



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**ANDAMIAJE Y APOYO MULTISENSORIAL: UN BINOMIO  
ESENCIAL PARA EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS  
NATURALES MÁS ALLÁ DE LO VISUAL**

**LEIDY TATIANA CONTRERAS SANDOVAL**

Universidad de Antioquia  
Facultad de Educación  
Medellín, Colombia  
2019



Andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las Ciencias Naturales más allá de lo visual.

**Leidy Tatiana Contreras Sandoval**

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:  
**Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental**

Asesoras:

Asesores (a):

Astrid Eliana Cuartas Cuartas, Magister en Biología

Verónica Andrea Castrillón Castrillón, Magister en Educación

Línea de Investigación:

Andamiaje e inclusión

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Colombia

2019

*No existen límites establecidos, cada quién es libre de determinar hasta dónde quiere llegar.*

*Este trabajo lo dedico a mi madre Claudia María Contreras Sandoval a quien le debo todo en mi vida, desde lo más mínimo hasta los grandes logros alcanzados como éste. Esa mujer que siempre me ha apoyado de manera incondicional y por quien aprendí que no existen límites establecidos, porque cada quien es libre de determinar hasta dónde quiere llegar.*



3.1.1.4. Fase de reflexión e integración de resultados. Replanificación.....	54
3.1.2. Unidad de análisis.....	55
4. RESULTADOS.....	56
4.1 Resultados de la fase de reconocimiento y diagnosis reflexiva.....	57
4.2. Resultados de la fase de planificación.....	61
4.2.1. Descripción del modelo didáctico .....	61
4.2.1.1. Explicación del juego sobre duplicación.....	64
4.2.1.2. Explicación del juego sobre transcripción.....	65
4.2.1.2. Explicación del juego sobre traducción .....	65
4.2. Resultados de la fase de ejecución de plan .....	67
4.3. Fase de reflexión e integración de resultados. Replanificación .....	82
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
6. REFERENCIAS .....	90
ANEXOS .....	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes internacionales sobre la enseñanza de las ciencias naturales a personas con discapacidad .....	13
Tabla 2. Antecedentes nacionales y regionales sobre la enseñanza de las ciencias naturales a personas con discapacidad.....	24
Tabla 3. Estructura para la presentación de resultados a través del diseño metodológico del trabajo andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las Ciencias Naturales más allá de lo visual. ....	56
Tabla 4. Categorías y subcategorías emergentes de las entrevistas semiestructuradas y diarios de campo .....	58
Tabla 5 Rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias-EBC y habilidades científicas-HC en Ciencias Naturales para el grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018).....	67
Tabla 6. Rúbrica de las intenciones del andamiaje efectivo en las habilidades Científicas en Ciencias Naturales para el grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018) .....	69
Tabla 7. Evidencias de la rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias-EBC y habilidades científicas-HC en Ciencias Naturales para el estudiante AEC del grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018) .....	70
Tabla 8. Evidencias de la rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias y habilidades científicas en Ciencias Naturales para el estudiante CEC del grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018).....	75
Tabla 9. Rúbrica basada en las intenciones del andamiaje efectivo y el desarrollo de las habilidades científicas para para AEC del grado noveno. ....	77
Tabla 10. Rúbrica basada en las intenciones del andamiaje efectivo y el desarrollo de las habilidades científica para para CEC del grado noveno.....	80

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Resumen del diseño metodológico para estudio de caso: propuesta curricular basada en andamiaje y en un apoyo multisensorial para el desarrollo de habilidades científicas en ciencias naturales en un aula con diversidad de capacidades .....	50
Figura 2 Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur. Fuente: Google imágenes.....	55
Figura 3. Explicación para el diseño del material didáctico sobre la estructura del ADN para la enseñanza de los procesos de duplicación, transcripción y traducción del ADN ....	62
Figura 4. Explicación para el diseño del material para la enseñanza de la traducción. ....	63
Figura 5. Producto final de Tanginética. (créditos: Juan Camilo Morales) .....	66

## GLOSARIO

**Andamiaje:** herramienta para brindar apoyo a los estudiantes, mientras adquieren autonomía para realizar una tarea, para ilustrar los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en las interacciones entre las personas adultas y los niños. Wood, Bruner y Ross (1976).

**Apoyo multisensorial:** es lo que sirve de ayuda teniendo como base varios canales de percepción. En el caso de la educación es todo aquello que sirve para la enseñanza o el aprendizaje, mediante la recepción de la información a través de varios medios sensoriales.

**Estándares básicos de competencias:** son criterios claros y públicos que permiten establecer los niveles básicos de calidad de la educación a los que tienen derecho los niños y las niñas de todas las regiones del país, en todas las áreas que integran el conocimiento escolar.

