



DESARROLLO DE REFLEXIONES EXPLÍCITAS SOBRE TENTATIVIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EL DESARROLLO DE LA HABILIDAD COGNITIVO LINGÜÍSTICA EXPLICAR.

Autores. Julieth Rocío Millán Valderrama 1. Luis-Alfonso Ayala-Villamil 2. Álvaro García-Martínez 3. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, jmillanv21@gmail.com 1. Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Doctorado Interinstitucional en Educación, laayalav@correo.udistrital.edu.co 2. Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Doctorado Interinstitucional en Educación, alvaro.garcia@udistrital.edu.co 3.

Tema. Eje temático 4.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. La alfabetización científica se relaciona las concepciones contemporáneas de Naturaleza de la Ciencia, dichas concepciones son tradicionales en los estudiantes, en especial en el aspecto de tentatividad del conocimiento científico (TdCC). Además, los procesos de enseñanza y de aprendizaje implican el desarrollo de habilidades cognitivo lingüísticas (HCL), las cuales se encuentran en niveles bajos de desarrollo en estudiantes de secundaria. En esta investigación se promueven reflexiones explícitas sobre TdCC a través de la HCL explicar en 34 estudiantes de sexto grado de un colegio público de Bogotá. La metodología es mixta. Como resultado se evidencian mejores explicaciones, concepciones TdCC contemporáneas y una relación entre describir y explicar.

Palabras claves. Naturaleza de la ciencia, tentatividad, estudiantes de secundaria, habilidad cognitivo lingüística, explicar.

Introducción

Las concepciones sobre naturaleza de la Ciencia (NdC) y las habilidades cognitivo lingüísticas (HCL) constituyen herramientas que posibilitan el proceso de enseñanza y de aprendizaje en ciencias y tecnología (García-Martínez y Pinilla, 2007). De esta forma, en los procesos de alfabetización científica es fundamental la comprensión sobre NdC en los estudiantes, ya que mejora el aprendizaje (Driver, 1995, como se citó en Hodson, 2014; Archila, 2013) y fomenta en los estudiantes la toma de decisiones basadas en la consideración de evidencias (Hodson, 2014). Por otro lado, las HCL repercuten en la enseñanza de las ciencias, porque: 1) posibilitan la estructuración del conocimiento y permiten el aprendizaje significativo, 2) están en la base de procedimientos desarrollados durante el aprendizaje, 3) son transversales, es decir que se usan en distintas áreas del conocimiento y 4) se relacionan de forma estrecha con las producciones escritas. De forma habitual, las concepciones en los estudiantes sobre NdC son tradicionales (Lederman et al. 2002), así mismo, los niveles de desarrollo de las HCL son bajos en esta misma población (Jorba, 2000). Es necesario contar con elementos que permitan el desarrollo y aprendizaje en tecnología y ciencias en la enseñanza de ciencia escolar (García-Martínez y Pinilla, 2007). Por lo anterior, esta investigación busca promover en los estudiantes reflexiones explícitas sobre TdCC que permitan mejorar las concepciones, mediante la HCL explicar.

Referente teórico

Naturaleza de la ciencia (NdC)

Autores como McComas (citado en Ayala-Villamil, 2020) indican que la NdC es un campo que recoge y combina aspectos referentes al estudio social de la ciencia e incluye aspectos sociológicos, históricos y filosóficos de la ciencia e incorpora aspectos de la psicología; desde allí se describe qué es y cómo funciona la ciencia, cómo trabajan los científicos y la relación de la ciencia relación con la sociedad. Este constructo es un conjunto de contenidos metacientíficos importantes en la educación científica de calidad. Muchas investigaciones se han desarrollado en torno al diagnóstico, la evaluación y la modificación de las concepciones sobre la ciencia y lo científico de distintas poblaciones, así la NdC agrupa herramientas en la formación de las personas las cuales que permiten pensar críticamente sobre la ciencia, a su vez es un centro importante en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias (Adúriz-Bravo y Ariza, 2012). Uno de los aspectos abordados en la NdC es la TdCC, dicha aspecto se considera parte del constructo NdC en las propuestas de Lederman y Abd-El-Khalick (1998) los cuales reconocen que el conocimiento científico nunca es absoluto ni cierto es tentativo y se encuentra sujeto a cambios además de ser menciona también que el conocimiento científico es auto corregible y duradero. Los factores que hacen que el conocimiento científico tenga esta característica de tentatividad son a) el avance en el pensamiento y la tecnología b) la generación de nuevas pruebas (Lederman et al. 2002), c) reinterpretación de pruebas a la luz de nuevas teorías (Hodson, 2014).

