

Ilustración: Marco Giovanni Salazar García

IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN OBJETO DE APRENDIZAJE: EL CASO DE LAS RELACIONES ENTRE LOS FACTORES ABIÓTICOS Y LOS SERES VIVOS

Implementation and Assessment of a Learning Object: The Case of the Relationships between Abiotic Factors and Living Beings

Implementação e avaliação de um objetivo de aprendizagem: o caso das relações entre os fatores abióticos e os seres vivos

Boris Fernando Candela Rodriguez [1]
Paula Andrea Reyes García[2]

Fecha de recepción: 16 de noviembre de 2016
Fecha de aceptación: 5 de agosto de 2017

Resumen

Este artículo de investigación representa de manera resumida los principales aspectos de la implementación y evaluación de un objeto de aprendizaje (OA) de ciencias, en estudiantes de segundo grado de primaria en la zona rural del municipio de Tuluá, Valle del Cauca, con el fin de establecer la eficacia de este material de enseñanza. Para ello, se utilizó una metodología de enfoque mixto, direccionada por el modelo de evaluación tripartito de Alzaghibi, es decir, este estudio comparó las intenciones de diseño que fundamentan el OA (características claves de diseño, CCD), las acciones del profesor y los estudiantes, y las metas de aprendizaje logradas. Los datos se recogieron a través de fuentes documentales, como: pretest y postest, observación participante, videos, relatos narrativos y reflexión de la profesora. El análisis de datos cuantitativos se realizó por medio del *índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake*, y la información de carácter cualitativo fue interpretada con el método de análisis comparativo. Este proceso estableció relaciones de significado entre los tres elementos de la implementación y evaluación antes mencionados, las cuales fueron retratadas a través de una teoría-práctica cuya macroestrutura textual estuvo configurada por la toma de decisiones curriculares e instruccionales propuestas en el OA (CCD), las acciones del profesor y los estudiantes durante la implementación, y los aprendizajes logrados. Se concluyó que la eficacia de este OA no solo depende de la estructura teórica y metodológica que lo funda, sino también de otros aspectos como el sistema de conocimiento, creencias y valores de la profesora, el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje, y los recursos tecnológicos con los que cuente la escuela.

Palabras clave: objeto de aprendizaje; implementación y evaluación; factores abióticos y seres vivos; características claves de diseño (CCD).

1 Profesor de la Universidad del Valle. bofeca65@gmail.com
2 Profesora de la Institución Educativa San Juan de Barragán. paulanrega@hotmail.com

Abstract

This research paper summarizes the main aspects of the implementation and evaluation of a learning object (LO) of science in second-grade students from the rural area of the municipality of Tuluá, Valle del Cauca, looking to determine the efficiency of this teaching material. To that end, a mixed-approach methodology guided by Alzaghibi's tripartite model of evaluation was used; in other words, this study compared the underlying design intentions of the (LO (key characteristics of design, KCD), the actions of the teacher and the students, and the learning goals achieved. The data was collected through documentary sources such as: pretest and posttest, participant observation, videos, as well as the teacher's accounts and reflections. The analysis of quantitative data was done by means of Hake's *standardized learning gains index*, and the qualitative information was interpreted using the comparative analysis method. This process established relationships of meaning between the three elements of the aforementioned implementation and assessment, which were portrayed through a theory-practice whose textual macro-structure was configured by the curricular and instructional decisions made in the (LO (KCD), the actions of the teacher and the students during the implementation, and the lessons learned. The conclusion was that the efficiency of this (LO does not only depend on its underlying theoretical and methodological structure, but also on other aspects such as the knowledge system, beliefs and values of the teacher, the commitment of the students to their own learning, and the technological resources of the school.

Keywords: subject-matter of learning; implementation and assessment; abiotic factors and living beings; key characteristics of design (KCD)

Resumo

Este artigo de pesquisa apresenta, de forma resumida, os principais aspectos da implementação e avaliação de um objetivo de aprendizagem (OA) de ciências, em estudantes de segundo ano de Ensino Básico na zona rural do município de Tuluá, Valle del Cauca, com o propósito de estabelecer a eficácia deste material de ensino. Para isso, utilizou-se uma metodologia de abordagem mista, direcionada pelo modelo de avaliação tripartida de Alzaghini, ou seja, este estudo comparou as intenções de design que fundamentam o OA (características chave de design, CCD), as ações do professor e os estudantes, assim como as conquistas de aprendizagem conseguidas. Os dados foram coletados através de fontes documentais como: pré-testes e pós-testes, observação participante, vídeos, relatos narrativos e reflexão da professora. A análise de dados quantitativos realizou-se por meio do *índice normalizado de ganho de aprendizagem de Hake* e a informação de caráter qualitativo foi interpretada com o método de análise comparativa. Este processo estabeleceu relações de significado entre os três elementos da implementação e avaliação previamente mencionados, que foram retratadas através de uma teoria-prática cuia macroestrutura textual esteve configurada pela toma de decisões curriculares em instrucionais propostas no OA (CCD), as ações de professor e os estudantes durante a implementação, e as aprendizagens conseguidas. Concluímos que a eficácia deste OA não só depende da estrutura teórica e metodológica que o fundamente, mas também de outros aspectos como o sistema de conhecimentos, crenças e valores da professora, o compromisso dos estudantes com sua aprendizagem e os recursos tecnológicos da escola.

Palavras-chave: objeto de aprendizagem; implementação e avaliação; fatores abióticos e seres vivos; características chave de design (CCD)

Introducción

Desde la década de 1980, los investigadores en educación en ciencias aumentaron el interés por indagar los problemas acerca de la enseñanza y aprendizaje de los contenidos curriculares de estas disciplinas. La anterior situación ha producido un marco conceptual y teórico el cual tiene el propósito de apoyar el diseño, implementación y evaluación de ambientes de aprendizaje (Candela, 2016). Adicionalmente, esta clase de conocimientos también ha iluminado las diversas reformas en educación en ciencias que se han llevado a cabo tanto a nivel nacional como internacional en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Nuthall, 1997).

Conviene subrayar que, a pesar de la riqueza conceptual y metodológica de los marcos que fundamentan la literatura basada en la investigación en educación en ciencias, estos no están impactando la manera como se enseña y aprenden los tópicos del currículum de dicha disciplina. En efecto, los actuales estudiantes de la escuela primaria y secundaria continúan teniendo las mismas concepciones alternativas que presentaron otros aprendices en épocas pasadas (Cataño, 2016; Candela, 2016). Por ejemplo, Eilam (2002) encontró que los estudiantes poco toman en cuenta los factores abióticos, y menos los relacionan con los seres vivos.

Ahora bien, los educadores de profesores a través de sus investigaciones han comenzado a ver que uno de los factores causantes de la anterior situación, es la falta de coherencia intra- e intercurricular que presentan los materiales instruccionales (por ejemplo, textos escolares, guías, unidades didácticas, entre otros) (Shwartz et al., 2008). De hecho, en estos no se ven claramente las relaciones estrechas que deben de haber entre los elementos de la enseñanza de un tópico específico, como: tópicos disciplinares, metas de aprendizaje, estrategias instruccionales, actividades de aprendizaje, estrategias de evaluación, contextos relevantes para el aprendizaje de las ideas fundamentales y prácticas científicas. Habría que decir que el elemento de la coherencia curricular se ha convertido en un factor fuertemente predictivo del éxito o fracaso de los estudiantes en las pruebas estandarizadas PISA y TIMMS, donde se monitorea el nivel de comprensión de los diferentes tópicos de las ciencias (Shwartz et al., 2008; Cataño, 2016; Agudelo, 2015).

Por todo esto, en los últimos años los miembros del campo de la educación en ciencias en los ámbitos internacional y nacional, han visto la necesidad de construir nuevos marcos teóricos y metodológicos que influyan en la enseñanza y aprendizaje de esta disciplina. Para ello, se han focalizado en producir un conjunto de teorías de diseño instruccional que en conjunción con las teorías del aprendizaje, la pedagogía general y la literatura en educación en ciencias, informen la toma de decisiones curriculares e instruccionales. Dicha estrategia de diseño, le permite al diseñador articular de manera coherente los diversos elementos de la enseñanza, con el fin de alcanzar la anhelada coherencia curricular (Wiley, 2000; Reigeilut, 1999; Treviño, 2011).

