividades experimentales o científicas.

Por todo esto, se han diseñado a nivel global un conjunto de reformas curriculares en educación en ciencias, cuyo enfoque descansa en la indagación e investigación como estrategia de enseñanza y aprendizaje. Para ello,