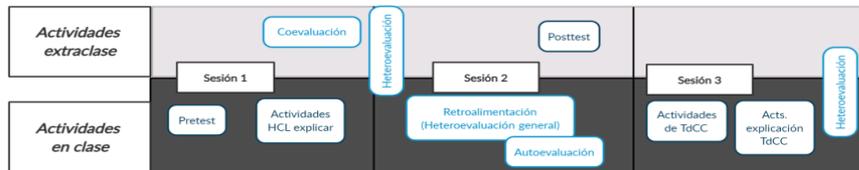
Habilidades cognitivo lingüísticas (HCL)

El proceso de enseñanza y de aprendizaje es comunicativo, por ello los estudiantes deben desarrollar habilidades presentes en la base de los procesos cognitivos (Jorba, 2000). Las HCL se relacionan de forma estrecha con las tipologías textuales. La HCL explicar hace referencia a la presentación de argumentos y razonamientos entre los cuales se establecen relaciones explícitas de tipo causal que permiten darle sentido a hechos, cuestiones o acontecimientos y que además modifiquen un estado de conocimiento a través de la comprensión de un fenómeno (Jorba, 2020). Explicar comporta la producción de razones o argumentos que enumeren propiedades, características o cualidades y el establecimiento de relaciones de tipo causal entre dichas razones y argumentos. Para la evaluación de la HCL explicar, Jorba (2000) propone unos criterios de resultados que indican determinadas condiciones de un texto. Para operacionalizar la HCL explicar se adoptan los fundamentos teóricos de Jorba (2000), complementados con los aportes de Ospina (2008), y Londoño (2016). Se construyen cinco categorías sus subcategorías. 1) Pertinencia: Coherencia (C), Claridad (CL), Registro de lengua (RL). 2) Compleción Número de argumentos (NA), Presencia de argumentos causales (PAC), Material gráfico (MG). 3) Precisión: Vocablos adecuados (VA), 4) volumen de conocimientos: Volumen de conocimientos (VC). 5) Organización del texto: Encadenamiento de hechos (EH), Relevancia de conectores temporales y causales (CTC), Título, subtítulos y gráficas (TSG).

Metodología

La metodología es de carácter mixto, la población en la cual se desarrolla la investigación son 34 estudiantes (en adelante llamados participantes) de grado sexto de un colegio de Bogotá. Se encuentra dividida en cuatro etapas: 1) identificación de criterios de evaluación para la HCL explicar, 2) adaptación de una UD sobre TdCC de Ayala-Villamil (2019) en la cual se incluyen de actividades para el desarrollo de la HCL explicar, 3) validación por juicio de expertos de la UD adaptada por parte de tres expertos en didáctica de las ciencias y 4) aplicación de la UD por medio de las TIC (gráfico 1).

Gráfico 1. Fase cuatro, aplicación de la UD. Se presentan 5 sesiones con actividades en clase y actividades extraclase.



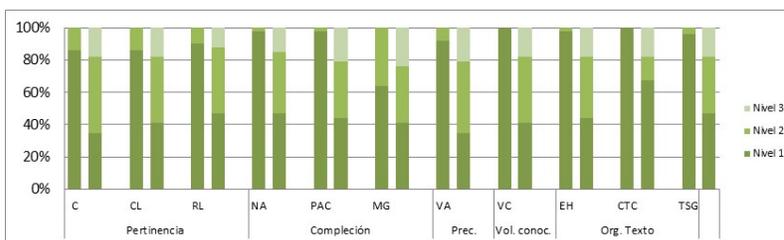
Fuente. Elaboración propia.