En este sentido, las teorías del diseño instruccional prescriben una serie de métodos de enseñanza de un tópico específico con el propósito de andamiar el aprendizaje por comprensión conceptual (Reigelut, 1999; Treviño, 2011). Estas están conformadas por dos componentes: a) los métodos instruccionales que facilitan el aprendizaje y b) las indicaciones de cuando usar o no dichos métodos (situaciones); adicionalmente, tienen dos aspectos principales: las condiciones de la instrucción y los resultados deseados con dicha instrucción.

Por otro lado, en la actual sociedad de la información y de la economía del conocimiento, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) están desempeñando un papel crítico a lo largo de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. De hecho, estas tecnologías digitales ayudan al profesor a representar e ilustrar muchos de los temas de las ciencias que son abstractos con el fin de asistir a los estudiantes en el aprendizaje conceptual de un tópico específico (Afanador, 2010).

Ahora bien, los investigadores de los estudios de diseño también han comenzado apoyarse en las TIC, con el fin de diseñar y desarrollar materiales instruccionales los cuales están informados por las teorías del aprendizaje, la pedagogía general, las teorías del diseño y la literatura en educación en ciencias. Por ejemplo, a nivel nacional e internacional son claves en la educación los denominados objetos de aprendizaje (LTSC, 2000), como uno de los aspectos que ayudan a los estudiantes a desarrollar la comprensión de un fenómeno natural (Wiley, 2000; Treviño, 2011).

En este sentido, en el contexto colombiano, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) diseñó y desarrolló un conjunto objetos de aprendizaje (OA)[3], los cuales fueron

3 El Ministerio de Educación Nacional (MEN) conceptualiza a los OA como el conjunto de recursos digitales, autocontenibles y reutilizables, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, se indica que un OA debe poseer una "estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación".

informados por las teorías del diseño instruccional y del aprendizaje, junto con la literatura específica de cada una de las áreas. Por ejemplo, el proyecto de investigación Centros de Innovación Educativa Regional (CIER) diseñó el objeto de aprendizaje *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos*[4], con el propósito de ayudarles a los estudiantes de grado segundo a superar las dificultades y concepciones con las que llegan al aula de ciencias.

Así pues, este OA quizás les ofrezca la posibilidad a los estudiantes de segundo grado de primaria, de superar las dificultades que tienen para reconocer las relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos. Desde luego, este material tiene como una de sus metas que ellos reconozcan las características inherentes a estos dos aspectos del mundo natural, y de esta manera evitar que asignen propiedades que no están en coherencia con la naturaleza del ente en cuestión (White, 2000). Adicionalmente, otra meta de dicho material es asistir a los estudiantes de este nivel en la toma conciencia acerca de la existencia de los componentes abióticos, y cómo estos se relacionan de forma sistémica con los factores bióticos, con lo cual se logra razonar sobre los controles y equilibrio en los sistemas naturales (Leach, Driver, Scott y Wood-Robinson, 1996; Griffiths y Grant, 1985).

Si bien los estudios de diseño gozan de excelentes expectativas, como una heurística para ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades/limitaciones del tópico en cuestión, estos han comenzado a ser criticados por la falta de implementación y evaluación (Alzaghibi, 2010). Por esto, la línea de investigación de los estudios de diseño (por ejemplo, OA) aumentó el interés por implementar y evaluar los diferentes materiales instruccionales que se han venido diseñado en la última década.

En este sentido, la implementación y evaluación de este OA –*relación de los factores abióticos y los seres vivos*– son consideradas fases críticas en el rediseño de este material, ya que permiten validar las teorías-prácticas que lo sustentan. De ahí que resulte importante identificar el conjunto de elementos de la enseñanza que fundamentan este material instruccional, y cómo estos interaccionan a lo largo de la implementación, con el propósito de evaluar de manera formativa la efectividad de cada una de las intenciones de diseño que estructuran el OA en cuestión (Alzaghibi, 2010).

Asimismo, la implementación del conjunto de actividades que configuran dicho OA quizás les permitirá a los estudiantes de grado segundo alcanzar de manera progresiva una comprensión de la relación entre los factores abióticos y los seres vivos. Para ello, el profesor que implementa este OA deberá tomar como referencia las intenciones de diseño documentadas en el material del profesor, el contexto de implementación y su sistema de conocimientos y creencias, con el fin de tomar la decisión de cuáles actividades poner en escena y cómo llevar a cabo la gestión de estas en el aula de ciencias.

Adicionalmente, la fase de evaluación formativa en este estudio se lleva a cabo por medio de un modelo de eficacia de naturaleza tripartita (Millar, 2009). Así, este toma en cuenta de manera sinérgica los siguientes tres elementos: a) características claves de diseño (CCD)[5]; b) acciones del profesor y los estudiantes durante la implementación, y c) el aprendizaje logrado por los estudiantes. Dicha tarea de investigación se realiza a través de un trabajo colaborativo entre los investigadores de este estudio y el profesor que pone en escena la serie de actividades de aprendizaje provenientes de este OA. En definitiva, estas fases brindan la posibilidad de evidenciar las fortalezas y debilidades de la hipótesis de diseño, con el propósito de suministrar elementos que podrían ser utilizados por los diseñadores para rediseñar dicho material instruccional.

Finalmente, este estudio tiene como propósito determinar la eficacia del OA *relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos*, en términos de las intenciones de diseño, las acciones y los resultados de aprendizaje esperados.

Tomando en cuenta los anteriores presupuestos se propone darle solución al siguiente interrogante: ¿Qué eficacia tiene la implementación del OA, *relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos*, en la comprensión de este tópico en los estudiantes de segundo de primaria?

Metodología

A partir de la revisión y el análisis críticos de los documentos que recogen la línea de investigación sobre los

4 Este OA se encuentra en el repositorio de la página de Colombia Aprende: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_2/S/menu_S_G02_U03_L01/index.html

5 Las intenciones de diseño del OA *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos* se encuentran representadas en el material del profesor y en la interfaz que lo configuran. Es decir, los contenidos representados en estos dos elementos permiten ver las CCD que fueron formuladas por el diseñador para informar la construcción, selección y secuenciación de las actividades de aprendizaje, junto con la prescripción sobre cómo poner estas en escena en el aula de ciencias. Las CCD orientarán posteriormente la evaluación de las actividades de aprendizaje que estructuran el OA y las teorías-prácticas que las sustentan.

estudios de diseño de tópicos específicos, se decidió utilizar una metodología de investigación de perspectiva cuantitativa-cualitativa por estudio de casos descriptivo y explicativo (Yin, 2003). El primero tiene como interés desarrollar una descripción de un fenómeno dentro de un contexto real; en tanto, el segundo intenta establecer relaciones de causa y efecto. Desde luego, dicha perspectiva permitió indagar fenómenos que buscan dar respuesta a interrogantes como: ¿Qué métodos funcionan bien?; ¿por qué los métodos de enseñanza funcionan bien o mal?; ¿qué actividades de aprendizaje asisten de manera eficiente al estudiante en el aprendizaje conceptual de un tópico?; ¿qué mejoras pueden ser hechas a las teorías que fundamentan las actividades de aprendizaje? En este sentido, resultó apropiado emplear esta clase de metodología con el propósito de llegar a comprender a profundidad la unicidad y la complejidad de los elementos teóricos y metodológicos del OA dentro de un tiempo y espacio particular (Yin, 2003).

El diseño metodológico de este estudio estuvo configurado por las fases de implementación y evaluación, las cuales están en coherencia con los casos descriptivo y explicativo de Yin (2003). Estas direccionaron el conjunto de acciones de indagación con el fin de dar respuesta al interrogante de investigación. Así pues, la fase de implementación se caracterizó por la puesta en escena por parte de la profesora del conjunto de actividades de aprendizaje que estructuran el OA *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos*. Tal vez, dichas acciones asistieron a los estudiantes de segundo de primaria durante el aprendizaje de este tópico. Así mismo, a lo largo de esta fase se recogieron los datos que se encuentran alineados con las acciones del profesor y los estudiantes, junto con las evidencias del aprendizaje alcanzado por los segundos, con el propósito de realizar una comparación entre lo propuesto, lo implementado y lo logrado en términos de aprendizaje.

Ahora bien, la fase de implementación se llevó a cabo entre las últimas semanas de octubre y la primera semana de noviembre de 2016, dividida en cinco sesiones con una duración de 60 minutos cada una. Adicionalmente, los estudiantes fueron enfrentados a un pretest y un postest, con el fin de identificar tanto el estado inicial como el final, y así determinar la ganancia de aprendizaje del tópico bajo consideración.