**Discapacidad visual:** condición ocular que evidencian algunas personas que pueden dar lugar a diversos grados de pérdida de la visión.

**Ceguera:** pérdida total del campo y de la agudeza visual. Puede haber o no percepción de la luz.

**Baja visión:** reducción significativa en su percepción visual, en lo referido a la agudeza visual, la percepción del campo visual o de la luz



**Ajustes razonables:** Las acciones, adaptaciones, estrategias, apoyos, recursos o modificaciones necesarias y adecuadas del sistema educativo y la gestión escolar, basadas en necesidades específicas de cada estudiante, que persisten a pesar de que se incorpore el Diseño Universal de los Aprendizajes, y que se ponen en marcha tras una rigurosa evaluación de las características del estudiante con discapacidad

**Barreras en la educación:** Son obstáculos actitudinales, derivados de falsas creencias, por desconocimiento, institucionales, de infraestructura, entre otras, que pueden impedir el aprendizaje y la participación plena y efectiva en la sociedad, atendiendo a los principios de equidad de oportunidades e igualdad de condiciones.

**Habilidades científicas:** son destrezas que se van cumpliendo a medida que se va descubriendo un nuevo conocimiento.

**Educación inclusiva:** Proceso permanente que reconoce, valora y responde de manera pertinente a la diversidad de características, intereses, posibilidades y expectativas de las niñas, niños, adolescentes, jóvenes y adultos, cuyo objetivo es promover su desarrollo, aprendizaje y participación, con pares de su misma edad, en un ambiente de aprendizaje común, sin discriminación o exclusión alguna, y que garantiza, en el marco de los derechos humanos, los apoyos y los ajustes razonables requeridos en su proceso educativo, a través de prácticas, políticas y culturas que eliminan las barreras existentes en el entorno educativo.

## RESUMEN

Históricamente, la ciencia tradicional ha sido considerada como un área difícil de entender porque muchos de los conceptos que tratan de explicar, son muy complejos y abstractos. La enseñanza de las Ciencias Naturales se ha brindado de manera visual y por ello, se dificulta la comprensión y el aprendizaje para personas con discapacidad visual. Por tal motivo, se hace necesario adaptar aulas y realizar ajustes a las instrucciones, para permitir las percepciones táctil y auditiva. De esta manera, se podría contribuir con el mejoramiento del aprendizaje en las personas en esta condición (Sahin y Yorek, 2009). Como consecuencia, este proyecto tuvo como propósito analizar los efectos del andamiaje, basado en un apoyo multisensorial, sobre el desarrollo de las habilidades científicas en el proceso de aprendizaje de un área de la biología en estudiantes con discapacidad visual de una Institución Educativa del Municipio de Medellín. Este proyecto de investigación se orientó con la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo el andamiaje basado en un apoyo multisensorial puede favorecer el desarrollo de habilidades científicas en el aprendizaje de un área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del grado noveno B en la I. E. Francisco Luis Hernández Betancur? Para llevar a cabo los objetivos de este trabajo se utilizó el método de investigación acción de acuerdo con las fases propuestas por Pérez y Nieto (1992). Se utilizaron las técnicas de Observación no participante y entrevista semiestructurada y con los datos registrados, se realizó una triangulación con el fin de validarlos desde distintos puntos de vista e identificar cuáles eran los temas de biología que mayor dificultad presentaban para su comprensión y los factores que estaban asociados a ello. Con lo anterior, se evidenció que el tema que más se dificultaba para su comprensión

fue el de genética, específicamente los conceptos de duplicación y transcripción del ADN, lo que conllevó a la elaboración de un juego didáctico, el cual se nombró Tanginética y estuvo basado en un apoyo multisensorial. Con la elaboración y aplicación de Tanginética, el cual se apoya de los estándares básicos de competencias, de las habilidades científicas en Ciencias Naturales y en las intenciones del andamiaje (Rúa y Jaramillo, 2018) se pudo concluir que los estudiantes con discapacidad visual lograron acercarse a los conceptos propios del conocimiento científico en Ciencias Naturales, mediante el proceso de andamiaje efectivo. Todas estas evidencias sirven para recomendar que este tipo de estrategias multisensoriales puedan ser utilizados en todos los niveles de formación, independientemente de si se tiene o no la presencia de una persona con algún tipo de discapacidad en el aula.

**Palabras clave:** Andamiaje, apoyo multisensorial, discapacidad visual, estándares básicos de competencias, duplicación y transcripción del ADN.