En la primera sesión, se realiza un pretest para conocer el nivel de desarrollo de la HCL explicar en los participantes. Consiste en el desarrollo de actividades que se evalúan (coevaluación, heteroevaluación y autoevaluación) a través de una rúbrica, la cual considera 5 categorías, 10 subcategorías y 3 niveles de desarrollo (Millán y Ayala-Villamil, 2020). Posteriormente se realizan las actividades para desarrollar la HCL explicar. Como actividad extraclase se plantea una coevaluación y posteriormente una heteroevaluación liderada por uno de los autores. La segunda sesión inicia con la retroalimentación de las actividades desarrolladas en la sesión anterior y una autoevaluación estudiantil. La sesión culmina con un posttest. En la tercera sesión se desarrollan las actividades de la UD relacionadas de la UD con la TdCC y la HCL explicar. Posteriormente se realiza la heteroevaluación de dichas actividades.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan resultados del grupo frente a la HCL explicar (gráfico 2). Posteriormente, se presentan unidades de análisis para las explicaciones relacionadas con TdCC (Tabla 2).

Gráfico 2. Resultados en el pretest y posttest para HCL explicar en las categorías y sus subcategorías.



Fuente. Elaboración propia.

En la UD aplicada son abordados en detalle cada uno de los pasos para la realización de explicaciones, también Archila (2013) proporciona a sus estudiantes herramientas que permiten el conocimiento y la caracterización de la HCL explicar, las instrucciones explícitas permiten claridad y precisión en la elaboración de explicaciones (Figuroa et al. 2019). El nivel de desarrollo para cada una de las subcategorías (gráfica 2) en el pretest mayoritariamente estuvo en nivel 1, de forma general los estudiantes presentan escritos descriptivos. Después de la intervención, se observa un incremento en el nivel 3. Figuroa et al. (2019) reporta en su investigación que la mayoría de estudiantes estaban en nivel básico de HCL explicar, niveles en los cuales los estudiantes logran momentos cortos de explicación, hay un reducido desarrollo de ideas, poca organización del texto y predomina la descripción. La aplicación de pretest y posttest para la determinación de los niveles de desarrollo de la

HCL explicar, también se reporta en la investigación de Archila (2013), ambas investigaciones indican mejoría después de la intervención. La variación en los niveles de desarrollo de cada subcategoría de la HCL explicar, corresponde según Archila (2013) a factores como intereses, motivación, necesidades de aprendizaje de los estudiantes, y al desarrollo primario (familiar) y secundario (escolar) de la HCL explicar.

La subcategoría EH permite constatar el fenómeno a explicar mediante causas, consecuencias y porqués relacionados. A lo anterior, Figueroa et al. (2019) lo denomina constatación del fenómeno. Las subcategorías RL, VA y C buscan la construcción de ideas concretas por medio del uso de buena ortografía, relacionar ideas, uso de conectores, de vocablos adecuados e inteligibilidad del texto, estas subcategorías están estrechamente relacionadas con lo propuesto por Figueroa et al. (2019), denominado elaboración de ideas. Las subcategorías MG y TSG proporcionan organización al texto y mejoran la explicación, lo cual se relaciona con lo propuesto por Figueroa et al. (2019) a lo cual denomina organización. La categoría CL está relacionada con lo propuesto por Ospina (2008), es decir, con la evaluación en aspectos como redacción adecuada y presentación de proposiciones coherentes en un texto inteligible. En las subcategorías PAC y EH se busca la presencia de causas, consecuencias y por qué relacionados, Archila (2013) también hace uso de estándares de calificación similares como la presentación de relaciones entre causas y consecuencias, hechos e ideas. Ospina (2008) y Londoño (2016) indican que las preposiciones deben responder a por qué y a su vez relacionarse con el objeto de explicación. La subcategoría MG sugiere la inclusión de material gráfico (tablas o imágenes) lo cual complementa la explicación y se relaciona con el criterio completación, abordado por Jorba (2000). La subcategoría VA indica el uso de palabras adecuadas de acuerdo al tema abordado, Ospina (2008) también aborda este aspecto, sugiere que los términos usados se relacionen en sentido y significado con el objeto de la explicación.