La fase de evaluación es considerada el corazón del proceso del diseño de los OA, dado que a través de esta el diseñador puede evaluar en un contexto real de clase la funcionalidad de las CCD y del OA. Naturalmente, los resultados provenientes de esta fase pueden ser utilizados a lo largo del rediseño del OA. Así pues, con el fin de obtener información que apoyen la evaluación del OA a lo largo de la implementación, se recogieron los datos que se encuentran alineados con las acciones del profesor y los estudiantes, junto con las evidencias del aprendizaje alcanzado por los segundos, con el propósito de comparar esta información con las intenciones de diseño representadas en CCD que sustentan el OA (tabla 1). Para ello, se utilizaron fuentes documentales como CCD (tabla 1), pretest y postest, observación participante, relatos narrativos de eventos críticos de los videos, diario reflexivo del profesor y trabajos de los estudiantes.

Vale la pena destacar que dado el papel crítico que desempeñan las CCD durante la fase de evaluación, resulta importante conceptualizarlas como consecuencia a que estas son uno de los tres puntos de referencia para evaluar el OA, *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos*. De ahí que en este estudio se consideraron como el conjunto de teorías-prácticas que emergen desde los marcos educativos de naturaleza general y específica que se encuentran estrechamente vinculados a los procesos de enseñanza y aprendizaje del contenido representado en el OA (Candela 2016; Alzaghibi, 2010). Es decir, el diseñador, a lo largo de su proceso, recurre al conocimiento que posee en marcos como (o en su defecto indaga sobre): teorías del aprendizaje, teorías curriculares, teorías de la enseñanza, conocimientos sobre la integración de las tecnologías digitales, lineamientos curriculares, estándares básicos de ciencias naturales y literatura en educación en ciencias que se encuentran alineados con la enseñanza y aprendizaje del contenido a representar. Dicho análisis se da para documentar la toma de decisiones curriculares e instruccionales, las cuales informan la materialización del OA.

Tabla 1. Características claves de diseño (CCD)

CCD1: Introducción y conocimientos previos
En esta actividad los estudiantes explicitan sus ideas sobre las relaciones de los seres vivos y los factores abióticos. En este sentido, para conocer lo que ellos saben al respecto se proyecta una imagen en la que aparece un perro bebiendo agua, una planta recibiendo la luz del sol y una lombriz de tierra explorando su hábitat. Dicha representación planta reconocer las tres situaciones en las que interactúa un ser vivo con un factor abiótico.
CCD2: Características de los seres vivos
Esta actividad de aprendizaje es representada por medio de la reproducción de una animación, que se configura a través de una serie de pistas relacionadas con las características de los seres vivos (tienen un ciclo de vida, se alimentan, se reproducen, responden a estímulos, se relacionan con otros seres vivos y con el medio, se adaptan). En estas se describe cada característica de los seres vivos con el propósito de que los estudiantes lleguen a deducir cuál es la que corresponde a determinados ítems. Cabe añadir que la intención de esta actividad es que los estudiantes lleguen a exteriorizar las ideas con ayuda de los ejemplos otorgados en la actividad y la orientación del profesor, para ello se debe evitar mencionar de manera explícita el nombre de las características de los seres vivos. Al finalizar la animación, el profesor hace comentarios con los estudiantes sobre lo representado en el video, realizando las aclaraciones pertinentes para luego, junto con ellos llevar a cabo la actividad de completar un cuadro de acuerdo a lo visto anteriormente.
CCD3: Los factores abióticos y su importancia para la vida
Para dar inicio a esta actividad, el docente explicó el tema: *los factores abióticos*. Posteriormente, orientó a los estudiantes a describir los factores abióticos y reconocer la importancia para los seres vivos. La actividad que se llevó a cabo fue la de ver un video el cual trata de una visita a un museo, y en él se pudo observar cinco salas: luz, temperatura, agua, aire, suelo. En cada una se observa la descripción de cada factor, seguido de fotografías y otros elementos relacionados con un museo.
CCD4: Resumen de los factores abióticos y los seres vivos
En esta etapa, la actividad permite que los estudiantes tengan presente las principales ideas de lo desarrollado en el OA. Para esto se presenta un mapa conceptual que los estudiantes deben completar, el cual presenta una pregunta central y unos conceptos que hacen relación a los seres vivos y sus características, forma que estos requieren de los factores abióticos; los estudiantes debían completar los espacios arrastrando la opción correcta.
CCD5: Conocimientos adquiridos
Esta tarea está dividida en dos componentes: el primero muestra una imagen en la cual los estudiantes debían encontrar las diferencias presentadas en las dos imágenes, cuando ya hubieran encontrado estas diferencias debían encerrar la opción correcta de dichas comparaciones, esto lo debían llevar a cabo en el material del estudiante. El segundo componente es opcional y los estudiantes debían observar un video para lo cual se les da el vínculo que deben utilizar, se dan unas preguntas las cuales debían responder después de observar este video.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la fase de evaluación se llevó a cabo desde dos perspectivas analíticas: cuantitativa y cualitativa, las cuales se triangularon con el fin de dar veracidad a los resultados. Para ello, la perspectiva cuantitativa estuvo direccionada por el índice de ganancia de aprendizaje de Hake (1998)[6] que permitió interpretar de manera general la información proveniente del pretest y postest. En tanto, la orientación cualitativa se llevó a cabo a través del modelo eficiencia adaptado por Alzaghibi (2010) desde Millar, Tiberghien y Maréchal (2002) (figura 1). Desde luego, este modelo brindó la oportunidad de comprender la información de naturaleza descriptiva que emergió de fuentes documentales, como: observación participante, relatos narrativos de eventos críticos de los videos, diario reflexivo del profesor, y trabajos de los estudiantes. Además, este modelo permitió evaluar la práctica del diseño y la implementación tomando como referencia lo que se pretende y es aplicado, y lo que se proyecta y es logrado durante la implementación del OA.

Como se puede observar en la figura 1, el modelo ampliado de Alzaghibi consta de tres componentes: intenciones, acciones y resultados. En la eficacia 1, la cual corresponde a las acciones, muestra lo diseñado, lo que se pretende implementar y lo que realmente se implementó. Ahora bien, los resultados registrados se basaron en cómo fue implementada la secuencia de actividades de aprendizaje por parte del profesor y en la participación de los estudiantes. Para ello, se documentó lo que realmente sucede en el aula durante la implementación con el fin de evidenciar si las intenciones de diseño o hipótesis de enseñanza (documentadas en las CCD, tabla 1) fueron puesta en escena de la forma propuesta en el OA.

La eficacia 2 tiene como propósito establecer una relación entre lo que se propone que los estudiantes aprendan (metas de aprendizaje), y lo que ellos realmente lograron comprender a lo largo del desarrollo del conjunto de actividades. Así mismo, para llevar a cabo esta tarea

6 El índice normalizado de ganancia de aprendizaje es un estadístico que brinda la posibilidad de determinar si una propuesta o material de enseñanza es efectivo, para asistir a los estudiantes durante la construcción de la comprensión de un fenómeno natural (Hake, 1998).

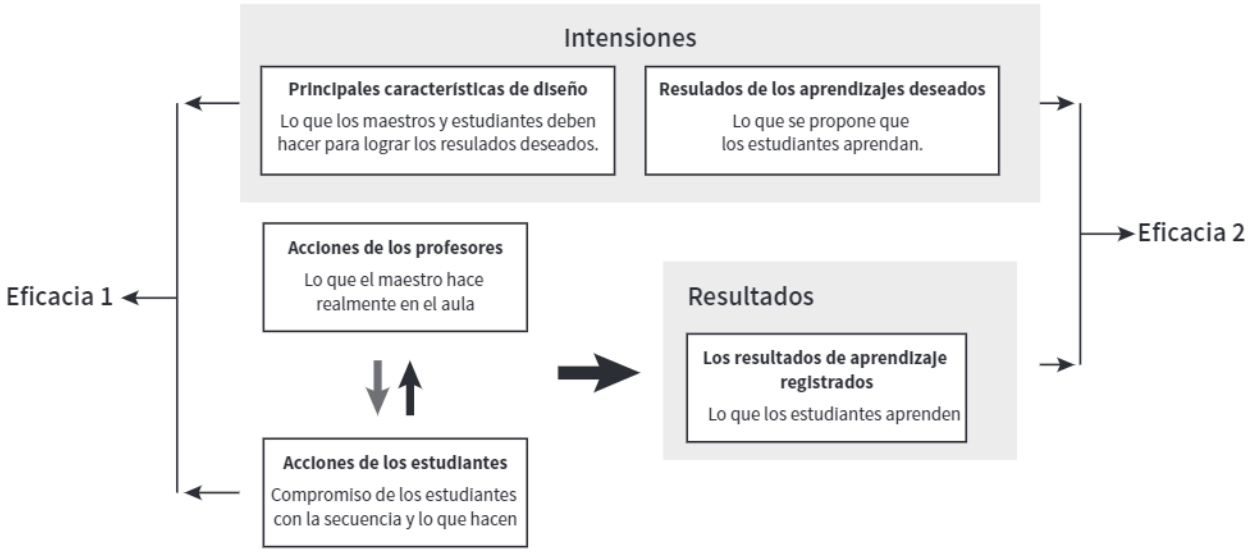


Figura 1. Modelo de evaluación tripartito adaptado por Alzaghibi (2010) desde Millar, Tiberghien y Maréchal (2002)