## **ABSTRACT**

Historically, traditional science has been considered an area difficult to understand because many of the concepts they try to explain are very complex and abstract. The teaching of Natural Sciences has been provided visually and therefore, understanding and learning for people with visual disability is difficult. For this reason, it is necessary to adapt classrooms and make adjustments to the instructions, to allow tactile and auditory perceptions. In this way, one could contribute to the improvement of learning in people in this condition (Sahin and Yorek, 2009). Based on that, the objective of this project to analyze the effects of scaffolding, based on multisensory support, on the development of scientific abilities in the process of learning a biology area in students with visual disabilities of an Educational Institution of the of Medellin City. This research project was guided by the following research question: How can the scaffolding based on multisensory support favor the development of scientific Abilities in the learning of an area of Biology in students with visual disabilities of the ninth grade B in E.I Francisco Luis Henández Betancur? To carry out the objectives of this investigation, the action research method proposed by Pérez and Nieto (1992) was used. The techniques of non-participant observation and semi-structured interview will be used and with the data recorded, a triangulation was carried out in order to validate them from different points of view and identified were the biology issues that presented the greatest difficulty for their understanding and the factors that were associated with it. With the above, it is evident that the topic that was most difficult for understanding was the genetic one, specifically the concepts of DNA duplication and transcription, which implied the elaboration of a didactic play, which was named Tanginética and was

significantly in a multisensory support. With the development and application of Tanginética, which is based on the basic competencies, scientific skills in Natural Sciences and the intentions of scaffolding (Rúa and Jaramillo, 2018) it was concluded that students with visual disability managed to approach to the concepts of scientific knowledge in Natural Sciences, through the effective scaffolding process. All these evidences serve to recommend that this type of multisensory strategies can be used at all levels of training, affected by whether or not there is the presence of a person with some type of disability in the classroom.

**Keywords:** Scaffolding, multisensorial support, visual disability, Basic Competency Standards, DNA duplication and transcription.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo surgió de un interés propio por la manera en la que se imparte la enseñanza de las Ciencias Naturales a partir de mis experiencias de vida, a lo largo de todo el proceso educativo que he tenido como persona ciega. Ahora, próxima a obtener el título de Licenciada en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, he podido evidenciar que las metodologías empleadas suelen ser exclusivamente visuales, lo que dificulta el acceso al conocimiento científico de manera eficaz por parte de las personas en la misma condición mía. Siempre nos hemos quedado marginados de estas ciencias por lo que nace la idea de realizar un proyecto mediante el cual se pueda proponer una herramienta de aprendizaje para que las personas con discapacidad visual puedan romper el paradigma socialmente establecido de que una persona en esta condición es incapaz de acceder al conocimiento científico.

Adicional a lo anterior, es importante resaltar algunas consideraciones encontradas en la literatura que brindan soporte a este interés personal y que sirven como preámbulo para orientar al lector sobre las intenciones de esta investigación. A continuación, se resumen aquellas recopilaciones que dan cuenta de este propósito.

La educación inclusiva se ha convertido en un discurso encaminado a señalar, de manera crítica, las condiciones estructurales que impiden la inclusión de la diversidad en las aulas, lo cual conlleva a que estas construcciones sociales se convierten en una barrera sistémica (Martínez, 2001). Visibilizar y escuchar a quienes tienen dificultades y poco apoyo e identificar las barreras para el acceso y permanencia en la educación, son materia de estudio permanente para entender la manera de incrementar su participación en los espacios escolares. Para atender a esta necesidad, se sugiere tener en cuenta tres perspectivas: La voz de jóvenes, que han vivido directamente los procesos de exclusión/inclusión en diferentes escuelas, las barreras y facilitadores que los mismos sujetos protagonistas identifican como determinantes en su trayectoria escolar y las condiciones que potencian o aminoran su agencia en el aula y en la comunidad escolar. De esta manera, se podrá evidenciar que, tanto las barreras como los facilitadores, se mueven en los planos personal, cultural, social, político, normativo, curricular y didáctico. Es decir, su capacidad de agente, que tiene la posibilidad de empoderarse de las reglas y los recursos propios del entorno escolar (Vilchis y Arriaga, 2017)