Sobre el desarrollo y aplicación de instrumentos que orientan, favorecen y desarrollan la HCL explicar se observa en investigaciones como las de Archila (2013); por ejemplo, el diseño de actividades para la HCL explicar relacionadas con distintas áreas conceptuales y uso de UD. La UD aplicada por nosotros aborda aspectos relacionados con los microorganismos y con una perspectiva histórica del conocimiento científico. La participación activa del docente en la aplicación de la UD representa una orientación importante porque favorece el desarrollo de las HCL propiciando reflexiones en los estudiantes frente a las habilidades del pensamiento y la construcción del aprendizaje (Archila, 2013).

En las actividades de la UD los estudiantes usan otras HCL para construir una explicación. Los participantes hacen uso de la HCL describir, la cual se encuentra estrechamente relacionada con la HCL explicar, mediante la descripción de eventos, prácticas, hechos y fenómenos y la posterior generación de relaciones entre estos elementos. Jorba (2000) indica que la descripción se define como la producción de proposiciones o enunciados que señalen características y cualidades de un objeto o fenómeno, si se incluyen relaciones causales que realizan una modificación en el estado del conocimiento, se habla de una explicación asimismo, autores como Albertí, Méndez, Fonte y Guillemí (2014), señalan que la HCL describir “es la base de la explicación ya que es imposible explicar sin describir” (p.33).



Tabla 2. Unidades de análisis de reflexiones sobre aspectos de TdCC a través de la HCL explicar.

TdCC	Unidades de análisis
Avance de la tecnología y en el conocimiento científico	<p>P33: "El lavado de manos elimina gérmenes y bacterias e puede inactivar virus. En esos tiempos no sabían eso y tenían contacto con cadáveres o enfermos que tenían infecciones las cuales eran contaminadas por gérmenes y bacterias, para después ir a los partos infectando a las mujeres y bebés. Cuando se propuso el lavado de manos, la tasa de mortalidad bajo por esta práctica que resultó ser efectiva y se usa hasta la actualidad".</p> <p>P36: "Los trajes médicos cambiaron por la bioseguridad de los pacientes y la investigación (...)".</p> <p>P20: "Los trajes para realizar intervenciones quirúrgicas han cambiado con el tiempo para brindar más bioseguridad a los pacientes y para no contagiarse de alguna bacteria o microorganismos "P33: "porque la tecnología ha avanzado".</p>

Fuente. Elaboración propia

Se observa una mejoría en las concepciones de los participantes frente a aspectos que se relacionan con TdCC. En las intervenciones de los participantes, se evidencia reiterativamente elementos relacionados con el mejoramiento de prácticas médicas, el cambio de los trajes médicos, el hallazgo de microorganismos y el uso del microscopio, les permitieron explicar el cambio del conocimiento científico a través del tiempo, lo cual propicia reflexiones acerca de la tecnología y del conocimiento científico (Acevedo-Díaz et al., 2007). Igualmente, la evidencia es reinterpretada a la luz de los nuevos avances teóricos (Lederman et al., 2002). Además, la enseñanza de la NdC requiere avanzar desde las creencias más simples a las más complejas, lo anterior se observa en la capacidad de los estudiantes en ejemplificar el cambio del conocimiento científico usando los elementos brindados desde la UD.

Por medio de las operaciones que comporta la HCL explicar, como la producción de razones o argumentos que enumeran cualidades, propiedades y características; y el establecimiento de relaciones causales entre estos elementos (causas, consecuencias y porqués) (Jorba, 2000), los participantes elaboran sus explicaciones. Lo anterior favorece la reflexión explícita sobre TdCC, por medio de la presentación de elementos que se relacionan con la descripción de hechos y prácticas (lavado de manos, descubrimiento e incidencia de microorganismos en la vida humana), generación de relaciones causales entre estos (cambio de trajes médicos a través del tiempo, invención del microscopio), uso de conectores causales y temporales, presentación de causas y consecuencias y aspectos que responden de forma constante a un por qué.