Fuente: Alzaghibi (2010).

de evaluación se aplicó un pretest y un postest a los estudiantes, cuyos ítems representaron cada uno de los conocimientos y habilidades propuestos en el OA implementado. Los resultados que arrojan estos instrumentos fueron analizados a través del estadístico de ganancia de aprendizaje de Hake (1998), el cual sirvió para observar la eficacia de la secuencia de actividades que configuran el OA de manera general. Además, estos resultados de orden cuantitativo apoyaron y ayudaron a construir una teoría naturalística que permitió comprender a profundidad el caso sobre la implementación y evaluación del OA. Por tanto, la eficacia se vio a través de un perfil tripartito que tuviera en cuenta lo diseñado, lo implementado (incluyendo la acción de los profesores y la participación de los estudiantes) y los resultados alcanzados.

Por último, la Institución Educativa San Juan de Barragán está ubicada en el corregimiento de Barragán, cuenta con siete sedes de básica primaria localizadas en las diferentes veredas de la zona; esta se encuentra en la región alta andina del municipio de Tuluá (Valle). Hay que resaltar que en la sede San Francisco, donde se llevó a cabo el estudio, se ha venido empleando una metodología de escuela nueva en la básica primaria, la cual cuenta con multigrados[7]. Este nivel de escolaridad es orientado por tres docentes, donde cada uno se encarga de dos grupos (por ejemplo, preescolar y primero; segundo y tercero; cuarto y quinto). Ahora bien, la segunda autora[8] de este artículo fue la encargada de implementar el OA en el grado segundo (6 mujeres y 4 hombres) con el propósito de evaluar la eficacia de este material de enseñanza en un escenario real.

La sede donde se realizó la implementación del OA está equipada de implementos tecnológicos, como: aulas amigas (Tommi, *video beam*, lápiz óptico), tabletas, computadores portátiles, recursos digitales que quizás facilitan el uso y apropiación de los materiales instruccionales de los OA. En este sentido, se consideró que la sede San Francisco cuenta con las herramientas tecnológicas adecuadas para la implementación y evaluación de esta clase de materiales de enseñanza potenciados por las tecnologías digitales. Desde luego, este aspecto en conjunción con el desempeño apropiado de la profesora probablemente les ayudó a los estudiantes a superar las dificultades que tienen para reconocer las relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos.

7 Significa que un docente tiene las competencias para enseñar desde preescolar hasta el grado noveno.

8 Paula Andrea Reyes es profesora de la Institución Educativa San Juan de Barragán y estudiante de la Maestría en Educación de la Universidad del Valle (Tuluá). Ella para optar el título de Magister en Educación desarrolló el trabajo de grado titulado, *implementación y evaluación de un objeto de aprendizaje en ciencias naturales: el caso de las relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos.*

Análisis de datos

Los estudios de diseño se caracterizan por utilizar metodologías de investigación de carácter cuantitativa-cualitativa, las cuales están alineadas con el uso de múltiples fuentes documentales (Leach y Scott, 2002). Por tanto, esta investigación estuvo orientada a evaluar el OA *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos*, tomando como referencia lo que se pretende y es implementado, y lo que se proyecta y es logrado durante la implementación.

Con el fin de dar confiabilidad y validez ecológica al conjunto de resultados de esta investigación, se realizó una triangulación por método y fuentes (Denzin, 1970). Así pues, para el logro de esta meta se utilizaron fuentes documentales de naturaleza cualitativa (por ejemplo, relatos narrativos de eventos críticos de videos, diarios reflexivos) y cuantitativa (pretest y postest). El análisis cuantitativo brindó la posibilidad de comprender el caso bajo consideración en términos generales y amplios; en tanto, el cualitativo permitió interpretar a profundidad las acciones del profesor y los estudiantes a lo largo de la implementación del OA.

El análisis de los datos cuantitativos provenientes del pretest y postest se realizó apoyado en el estadístico índice normalizado de ganancia de aprendizaje (ecuación 1). Este permitió determinar si un ambiente de aprendizaje de un tópico es eficaz, tomando en consideración el conocimiento inicial y final de los estudiantes durante la implementación del material de enseñanza (Hake, 1998).

Ecuación 1. Índice Normalizado de ganancia de aprendizaje corregida de Hake.

$$\text{Ganancia corregida} = (\text{postest \%}) - (\text{pretest efectivo \%}) \,/\, 100\,\% - (\text{pretest efectivo \%})$$
$$\text{pretest efectivo} = \%\,\text{pretest} - 20\,\%$$

La ganancia g de aprendizaje se determinó a partir de los aciertos obtenidos en el instrumento de evaluación (pretest y postest). De ahí que, el postest (%) y pretest (%) correspondió al promedio del porcentaje de respuestas correctas de los estudiantes con respecto al pretest y postest. Hake (1998) categorizó los resultados de dicha ecuación en tres intervalos de ganancia normalizada: baja ($g \leq 0{,}3$), media ($0{,}3 < g \leq 0{,}7$) y alta ($g > 0{,}7$).

En cuanto al análisis cualitativo, este tuvo como propósito dar respuesta a la pregunta de investigación, la cual busca establecer la coincidencia entre lo diseñado en la secuencia de enseñanza y lo implementado. Para ello, se necesitó comparar las intenciones de diseño del OA formuladas en el material del profesor y en la interfaz, con las acciones del profesor y los estudiantes durante la implementación, y lo aprendido por los aprendices. Estas tareas analíticas fueron un punto de referencia para evaluar la eficacia del OA, como consecuencia a que estas permiten evidenciar cuánto de lo diseñado es implementado, y cuáles metas de aprendizaje fueron logradas por los estudiantes.

Ahora bien, durante las sesiones de implementación se tuvieron como base las acciones de los profesores y estudiantes descritas en el diseño (CCD), con el fin de evidenciar el nivel de eficacia del OA *relación de los factores abióticos y los seres vivos*. Además, se consideraron críticas las acciones del profesor y los estudiantes que no se encontraban plasmadas en las CCD, debido a que estas resultaron pertinentes para la evaluación del OA con el fin de que se convirtieran en un pilar a lo largo del rediseño de este material de enseñanza.

Adicionalmente, para lograr un análisis apropiado de las (CCD) se tuvo en cuenta si la secuencia fue implementada total, parcial, reemplazada o ignorada. Vale la pena aclarar que, en este estudio muchas de las acciones llevadas a cabo por la profesora estuvieron informadas por la toma de decisiones curriculares e instruccionales documentadas en las CCD (tabla 1). Sin embargo, también se consideró las acciones de los integrantes del aula y el logro de los estudiantes que no se habían conjeturado en el OA, las cuales también apoyaron la comprensión del tópico en cuestión.

En este sentido, el análisis cualitativo se realizó por medio de una heurística como el método comparativo (Strauss, Corbin y Zimmerman, 2002). Este permitió buscar evidencias entre la trayectoria de aprendizaje y las estrategias de enseñanza propuestas en el OA, y las acciones reales del profesor y los estudiantes a lo largo de la implementación, junto con las metas de aprendizaje logradas por el aprendiz.

Presentación de resultados

Dado que en este estudio se toma la decisión de utilizar una metodología de investigación de perspectiva cuantitativa-cualitativa, resulta necesario presentar los resultados cuantitativos y cualitativos de forma separada. Sin embargo, con el propósito de dar mayor nivel de veracidad a los resultados de naturaleza cualitativa se los triangula con resultados de carácter cuantitativo.