Greca y Jerez (2017) afirman que una educación con calidad, en competencia y que se adapte a las necesidades de cada uno de los estudiantes, no es propia de las instituciones que acogen solo estudiantes sin discapacidades. Las adaptaciones curriculares, suelen incorporarse solo en las áreas de Matemáticas y de lenguaje, quedando las Ciencias Naturales, excluidas de este proceso. Lo anterior, se debe en gran medida, a que el mayor obstáculo para la inclusión en la educación científica, es la baja expectativa de los maestros

y padres de personas con discapacidad, al expresar “no puede estudiar la ciencia” (Fraser y Maguvhe, 2008). Sin embargo, es posible y beneficioso, adoptar metodologías constructivistas que apoyen a la enseñanza de las ciencias, para alumnos con discapacidades físicas e intelectuales (Mastropieri et al, 2001). Una metodología propuesta, es la indagación, la cual se basa en un aprendizaje en donde los estudiantes responden a preguntas esenciales, prácticas y significativas, que los mueve de roles pasivos hacia papeles más activos. Es decir, el aprendizaje es orientado con ejemplos reales de los conceptos que se estudian, hay interacción dialógica entre compañeros para describir, formular hipótesis, debatir, e intercambiar resultados (Crawford 1995; Kang y Pham, 1995; Childre et al, 2009). Así mismo, las adaptaciones curriculares para niños con discapacidad visual, han sido poco empleadas por los docentes, debido a la falta de conocimiento y poca atención a las necesidades escolares de dichos niños. Por tal motivo, muchos profesores, enseñan a todos los estudiantes de la misma manera, sin tener en cuenta sus distintas formas de aprender. De igual forma, los estudiantes tampoco se preocupan por exigirles una enseñanza con calidad, que garantice su inclusión. La forma como se percibe el mundo y se organiza la información, define el estilo de aprendizaje, además el canal por el cual llegan los conceptos, táctil, visual o auditivo. Por ello, una estimulación multisensorial, es fundamental para compensar la carencia de visión (Jácome, 2015).

En Colombia, las personas con discapacidad visual, no tienen garantías suficientes para llevar a cabo un proceso de formación, que tenga en cuenta sus necesidades. Dado lo anterior, Paredes (2014), abre un panorama reflexivo sobre el acceso a la educación en este



tipo de población. Es importante manifestar que, según las historias de vida de los adultos, es muy difícil encontrar un ambiente inclusivo al interior de las instituciones educativas. Muchas personas, no se han sensibilizado para entender los retos, que enfrentan a diario los estudiantes con discapacidad visual.

Por lo anterior, cada Institución Educativa, debe considerar en su política de atención a la discapacidad, planes que garanticen el acceso a la educación de personas bajo esta condición. De esta forma, se podrá lograr una verdadera formación integral y no tener en cuenta solamente el aspecto de la infraestructura, sino también, el académico. En este último, es importante despertar en los docentes, el interés por la inclusión y buscar un apoyo que les permita establecer estrategias y metodologías, que garanticen un aprendizaje significativo (Fernández y Duarte, 2016). Es por esto, que este proyecto se centra en el andamiaje basado en un apoyo multisensorial como herramienta de enseñanza, partiendo de estudios que muestran que la enseñanza de las Ciencias Naturales, debe impartirse a través de todos los sentidos, si se quiere hacer ciencia para todos (Martínez 2014).

## 1.1. Planteamiento del Problema

A nivel internacional son varios los estudios orientados al desarrollo de estrategias para garantizar el derecho a la educación expresado como la igualdad de oportunidades para el acceso, la permanencia y el logro educativo de todos los niños y jóvenes en la educación básica. Una investigación en la Universidad Autónoma de Tlaxcala México, consideró importante responder a los interrogantes sobre las experiencias que han vivido los estudiantes ciegos para atender a las necesidades y expectativas que les genera el ámbito académico. Allí pudieron concluir que no solo es necesario la capacitación de los profesores en cuanto al tema de la discapacidad, sino también el diseño de estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan que el estudiante acceda a una educación con calidad (Márquez, 2015).

En esa misma dirección, un estudio en España reveló que las tasas de analfabetismo en personas con discapacidad son demasiado altas y por ello, se acercan muy lentamente a las de aquellas sin discapacidad. Es decir que los primeros alcanzan resultados por debajo de toda la comunidad en general, lo cual apunta a la existencia de algún tipo de discriminación. Por lo tanto, la garantía de una educación inclusiva para los individuos con discapacidad, es un reto social que no es fácil e involucra técnicas, actitudes, estereotipos y expectativas (García, 2017).

En Colombia, las normas en donde se ampara el derecho a la educación para una persona con discapacidad y en donde se establecen mecanismos de inclusión para las mismas, se encuentran consignadas en varios marcos legales vigentes tales como la Constitución Política de Colombia de 1991; la Ley 30 de Educación Superior de 1990; la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación); la Ley 324 de 1996 y la Ley 361 de 1997, el decreto 1421 de 2017, entre otros. A pesar de esto, varios estudios han evidenciado que la población ciega no tiene garantías suficientes para llevar a cabo un proceso de formación que tenga en cuenta sus necesidades y también abren panoramas reflexivos en estos temas (Jiménez, 2002).