Conclusiones

En general la HCL explicar mejora en los participantes. En las categorías y subcategorías de dicha habilidad se presentaron niveles de desarrollo bajos o nulos, tras la aplicación de la UD se presentan mejores explicaciones que incluyen más elementos y herramientas proporcionadas desde actividades. Se observa la utilización de otras HCL en la elaboración de explicaciones, por ejemplo, la HCL describir, por lo anterior se hace clara evidencia de la relación existente entre dichas habilidades, es necesario saber describir para poder explicar. La posibilidad de describir y posteriormente explicar hechos, prácticas y fenómenos, les permite a los participantes la reflexión explícita de aspectos relacionados con la TdCC. Por lo anterior, se observa en los escritos de los estudiantes aspectos sobre el cambio en la vestimenta médica, el descubrimiento de los microorganismos, el avance técnico y tecnológico relacionado con herramientas como el microscopio y los implementos de bioseguridad, que permiten reflexiones explícitas sobre la TdCC a partir de la UD propuesta. Igualmente, es importante

abordar dichas reflexiones desde los factores que propician la TdCC, como el desarrollo de nuevos modelos y avance de la tecnología, la generación de nuevas evidencias y la reinterpretación de estas a la luz de modelos más afinados. Finalmente, el desarrollo de esta investigación se da en contexto de pandemia, que implica un cambio en la metodología de clases y es un reto para el profesorado en formación, porque se hace evidente la necesidad de adaptar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje para ser abordadas desde una educación remota.

Referencias bibliográficas

- Acevedo-Díaz, José. Vázquez-Alonso, Ángel. Manassero, M. Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia aspectos epistemológicos. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 202–225.
- Adúriz-Bravo, A., y Ariza, Y. (2012). Importancia de la filosofía y de la historia de la ciencia en la enseñanza y en el aprendizaje de las ciencias. En G. Monroy, Z. León-Sánchez, R. Alvarez (Ed.), *Enseñanza de la ciencia*. México.
- Alberti, L. Méndez, M. Fonte, T. y Guillemí, N. (2014). *Estrategia pedagógica para el desarrollo de la habilidad "describir" en la disciplina morfofisiología*. 2do Congreso Virtual de Ciencias Morfológicas. 2da Jornada Científica Virtual de la Cátedra Santiago Ramón y Cajal., 1–13.
- Archila, P. A. (2013). La Argumentación y sus aportes a la enseñanza bilingüe de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(3), 406–423.
- Ayala-Villamil, L-A. (2019). Unidad didáctica para la enseñanza explícita de un aspecto de la Naturaleza de la Ciencia. *Latin American Journal of Science Education*, 6(1), 12002. https://lajse.org/may19/2019_12002.pdf
- Ayala-Villamil, L-A. (2020). Conceptualización De Naturaleza De La Ciencia: El Desarrollo De Dos Enfoques. *Noria Investigación Educativa*, 105–128.
- Figuroa, J., Meneses, A., y Chandía, E. (2019). Performance in the quality of explanations and arguments in 8th Chilean graders. *Revista Signos*, 52(99), 31–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-09342019000100031>
- García-Martínez, Á., y Pinilla, J. (2007). *Cuadernos de Currículo Colegios Públicos de excelencia para Bogotá Orientaciones curriculares*. (H. Figueredo, Ed.). Bogotá, Colombia.
- Hodson, D. (2014). Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. En M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 911–970). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8>
- Jorba, J. (2000). La comunicación y las habilidades cognitivolingüísticas. En I. Jorba, J. Gomez y Á. Prat (Eds.), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. (pp. 29–51). Madrid, España: Síntesis S.A.
- Lederman, N., y Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-Natured Science: activities that promote understanding of the nature of science. En W. McComas (Ed.), *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies* (pp. 83–126). Kluwer Academic Publishers.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

-
- Lederman, N., Abd-El-Khalick, F., Bell, R., y Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497–521. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>
- Londoño, S. (2016). *Habilidades cognitivo lingüísticas de pensamiento social en estudiantes de la escuela Pedro Emilio Gil a través de la enseñanza y aprendizaje del derecho de opinión*. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/7164/37283L847.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Millán, J. y Ayala-Villamil. L-A. (2020). *Diseño y validación de rúbricas para evaluar habilidades cognitivo lingüísticas*. Memorias de las Sextas Jornadas de Investigación Educativa y Quintas Jornadas de Práctica de la Enseñanza del Profesorado en Ciencias Biológicas de la FCEFyN de la UNC. Universidad Nacional de Córdoba.
- Ospina, N. (2008). Hacia la construcción de explicaciones y argumentos que fundamenten fenómenos termodinámicos: Una experiencia con profesores de ciencias en formación. *Revista Teckne*, 4, 36–40.