Resultados cuantitativos

La información de naturaleza cuantitativa proveniente de las respuestas dadas por los estudiantes a cada uno de los ítems del pretest y postest, se analiza a partir del estadístico índice de ganancia normalizada de Hake

(1998), dando como resultado la ganancia de Hake corregida para cada uno de los estudiantes y general (tabla 2). En esta se evidencia que en el pretest ningún estudiante sacó el 100 % de respuestas correctas, además, que más de la mitad de la muestra estuvo por debajo del 50 % de aciertos correctos. Los resultados del postest dejan ver de forma general que la implementación del conjunto de actividades de aprendizaje bajo la orientación de la profesora, le ha brindado la oportunidad a los estudiantes de comenzar a internalizar las relaciones existentes entre los factores abióticos y los seres vivos; de hecho, el índice de ganancia corregido promedio del grupo es de 0,57, el cual se encuentra en el intervalo medio ($0{,}3 < g \leq 0{,}7$). Sin embargo, este resultado para su veracidad requiere ser triangulado con el análisis cualitativo, cuyos resultados producen una teoría de carácter naturalístico que retrata las acciones del profesor y los estudiantes durante la fase de la implementación del OA.

Resultados cualitativos

El análisis de los datos de perspectiva cualitativa genera una teoría naturalística, la cual ayuda a dar solución al interrogante que direcciona este estudio de caso. En este sentido, esta se configura a partir de las cinco CCD, donde la macroestructura está constituida por unidades de significado que representan las intenciones de diseño que sustentan el OA, las acciones del profesor y los estudiantes durante la implementación, y las metas de aprendizaje logradas.

Característica clave de diseño 1 (CCD1): Introducción

Esta actividad de aprendizaje tiene como propósito ayudar a los estudiantes a explicitar y volver conscientes las diferentes ideas alternativas con las que llegan al aprendizaje del tópico *relaciones de los seres vivos y los factores abióticos*. Para ello, se proyecta una imagen *gif* que representa un perro bebiendo agua, una planta que recibe la luz del sol y sobre la que camina un insecto; además, una lombriz de tierra explorando su hábitat. Naturalmente, esta situación intenta recoger la forma en que interactúa un ser vivo con un factor abiótico (figura 2).



Figura 2. Introducción y conocimientos previos
Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2015).

La profesora pone en escena esta actividad de aprendizaje con el propósito de asistir a los estudiantes en la explicitación de sus concepciones alternativas, y toma de conciencia del objetivo principal del OA. Así pues, organiza el aula en una estructura de discusión con toda la clase que brinda la oportunidad a los estudiantes llevar a cabo una transacción de significados y formas de significar sobre

Tabla 2. Resultados obtenidos del índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake

Número de estudiantes	Preguntas correctas postest	Preguntas correctas pretest	Fuente pretest	Fuente postest	Ganancia corregida
1	6	5	35,56	66,67	0,48
2	6	3	33,33	66,67	0,50
3	8	5	55,56	88,89	0,75
4	9	7	77,78	100,0	1,00
5	7	4	44,44	77,78	0,60
6	6	2	22,22	66,67	0,57
7	4	3	33,33	44,44	0,16
8	7	2	22,22	77,78	0,71
9	7	4	44,44	77,78	0,60
10	5	3	33,33	55,56	0,33
			15,47	27,77	0,57

Fuente: elaboración propia.

el fenómeno natural en consideración. Para ello, les pide dar respuesta a una serie de preguntas relacionadas con los factores abióticos y seres vivos que se observan en la imagen. Los alumnos registran en sus cuadernos las diferentes respuestas generadas por medio de la discusión, las cuales son revisadas por la maestra evidenciando las concepciones alternativas sobre las relaciones de los factores abióticos y los seres vivos. Por ejemplo, se presentan dificultades para identificar las relaciones entre estos dos elementos, asignándoles a los primeros características de los segundos, o viceversa (animismo). Estas acciones se recogen a través del relato narrativo correspondiente a un evento crítico del video de una sesión:

> La docente vio la necesidad de generarles a los estudiantes una serie de preguntas relacionadas con los factores abióticos y seres vivos que se observan en la imagen. En el momento en que ellos logran externalizar sus ideas alternativas sobre las relaciones de los factores abióticos con los seres vivos, estas fueron registradas en sus cuadernos de tareas. Desde luego, que las respuestas de los aprendices fueron evaluadas por la profesora permitiéndole evidenciar las dificultades y concepciones alternativas con las que llegan sus estudiantes. Además, ella suministró el espacio para la discusión colegiada sin afirmar o negar los diferentes puntos de vista de los aprendices; situación que hizo que el aula fuera un escenario de apoyo y libre de amenaza donde los estudiantes de forma progresiva fueron perdiendo el temor a expresar sus ideas sobre el fenómeno natural. (Relato narrativo de un episodio crítico del video).

Conviene subrayar que las preguntas formuladas por la profesora no se encuentran prescritas en las CCD o intenciones de diseño que fundamentan el OA (material del profesor). Estas resultan de la reflexión en la acción llevada a cabo por la profesora, con el ánimo de asistir a los estudiantes en la toma de conciencia y desarrollo progresivo de las concepciones alternativas sobre las relaciones de los seres vivos y los factores abióticos con las que llegan los estudiantes al aula de ciencias.

Característica clave de diseño 2 (CCD2): actividades "Características de los seres vivos"

Esta actividad de aprendizaje tiene como fin ayudar a los estudiantes a identificar y listar las características de un ser vivo, evitando que el profesor las enuncie de manera explícita. Para ello, representa el fenómeno natural por medio de una animación, cuyo contexto es un programa concurso que suministra al estudiante una serie de pistas relacionadas con las características de los seres vivos (por ejemplo, tienen un ciclo de vida; se alimentan, reproducen y responden a estímulos; se relacionan con otros seres vivos y con el medio, se adaptan). Este recurso digital describe cada una de las características con el propósito de que el estudiante llegue a deducir, cuál de estas corresponde a la conceptualización de la idea en cuestión. Al finalizar la animación, se prescribe que el docente comente lo observado con toda la clase, realice las aclaraciones necesarias e indique a los estudiantes que desarrollen una tabla dispuesta en la interfaz y en el material del estudiante, en la que incluyan los elementos teóricos abordados en la animación y la discusión (figura 3).



Figura 3. Actividad 1 "Características de los seres vivos"
Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2015).

Con respecto a las acciones de la profesora durante esta actividad, se observa que debido a las dificultades que tenían los estudiantes para comprender el tópico en cuestión, ella tiene que dividir la presentación de la animación en episodios críticos. En cada uno de estos les pide a los estudiantes que resuelvan determinados interrogantes, con el propósito de apoyarlos en la construcción de la comprensión del contenido que configura la animación. Para ello, decide organizar el aula en estructura interactiva con toda la clase, y realizar una colectura con ellos de cada una de las pistas expuestas en la animación, promoviendo una discusión colegiada al respecto. Conviene subrayar que la profesora toma la anterior decisión instruccional debido a que detectó que algunos términos abordados en

la animación eran desconocidos para los estudiantes de esta institución. Esta situación quizás les genera a ellos restricciones para comprender lo representado a través de este recurso digital. El anterior evento se evidencia a través de la siguiente viñeta:

> Vale la pena decir que el desarrollo de la idea sobre las características de los seres vivos es problemático para los estudiantes. Por ello, no basta con mostrar solo el video y la lectura, además, se debe dividir la visualización de este recurso en eventos críticos que estén acompañados de interrogantes pertinentes, que les ayuden a los estudiantes a comenzar a construir la idea de forma progresiva. De ahí, la importancia que los profesores identifiquemos estas dificultades y podamos dar solución. Además, que utilicemos palabras más fáciles de entender para los niños, por ejemplo, cambiar el término de organismos por seres, insumos por comida. (Diario reflexivo del profesor).

Para el desarrollo de la segunda parte de la actividad, la docente continúa con la estructura interactiva pidiéndoles a los estudiantes solucionar las tareas problemas alineadas con esta (figura 4). También, los motiva a relacionar los elementos teóricos representados en la anterior animación y discutidos en otros momentos, con las tareas a enfrentar de dicha actividad. Además, les solicita que coloreen en el material del estudiante la respuesta que consideran. Desde luego, esta actividad brinda la oportunidad a los estudiantes de comenzar a construir una comprensión de la relación entre los seres vivos y los factores abióticos, junto con el desarrollo de la habilidad para establecer correlaciones entre los diferentes conceptos con el propósito de dar sentido a un fenómeno natural.