Dadas las condiciones anteriores, los estudiantes con discapacidad visual suponen un reto no solo a nivel arquitectónico, sino también un cambio a nivel curricular, de capacitación docente, de enseñanza, de aprendizaje y de evaluación (Márquez, 2015; Moriña y Perea, 2011). Además, indican que, según las historias de vida de los adultos, es muy difícil encontrar un ambiente inclusivo al interior de las Instituciones Educativas. Muchas personas, no se han sensibilizado para entender los desafíos que enfrentan a diario los alumnos en esta condición (Paredes, 2014).

Por otro lado, Sahin y Yorek, (2009) consideran que es necesario transformar las aulas y realizar dichos ajustes a las instrucciones que permitan la recepción táctil y auditiva para que, de esta manera, se pueda contribuir con el aprendizaje efectivo de las personas con discapacidad visual. En este caso, el profesor debe tener un conjunto de saberes que le

permitan articular el lenguaje científico con las actividades y con la realidad que busque la equidad para todos. En ocasiones, las herramientas empleadas no son suficientes, aún más, si dentro del aula se tiene a un estudiante ciego. Conocer las características, los intereses, las posibilidades y las dificultades de cada persona que aprende, permitiría al maestro brindar una atención diferenciada y flexible, que propicie un avance en la comprensión y adquisición de la competencia curricular.

Como puede observarse, es importante que en las Instituciones Educativas se conciba la necesidad de transformar prácticas que contribuyan a la educación inclusiva de toda la población en donde se desarrollen ajustes razonables, tal y como lo plantea el decreto 1421 (2017) que permitan el acceso y la participación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para ello, el maestro debe comprender cómo aprenden los estudiantes, reconocerlos y hacerlos parte activa de las clases de acuerdo con las políticas de educación inclusiva y los planes que garanticen la adquisición de las competencias curriculares (Fernández y Duarte, 2016).

Desde estos elementos curriculares se incorporan ajustes razonables en los planes de estudio con mayor énfasis en las áreas de Matemáticas y de Lenguaje, en donde la de las Ciencias Naturales, en muchas ocasiones, queda excluida de este proceso. Lo anterior se debe posiblemente, a que la barrera más recurrente para desarrollar prácticas inclusivas en la educación científica, es la baja expectativa de los maestros y padres de personas con discapacidad reflejadas, por ejemplo, al expresar “*no puede estudiar la ciencia*” (Fraser y

Maguvhe, 2008). Sin embargo, es beneficioso adoptar metodologías constructivistas que apoyen este aprendizaje para todos los estudiantes, sin exclusión de aquellos que presentan algún tipo de discapacidad. (Mastropieri *et al*, 2001).

Por su parte, Parra (2015) evidenció la importancia que tienen las adaptaciones realizadas a las prácticas de laboratorio para estudiantes con y sin discapacidad visual, de tal manera que garantice la autonomía y les permita experiencias nuevas que motiven la construcción de conocimientos científicos. La principal dificultad en el desarrollo de estas actividades, en donde hay estudiantes ciegos, es la falta de recursos adaptados, por lo tanto, se recomienda diseñar ajustes en los instrumentos para las diferentes áreas de la ciencia y para todos los niveles educativos.

Al respecto Greca y Jerez (2017) afirmaron que una educación con calidad y que se adapte a las necesidades de cada estudiante, no es propia de las Instituciones Educativas que acogen solo a niños y jóvenes sin discapacidades, por tanto, al hablar de calidad es importante que éstas garanticen el acceso, la permanencia y la promoción de toda la población sin exclusión alguna y que generen en la práctica educativa las transformaciones necesarias para la participación y adquisición del aprendizaje de todos los estudiantes, incluidos aquellos que presentan discapacidad visual. Sin embargo, los ajustes mencionados para esta población se han utilizado muy poco por los docentes, debido a la falta de conocimiento y poca atención a las necesidades escolares, lo que conlleva a que se enseñe de la misma manera, sin tener en cuenta las distintas formas de aprender. De igual forma, los estudiantes tampoco se preocupan por exigir una enseñanza con calidad que garantice su inclusión.

Significa entonces, que en las dinámicas del aula se deben incluir diferentes estrategias de apoyo que favorezcan la participación en los procesos de aprendizaje y actividades llevadas a cabo en las clases, éstas en muchas ocasiones, requieren del uso de materiales didácticos con los que se pueda interactuar, libros digitales y modelos 3D. De esta forma se puede mejorar el acceso a la comprensión y al uso de los conceptos trabajados que promuevan la inclusión de todos los estudiantes, desde los aspectos curriculares y normativos para lograr en los docentes el interés por diseñar y desarrollar estrategias que posibiliten la formación integral de los estudiantes (Fernández y Duarte, 2016).