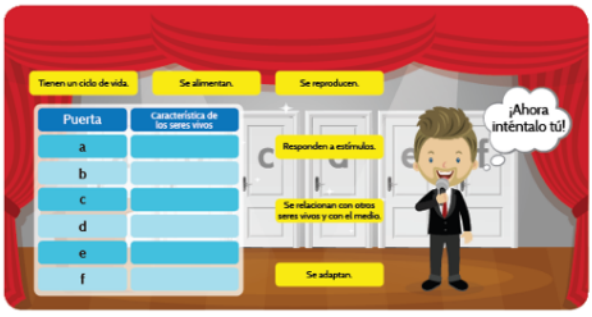


Figura 4. Actividad 2 "Características de los seres vivos"
Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2015).

Se considera que esta actividad es llamativa para los estudiantes, porque se enmarca en el contexto de un programa de concurso que ofrece pistas interesantes para ellos. Sin embargo, el concursante no responde a ninguna de las preguntas, quedándose callado, lo que genera que los niños tengan dudas y se pregunten: "Profe, ¿pero por qué no responde nada?; no sabe". Además, la presentación de las pistas en el video ocurre muy rápido generando restricciones para que los estudiantes comprendan lo expresado en este. Esta situación es aprovechada por la docente para motivarlos a través de afirmaciones como: "Ustedes sí lo van a lograr, ¡ayudemos al concursante!". Por esta razón, ella ve la necesidad de repetir pausadamente el video, logrando así la atención y mejor comprensión de los estudiantes.

Una evidencia de carácter cuantitativo del inicio de la internalización de los estudiantes del tópico de las características de los seres vivos son los índices de ganancia corregida de las preguntas 6, 7, 8 y 9 que representan la idea de las características de los seres vivos. Así pues, la pregunta 6 tuvo un índice de ganancia de 0,67; la pregunta 7, de 0,13; la pregunta 8, de 0,56, y la pregunta 9, de 0,83 (anexo 1). Por tanto, la implementación de esta actividad quizás asiste a los estudiantes en la comprensión conceptual del tópico relacionado con las características de los seres vivos. Sin embargo, los estudiantes presentan algunas dificultades durante el desarrollo de las tareas, probablemente estas restricciones se dan como consecuencia a que la terminología utilizada en la actividad 2 es de un nivel alto con respecto a los antecedentes culturales de los estudiantes (por ejemplo, el índice de ganancia corregida de la pregunta 7 es 0,13). De hecho, en esta actividad se utiliza una pista muy amplia e incomprensible para ellos, lo que se puede observar en los videos, generando dudas e inquietudes en los aprendices.

Se concluye, entonces, que las intenciones de diseño que fundamentan la actividad de aprendizaje 1 fueron puestas en escenas en su totalidad. Sin embargo, para el éxito de esta la profesora percibe la necesidad de dividir la visualización de la animación en eventos críticos, formular preguntas, gestionar el aula en estructura interactiva, y ajustar la terminología a los antecedentes socioculturales de los estudiantes. Naturalmente, estas intenciones curriculares e instruccionales no se encuentran representadas en las teorías-prácticas o CCD que sustentan dicha actividad.

Característica clave de diseño (CCD3). Actividad 3: "Los factores abióticos y su importancia para la vida"

La actividad de aprendizaje 3 tiene como objetivos que los estudiantes logren describir los factores abióticos, además, reconocer que los seres vivos requieren de los factores abióticos para subsistir. En este sentido, las ideas que recogen estas metas de aprendizaje son representadas por medio de la visualización de un video; este permite

que los estudiantes realicen una visita a un museo interactivo que tiene cinco salas: luz, temperatura, agua, aire y suelo. En cada una de estas se encuentra la descripción de cada factor, seguido de fotografías y otros elementos relacionados con un museo (figura 5).

Después de explorar detalladamente el museo interactivo, la CCD le prescribe al profesor que le solicite a la clase efectuar la actividad, los factores abióticos y su importancia; esta está estructurada por un conjunto de noticias representadas a través de una audioimagen sobre un fenómeno natural con sus respectivas situaciones problemas. Para ello, los estudiantes deben organizarse en pequeños grupos de discusión con el fin de dar respuesta a las diferentes problemáticas recogidas en una de las noticias seleccionadas por ellos.



Figura 5. Museo de los factores abióticos
Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2015).

La profesora, para poner en escena esta actividad organiza el aula en una estructura interactiva con toda la clase. Así, durante la presentación del video que representa la idea de los factores abióticos, ella formula de manera progresiva a sus estudiantes preguntas relacionadas con los términos desconocidos, con el fin de contextualizarlos. Para esto considera necesario llevar a cabo la exhibición del video de una forma discontinua, es decir, divide este en eventos críticos con sus respectivos interrogantes los cuales direccionan la discusión. Esta decisión instruccional se evidencia cuando ella ve la necesidad de preguntar a los estudiantes qué idea tienen sobre "un museo", a lo que respondieron lo descrito en el siguiente diálogo:

> E1[9]: ¿Dónde podemos ver animales?
> E2: ¿Dónde hay dinosaurios?
> P: ¿Hay museos donde podemos ver dinosaurios?
> E2: Los huesitos, los esqueletos.
> P: Bien, pero en este museo que vamos a encontrar, ¿qué dice?
> E: Museo de los factores abióticos. (Evento crítico, video).

En el momento de mostrar las imágenes relacionadas con cada factor abióticos en el museo interactivo, la profesora estimula a los estudiantes por medio de un lenguaje sencillo a realizar descripciones y comparaciones apoyados en ideas ya elaboradas en otras actividades. Desde luego, esta estrategia media la construcción progresiva de la comprensión acerca de los factores abióticos. Esta asunción se puede evidenciar en el siguiente diálogo:

> P: Vamos a entrar al cuarto de la luz, ¿qué será la luz?
> E1: Donde hay sol.
> P: Vamos a observar y a leer de manera comprensiva la definición.
> P: ¿Qué dice entonces el texto?
> E2: Es que podemos encontrar la luz en diferentes formas, una es la luz natural que la obtenemos del sol, la otra es la artificial.
> P: ¿Quién me da un ejemplo de luz artificial?
> E3: La del bombillo de mi casa. (Evento crítico, video).

Después, la profesora les pide a los estudiantes que se organicen en pequeños grupos, y comiencen a leer en el material del estudiante la noticia asignada, la cual también cuenta con su respectivo audio en la interfaz. La estrategia de la lectura en el material impreso es tomada porque algunos de los audios no funcionan correctamente. Luego, solicita a los aprendices que socialicen las respuestas a los diferentes interrogantes, dicha tarea le permite detectar dificultades y concepciones alternativas de estos. Así, esta situación la lleva a reflexionar en la acción, y toma la decisión de formular otros interrogantes que estén en la zona de desarrollo proximal de los estudiantes con el fin de ayudarlos a deducir el factor al que hacía alusión su noticia y describir las características de este. Este presupuesto se recoge en el siguiente episodio crítico extraído de uno de los videos:

> Durante la actividad pude darme cuenta que los estudiantes presentaban dificultades en la comprensión de los términos utilizados en el material del estudiante. Por tal razón tomé la decisión de no modificar lo diseñado, pero sí representar los contenidos con términos más comunes para ellos, relacionados al contexto donde viven. Por ejemplo, al hablar del factor agua ejemplifiqué con las lagunas que tienen aquí en "el páramo de las hermosas", de igual forma traje a colación los seres que también habitan esta región, como animales, plantas y la relación que establecen. (Diario del profesor).

Esta actividad de aprendizaje permite evidenciar cómo los estudiantes de manera progresiva fueron construyendo una comprensión de la idea factores abióticos. En efecto, sus concepciones alternativas comenzaron a evolucionar

9 Este estudio por razones de respectar la confidencialidad los símbolo *P* y *E* tiene el significado de *profesor* y *estudiante*.

hacía unos conocimientos y habilidades más elaboradas que subyacen a este OA. Esta asunción se constata con el índice de ganancia de 1, para la pregunta 5 que representa el contenido de los factores abióticos. Es decir, después de la implementación de la actividad el número de respuestas correctas para esta pregunta aumentó significativamente. También, la certeza del desarrollo progresivo del contenido de factores abióticos se puede ver en el siguiente diálogo, extraído de un video de la clase:

> P: ¿Cuál es el factor abiótico afectado en la noticia?
> Grupo 1: El aire.
> Grupo 2: El agua.
> P: ¿Qué caracteriza a estos factores?
> Grupo 2: Que estos no tienen vida.
> P: ¿Qué opina el grupo 1 de lo que dice el grupo 2?
> Grupo1: Sí, el aire y el agua no tienen vida, y son necesarios para muchos animales, por ejemplo, cuando deja de llover mucho tiempo las plantas se comienzan a morir y los animales a enfermarse por falta de agua.
> P: ¿Será que aquí en el páramo de Las Hermosas podemos ver otros factores abióticos?
> Grupo 1: Sí, el frío y el viento.
> P: ¿Qué puede afirmar el grupo 2?
> Grupo 2: Profe, ¿será que el suelo también es un factor abiótico?
> P: ¿Qué nos puede decir el grupo 1 de la pregunta hecha por el grupo 2?
> Grupo 2: Sí, el suelo puede ser también un factor abiótico pues este no tiene las características de un ser vivo.
> P: Bueno, muchachos, tomando lo que ustedes han discutido podemos decir que los factores abióticos son los diferentes componentes de un espacio que no presentan las mismas características de un ser vivo, pero que afecta fuertemente a estos. (Evento crítico, video).

Característica clave de diseño (CCD4): Resumen de los factores abióticos y los seres vivos

Esta fase del flujo de aprendizaje tiene como propósito que los estudiantes utilicen la comprensión alcanzada de la idea *relación de los factores abióticos con los seres vivos*, en otros contextos educativos. Así pues, el OA prescribe la utilización de un recurso digital tipo mapa conceptual, el cual está configurado por un interrogante (¿Qué relaciones existen entre los factores abióticos y los seres vivos?), y un conjunto de conceptos alineados con este. El OA le sugiere al profesor poner en escena esta actividad por medio de una organización de aula de trabajo individual.

La profesora implementa esta actividad a través de una organización del aula en estructura interactiva con toda la clase. Además, suministra el escenario donde motiva a sus estudiantes a recapitular la conceptualización de los términos resumen y mapa conceptual, utilizados durante el desarrollo de otras lecciones. Luego, ella toma la decisión instruccional de pedirle a un estudiante que modele el desarrollo de la actividad en compañía de sus compañeros, antes de abordar esta de manera individual. Dicha decisión la lleva a cabo con la intención de agilizar la tarea y favorecer el trabajo cooperativo.

Los estudiantes a lo largo del desarrollo de esta actividad muestran un compromiso cognitivo y comportamental con su aprendizaje. Ellos, frecuentemente formulan preguntas y se comprometen a establecer relaciones entre las principales ideas aprendidas en las actividades anteriores, efectuando una recapitulación acerca de los aspectos abordados durante esta fase del flujo de aprendizaje. Estas acciones se logran evidenciar en el material del estudiante, en la forma como la mayoría de los aprendices identifica y ubica apropiadamente las características de los seres vivos y los factores abióticos dentro del mapa conceptual. Además, se complementa con los resultados obtenidos en el índice de ganancia corregida Hake (1998) por pregunta, para los ítems 5 (factores abióticos: 1,00), 3 y 4 (características de los seres vivos: 0,42; 1,00), los cuales son categorizados en medio alto (anexo 1). Este presupuesto es evidenciado en el siguiente diálogo:

> P: ¿Qué características encuentran en los cuadros del mapa conceptual, qué hace falta para completarlo, además, qué hace relación a las características de los seres vivos?
> E1: Profe, los seres vivos también se reproducen.
> P: ¿Qué dice Carlos de esta respuesta?
> E2: Sí, profe, la vaca de la finca donde trabaja mi papá tuvo terneritos.
> P: Bueno, ahora leamos las características de los seres vivos que ya hemos completado en este mapa-
> E3: Se alimentan, se reproducen, responden a estímulos y se relacionan.
> P: Eso es, ahora pasemos a la columna de los factores abióticos. ¿Cuáles de estos están en los cuadros?
> E: Agua, temperatura y aire.
> P: ¿Cuáles hacen falta para completar?
> E3: Luz.
> P: ¿Cuál otro hará falta?
> E3: Suelo.
> P: ¿Por qué la luz y el suelo son factores abióticos?
> E4: Estos no tiene vida. (Evento crítico, video).

Característica clave de diseño (CCD5): conocimientos adquiridos

En esta etapa del flujo de aprendizaje se plantea una actividad que consiste en que los estudiantes realicen una tarea que incluye dos componentes, siendo el segundo

opcional y complementario. El primer de estos se representa a través de dos imágenes, las cuales recogen de manera explícita las características de los factores abióticos y los seres vivos. Así, pues, el OA le prescribe a la profesora que ponga en escena esta actividad pidiéndoles a los estudiantes establecer diferencias entre las dos representaciones, además, consignarlas en la tabla que las representa en el material del estudiante.

Por otra parte, el segundo componente (opcional) se trata de visualizar en casa el video del *Show del Perico*[10], en el que se expone información sobre los recursos naturales. Fundamentados en dicha información y el conjunto de conocimientos trabajados a lo largo del OA, los estudiantes deben dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las características de los seres vivos visualizados en el video?
- ¿Cuáles son los factores abióticos involucrados en el video?
- ¿Cuáles son las relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos presentes en el video?

La implementación de esta actividad deja ver que la profesora toma la decisión instruccional de llevarla a cabo en el aula bajo su orientación y no dejarla como trabajo independiente. Desde luego, ella busca que sus estudiantes apliquen, amplíen y consoliden los conocimientos acerca del tópico en cuestión. Para ello, los orienta en la forma de dar solución a esta tarea, proyectándoles las imágenes respectivas y aclarándole que en cada opción se debía escoger una respuesta. Con relación a los estudiantes, se nota que están algo tensos y muestran poco compromiso con la actividad, ante lo cual la profesora toma la decisión de asumir una actitud controladora para traerlos a la agenda académica.

Es importante destacar la decisión instruccional que toma la profesora al realizar esta actividad en el aula, y no dejarla para la casa como lo sugerían las CCD. Desde luego, esta le da la oportunidad de evaluar y ampliar los conocimientos aprendidos por los estudiantes sobre el tópico abordado, mediante su aplicación. Es necesario recalcar que la tarea aquí no cumple con una función de evaluación acreditativa, sino, por el contrario, sirve para monitorear el nivel de comprensión logrado por los estudiantes. Evidencia de esta toma de decisión instruccional se ve en el siguiente evento crítico del video de la actividad de aprendizaje:

> Se realiza una descripción de la actividad como se debe lleva a cabo, donde se compara la imagen A y la imagen B
> P: En la imagen A y en la B observamos algunas figuras enumeradas. En las que tienen el número 1, ¿qué observan de diferente?
> E1: Profe, en la imagen A hay paticos.
> E2: Sí, profe. La pata tiene crías y en el dibujo B no están los paticos.
> P: En la que tiene el número 2 ¿qué observan?
> E3: Agua en un lago.
> P: El agua tiene las mismas características de los paticos.
> E2: No, el agua no tiene vida y los patos sí.
> P: ¿Qué opina Carlos de lo que dice Claudia?
> E4: Ella tiene razón, el agua no tiene vida ni crías.
> P: Muy bien, ahora pasemos a la clasificación. ¿A qué características hace relación?
> P: Si decimos que el pato tiene crías hacemos referencia, ¿a los factores abióticos o las características de los seres vivos? ¿Por qué?
> E1: A las características de los seres vivos.
> E3: Profe, eso no es un factor abiótico.
> P: ¿Qué opina Andrés de la respuesta de Claudia?
> E5: Sí, las crías es algo que identifica a un ser vivo.
> P: Entonces, ¿la luz a qué pertenece?
> E6: A los factores abióticos que no tienen vida. (Evento crítico del video).

Cabe mencionar que, respecto al segundo componente de la tarea que requiere ingresar a un enlace para acceder al video y verlo, al dar clic en dicho enlace, aparece un aviso indicando que la página no está disponible. Esta situación provoca que la docente no pueda llevar a cabo este segundo componente de la actividad.

Por último, se considera que la secuencia de actividades de aprendizaje que configura el OA resulta apropiada para generar en los estudiantes la necesidad por comprender el fenómeno natural *relaciones de los factores abióticos y los seres vivos*. Sin embargo, se destaca que la eficacia de este material de enseñanza tiene una relación directa con el sistema de conocimientos, creencias y valores del profesor que lo implemente (Alzaghibi, 2010). Por ejemplo, la profesora toma decisiones curriculares (formulación de preguntas) e instruccionales (organización y administración del aula) que no son prescriptas por la teoría-práctica que fundamentan el OA, con el fin de ayudar a los estudiantes a superar sus dificultades y concepciones alternativas sobre el tópico. Naturalmente, dicha eficacia también depende del compromiso cognitivo y comportamental de los estudiantes, además de la infraestructura tecnológica de la institución.