En general, los estudios consultados proporcionan resultados importantes sobre la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia tradicional y consideran que es un área difícil de comprender ya que muchos de los conceptos que tratan de explicar son complejos, abstractos y, además, su enseñanza se apoya de manera significativa en modelos que incluyen únicamente el sentido de la visión y por ello, los estudiantes con discapacidad visual encuentran mayores barreras para acceder al entendimiento de esta área.

En la búsqueda de diferentes estudios investigativos se encontró que una metodología propuesta para favorecer los procesos de inclusión desde esta área, es la indagación, la cual se basa en un aprendizaje en donde los estudiantes responden a preguntas esenciales y prácticas significativas, que los mueve de roles pasivos hacia papeles más activos. Es decir, el aprendizaje es orientado con ejemplos reales de los conceptos que se estudian, hay interacción dialógica entre compañeros para describir,

formular hipótesis, debatir e intercambiar resultados (Crawford 1995; Kang y Pham, 1995; Childre *et al*, 2009).

Otras metodologías y estrategias que favorecen la educación inclusiva en Ciencias son las que se basan en apoyos multisensoriales, las cuales buscan garantizar la apropiación de todos los estudiantes de las temáticas trabajadas a partir de la utilización de todos los sentidos. Según se ha citado, la forma de percibir el mundo y de organizar la información, a través del canal sensorial por el cual llegan los conceptos, define el estilo de aprendizaje. Por ello, una estimulación con este tipo de herramienta, sería fundamental para compensar la carencia de visión (Jácome, 2015). En relación con esto último, Ayala y colaboradores (2013) argumentaron que la discapacidad visual no supone un obstáculo en el aprendizaje de las Ciencias Naturales, ni en el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con el área y que, por el contrario, se favorece el reconocimiento de los elementos conceptuales trabajados en clase a partir de otros sentidos diferentes al de la visión.

En consideración con lo planteado, es de gran importancia utilizar una estrategia que pueda fortalecer el proceso de la enseñanza de las Ciencias Naturales para estudiantes con discapacidad visual, tal como la metáfora del andamiaje. Dicha estrategia, basada en un apoyo multisensorial, será una base importante para contribuir con la producción, aplicación y experimentación no sólo en esta área del saber, sino también en las áreas de la pedagogía y la didáctica. Esta metáfora ha sido trasladada a la educación, mediante la interacción maestro-alumno, en donde los estudiantes, son apoyados por los maestros, para que puedan usar una estrategia cognitiva que les ayude a desarrollar su potencial (Wood *et al*, 1976, 1978; Mehan, 1979; Applebee, 1983; Langer & Applebee, 1986). El uso de este

concepto para la educación de niños con discapacidades, ha recibido mucha atención en los últimos años y su aplicación ha demostrado ser útil, pero su potencial no se ha realizado completamente (Stone, 1998).

Por lo anteriormente expuesto, proponer el andamiaje con apoyo multisensorial como base del proceso de la enseñanza de las Ciencias Naturales para estudiantes con discapacidad visual, puede contribuir con su aprendizaje. Por tanto, con este proyecto se buscó responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el andamiaje basado en un apoyo multisensorial puede favorecer el desarrollo de habilidades científicas en el área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del grado noveno B en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur?

Asimismo, la metodología de este trabajo estuvo orientada por las siguientes preguntas subsidiarias ¿Cuáles son las barreras que las personas con discapacidad visual pueden encontrar en su proceso de aprendizaje en un tema de la biología? ¿Cuáles son los ajustes razonables que requieren las personas con discapacidad visual para el desarrollo de habilidades científicas en esta área del saber en términos del andamiaje efectivo? ¿Cuáles son los niveles de aproximación en el dominio de habilidades científicas que pueden desarrollar estudiantes con discapacidad visual mediante el andamiaje basado en un apoyo multisensorial?



## 1.2. Antecedentes

Tras realizar la revisión bibliográfica acerca de las temáticas que se asemejan a la presente investigación, se hallaron diferentes estudios en el ámbito internacional, nacional y regional que orientan con elementos congruentes el ejercicio investigativo. Para ello, se tuvieron en cuenta varios criterios de búsqueda tales como estudios empíricos con relación a la educación, educación en las ciencias naturales y/o educación inclusiva, especialmente para personas con discapacidad visual. Se hizo exploración en las bases de datos Science Direct, Scopus y Dialnet con artículos publicados entre el 2003 y el 2017. A continuación,

En la tabla 1 se condensan los hallazgos significativos de los trabajos revisados en el ámbito internacional, para ello se referencia autor, año, país, título, metodología y hallazgos relevantes. Posteriormente, se presenta un análisis reflexivo y comparativo entre ellos.

**Tabla 1. Antecedentes internacionales sobre la enseñanza de las ciencias naturales a personas con discapacidad**

AUTOR	AÑO/PAÍS	TÍTULO	METODOL OGÍA	HALLAZGOS RELEVANTES
Naranjo, Gabriela; Candela, Antonia.	2006, México.	Ciencias naturales en un grupo con un alumno ciego. Los saberes docentes en acción.	Etnografía.	La enseñanza de las Ciencias Naturales, es expuesta por varios autores como una tarea con cierta complejidad implícita. Para que se acceda al aprendizaje, es necesario que los docentes articulen el saber y el lenguaje científico, con las actividades y la realidad. Esto puede ser posible con la utilización de gestos y otros apoyos visuales, sin embargo, cuando hay un estudiante ciego, el docente debe acudir a otras estrategias como la improvisación y la compensación. El conocimiento sobre las características particulares de los estudiantes, le permitirá al docente brindar una atención diferenciada y flexible para que se alcance el propósito educativo. También dentro de las dinámicas cotidianas, el maestro puede evidenciar cómo dentro de la enseñanza de las ciencias, son importantes las actividades, además de la importancia del trabajo grupal como apoyo.
Mehmet Sahin, Nurettin Yorek.	2009, Turquía.	Teaching Science to Visually Impaired Students: A Small-Scale Qualitative Study (Enseñanza de la ciencia a estudiantes con discapacidad visual: un estudio cualitativo a pequeña escala)	No se especifica.	Durante mucho tiempo, la ciencia ha sido considerada como una asignatura difícil de comprender, posiblemente porque muchos de los conceptos que trata de explicar, son complejos y abstractos. Además, para enseñarla se ha priorizado el canal sensorial visual, por lo que la comprensión y el aprendizaje de ésta en personas con discapacidad visual es más complejo. Por esta razón, se hace necesario que las aulas se adapten y los ajustes a las instrucciones se realicen, para permitir la recepción de la información a partir de otros canales sensoriales y de esta forma mejorar el aprendizaje de las personas ciegas.

---

Anabel Moriña Díez, Víctor Hugo Perea Rodríguez.	2011, España.	¿Educación inclusiva en la Enseñanza Superior?: el caso del alumnado con discapacidad.	Investigación Biográfica Narrativa.	<p>Si bien la transformación en las políticas y la legislación con respecto al tema de inclusión, ha generado un cambio interesante en el éxito académico de las personas con discapacidad visual, no es menos cierto que este grupo de estudiantes sigue siendo minoritario y aún se necesitan experiencias inclusivas en la enseñanza, que den cuenta del avance. Los países desarrollados, desde hace varios años, han trabajado para aumentar los procesos inclusivos dado el reto que suponen los estudiantes con discapacidad visual, no solo a nivel arquitectónico sino también curricular, en formación docente y evaluación.</p> <p>El ingreso a la universidad mejora y favorece los niveles de calidad de vida de las personas con discapacidad y es por ello, que es bastante importante mejorar estos procesos. Mediante las narrativas es posible reflexionar sobre estas prácticas y la influencia en la trayectoria académica.</p>
Marcela Elizabeth Jácome Altamirano.	2015, Ecuador.	Las adaptaciones curriculares para los niños con deficiencia visual y su incidencia en el aprendizaje de las ciencias naturales del “Centro escolar Ecuador”.	No se especifica.	<p>La falta de conocimiento y poca atención a las necesidades escolares de los niños con discapacidad, han generado que las adaptaciones curriculares sean poco empleadas por los docentes. Igualmente, los estudiantes tampoco orientan a sus docentes en cómo puede mejorar el proceso tanto de la enseñanza, como del aprendizaje y exigirles una enseñanza de calidad que garantice su inclusión. Se enseña a todos los estudiantes de la misma manera, sin considerar las distintas formas de aprender, las cuales son definidas por la manera en la que se percibe y se organiza la información, además del canal por el cual se recibe (táctil, visual o auditivo). Es, por tanto, que la estimulación multisensorial es fundamental para compensar en este caso la carencia de visión.</p>