10 Disponible en https://www. youtube.com/watch?v=p9ZmSmoljk

En este sentido, la implementación exitosa del OA *relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos*, depende estrechamente de la correspondencia entre las demandas curriculares e instruccionales que subyacen al OA y el sistema de conocimientos, creencias y valores del profesor que lleve a escena la secuencia de actividades de aprendizaje. Así, pues, si existe una coherencia entre estos dos aspectos, la probabilidad de que la implementación andamie la comprensión del fenómeno representado en el OA será alta, en caso contrario, el profesor termina durante la implementación modificando totalmente las intenciones de diseño prescritas, o en su defecto decide no implementar la secuencia de actividades (Fishman et al., 2004).

De ahí que, en el rediseño de este OA, las teorías-prácticas que lo fundamentan tienen que representar los principales elementos curriculares e instruccionales necesarios para implementarlo de manera apropiada en cualquier aula del contexto nacional. Para ello, estas teorías-prácticas deben dejarle ver fácilmente al profesor los elementos de la enseñanza que están alineados con el aprendizaje del contenido específico (por ejemplo, currículo vertical y horizontal, metas de aprendizaje, concepciones alternativas, recursos digitales/no digitales, estrategias de enseñanza, y formas de evaluar), con el fin de generar en él la necesidad de reflexionar sobre la manera de poner en escena la secuencia de actividades para asistir a los estudiantes en la comprensión del fenómeno natural.

Conclusiones

El modelo de evaluación de naturaleza tripartita permite comparar las intenciones diseño que fundamentan el Objeto de Aprendizaje (OA), las acciones del profesor y los estudiantes, y la evaluación de lo aprendido. Así, este proporciona información útil para que los diseñadores del OA *relaciones entre los factores abióticos y los seres vivos*, puedan llevar a cabo el rediseño de este material de enseñanza. Además, la evaluación a través de este modelo facilita la validación empírica del conjunto de teorías-prácticas conjeturas por medio de este OA, las cuales pueden ser utilizadas por otros diseñadores y profesores durante la práctica del diseño de ambientes de aprendizaje y la enseñanza de contenidos de las ciencias.

En cuanto a la eficiencia de la enseñanza, los resultados sugieren que la secuencia de actividades de aprendizaje en conjunción con las acciones de la profesora asiste a los estudiantes en el inicio del desarrollo de una comprensión del fenómeno de relaciones de los factores abióticos y los seres vivos. Desde luego, los diferentes contextos problemáticos y tareas problemas que representan las ideas que estructuran el tópico en cuestión, resultan apropiadas para generar en los estudiantes la necesidad por comprender el fenómeno natural abordado. Dichas actividades se complementan entre sí, dado que poseen diferentes propósitos, y se enfocan en distintos aspectos del tópico a comprender a lo largo del OA. Por todo esto, se considera que la secuencia de actividades que estructura el OA, las acciones del profesor y el compromiso de los estudiantes con su aprendizaje, son elementos que ejercen una fuerte influencia en el comienzo del desarrollo progresivo de las concepciones alternativas de carácter animista con los que llegaron los aprendices al aula de ciencias.

Si bien, el OA de aprendizaje tiene elementos claves para andamiar a los estudiantes de segundo grado en la comprensión del tópico, relaciones de los factores abióticos y los seres vivos, este necesita un rediseño que potencialice más, tanto el material de enseñanza como la puesta en escena de las diferentes actividades. En primer lugar, las teorías-prácticas que representan la toma de decisiones curriculares e instruccionales deben estar informadas de forma explícita por algunos elementos provenientes de la pedagogía general, las teorías del aprendizaje, el conocimiento tecnológico orientado a la enseñanza/aprendizaje, entre otros. En segundo lugar, los contextos y problemas que estructuran las actividades de aprendizaje convienen formularse en términos alineados con los antecedentes socioculturales de los estudiantes. Y, tercero, los recursos multimediales (por ejemplo, animaciones, videos) que configuran algunos contextos problemáticos en lo posible tienen que ser diseñados de manera que su puesta en escena no sea continua, sino estructurada en eventos críticos acompañados por interrogantes que generen la necesidad de reflexionar y discutir de manera colegiada con el fin de comenzar a construir una comprensión del fenómeno natural abordado.

Referencias

Afanador, A. (2010). La importancia del mundo virtual en la enseñanza y aprendizaje "AVA para el contenido de Genética". *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, *3*(5), 116-137.

Agudelo, E. (2015). *Diseño de una secuencia de enseñanza-aprendizaje basada en investigación sobre el núcleo de la discontinuidad de la materia.* (Tesis de maestría). Universidad Del Valle, Cali, Colombia.

Alzaghibi, M.A. (2010). *Instructional Design: Development, implementation and evaluation of a teaching sequence about plant nutrition in Saudi.* Leeds: University of Leeds.

Candela, B.F. (2016). *La ciencia del diseño educativo.* Cali: Universidad del Valle.

Cataño, R. (2016). *Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética con coherencia curricular para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada.* (Tesis de maestría). Universidad Del Valle. Cali, Colombia.

Denzin, N.K. (1970). *The Research: A Theoretical Introduction to Sociological Methods.* Nueva Jersey: Transaction Publishers.

Eilam, B. (2002*).* Strata of comprehending ecology: Looking through the prism of feeding relations. *Science Education*, *86*(5), 645-671.

Fishman, B., Marx, R.W., Blumenfeld, P., Krajcik, J. y Soloway, E. (2004). Creating a framework for research on systemic technology innovations. *The Journal of the Learning Sciences*, *13*(1), 43-76.

Griffiths, A.K. y Grant, B.A. (1985). High school students' understanding of food webs: Identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, *22*(5), 421-436.

Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanic's test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64-74.

Leach, J. y Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education*, 38, 115-142.

Leach, J., Driver, R., Scott, P. y Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 3: Ideas found in children aged 5-16 about the interdependency of organisms. *International Journal of Science Education*, *18*(2), 129-141.

Learning Technology Standard Committee of the IEEE (2000). *Draft Standard for Learning Object Metadata*. Nueva York, NY: IEEE.

Millar, R (2009). *Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: the practical activity analysis inventary (PAII)*. York: Center of Innovation and Research in Science Educative. University of York.

Millar, A., Tiberghien, A. y Maréchal, J. (2002). Varieties of labwork: A way of profiling labwork tasks. En D. Psillos y H. Niedderer (eds.), *Teaching and learning in the science laboratory* (pp. 9–20). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ministerio de Educación Nacional (2015). *Contenidos para Aprender.* Obtenido de ¿Qué relaciones existen entre los factores abióticos y los seres vivos: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/ContenidosAprender/G_2/S/menu_S_G02_U03_L01/index.html. Bogotá: Colombia.

Nuthall, G. (1997). Understanding student thinking and learning in the classroom. En B. Biddle, T. Good y I. Goodson (eds.), *The International Handbook of Teachers and Teaching* (pp. 1- 90). Dortrecht: Kluwer.

Reigeluth, C.M. (1999). What is instructional design theory and how is it changing? En C. M. Reigeluth (ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory.* (pp. 5-29). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Shwartz, Y., Weizman, A., Fortus, D., Krajcik, J. y Reiser, B. (2008). The IQWST experience: Using coherence as a design principle for a middle school science curriculum. *The Elementary School Journal*, *109*(2), 199-219.

Strauss, A.L., Corbin, J. y Zimmerman, E. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Treviño, M. (2011). *Objetos de aprendizaje. Guía metodológica para el diseño y evaluación de objetos de aprendizaje basados en los principios de individualización y personalización.* Zamora, España: Comunicación Social Ediciones y Publicaciones.

White, P.A. (2000). Naive analysis of food web dynamics: A study of causal judgment about complex physical systems. *Cognitive Science*, *24*(4), 605-650.

Wiley, D. (2000). *Learning objects design and sequencing theory.* (Tesis doctoral). Brigham Young University. Provo, Estados Unidos.

Yin, R.K. (2003). *Investigación sobre estudio de casos. Diseño y Métodos.* Thousand Oaks, California: Sage Publications.

Anexo 1. Índice normalizado de ganancia de aprendizaje de Hake por preguntas

Pregunta	Ganancia de Hake corregida
1	0,52
2	0,47
3	0,42
4	1,00
5	1,00
6	0,67
7	0,13
8	0,56
9	0,83