---

---

Genoveva Márquez-Ramírez	2015, México.	Los estudiantes universitarios con diversidad funcional visual. Sus retos.		Como sociedad es importante asegurar que la persona con discapacidad, se incorpore a la vida académica y pueda obtener un título profesional. En México, por ejemplo, uno de los objetivos estratégicos de la educación básica es alcanzar la justicia y la equidad, a partir de las oportunidades en acceso, permanencia y logro educativo de todos los estudiantes. En este artículo se señala que “la discapacidad surge del fracaso del entorno social para ajustarse a las necesidades de los ciudadanos con carencias” (Hahn, 1985 p. 24), por lo que se invita a responder a las necesidades y expectativas de los estudiantes.
Rodolfo Cruz Vadillo y Miguel Ángel Casillas Alvarado.	2016, México	Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México.	No se exponen, no se especifican.	Históricamente los espacios académicos, solo eran para un grupo de personas que lograban cumplir con unos requisitos y las posibilidades de ingreso para quien no los cumpliera, eran pocas. Las reformas educativas y los cambios relacionados con los derechos humanos, ha posibilitado cambios en este espacio de aprendizaje. Sin embargo, aunque mucho se ha avanzado en el tema, los espacios no son suficientes y queda muchas situaciones aún por analizar, por esta razón, es importante realizar una revisión de como se ha incluido a los estudiantes en estos espacios académicos y así reconocer, modificar prácticas y eliminar las barreras de participación.

---

<p>Manuel B Crespo Villalba, Ángeles Alonso Vargas, Mario Martínez Azorín, Joaquín Moreno Compañ, Alejandro Terrones Contreras, José Luis Villar García, Joan Pérez Botella.</p>	<p>2017, España.</p>	<p>Procedimientos de adaptación curricular en las prácticas de asignaturas del área de botánica (grado en biología) con alumnado con discapacidad.</p>	<p>Investigación acción.</p>	<p>Desde el inicio, la Universidad ha orientado la docencia y la investigación y hoy en día, se considera como un espacio vivo que se ha ido adaptando a las demandas sociales de la inclusión. Por ello, esta debe comprenderse como un espacio que trabaja por la potenciación de la igualdad como valor social. La producción de nuevos conocimientos con alto grado de experimentación también es uno de los objetivos de estos espacios académicos. Por tal razón, no es muy común que las personas con discapacidad visual apliquen a este tipo de programas. Frente a esto es clave que los docentes se comprometan a desarrollar espacios de aprendizaje inclusivos, a partir de la sensibilización desde estos espacios para que se logre mayor disposición, porque finalmente, es el profesor, el responsable de las adaptaciones curriculares y de la identificación de elementos para promover soluciones desde el reconocimiento de la diversidad y con calidad educativa.</p>
<p>Aistin Huete García</p>	<p>2017, España.</p>	<p>Las personas con discapacidad en la escuela. Luces y sombras del proceso de inclusión educativa en España</p>		<p>Si se realiza una comparación entre la población con discapacidad y la población regular, se logra dilucidar que las personas con discapacidad alcanzan resultados por debajo de la población general, lo que con lleva a pensar que existe algún tipo de discriminación, desde los aspectos académicos, por la existencia de alguna dificultad. La educación inclusiva es un tema de reivindicación constante, puede ser todo un reto en cuanto a cuestiones técnicas, la actitud, los estereotipos y las expectativas.</p>
<p>Ileana María Greca, Ester Jerez Herrero.</p>	<p>2017, España.</p>	<p>Propuesta para la enseñanza de ciencias naturales en educación primaria en un aula inclusiva.</p>	<p>Indagación.</p>	<p>Las instituciones educativas aún no están preparadas para brindar educación de calidad en competencia que se adapte a las necesidades particulares de cada estudiante. Las adaptaciones curriculares realizadas, suelen incorporarse solo en las áreas de matemáticas y lenguaje y excluyen las ciencias naturales de este proceso, esto se debe, en gran parte, a la falta de formación específica de los docentes en educación científica, que conciben a las ciencias como algo inalcanzable para las personas con discapacidad.</p> <p>Una estrategia metodológica importante, es el uso de la indagación, debido a que plantea</p>

				<p>un problema real a los estudiantes y ellos asumen el rol de investigadores, al proponer hipótesis y realizar experimentos donde se contrasten. Estas situaciones son favorables para el acceso al aprendizaje de las personas con discapacidad visual.</p>
Vilchis Romero, Violeta; Arriaga Ornelas, José Luis	2017, México	Vivir y enfrentar la integración/exclusión educativa en el nivel medio superior: Estudios de caso en jóvenes de San Luis Potosí, México.	Estudio de caso, Investigación Biográfica narrativa.	<p>Cuando se habla de inclusión educativa se encamina básicamente el tema a señalar críticamente las condiciones estructurales, que resultan adversas para asumir la diversidad en las aulas y lo que se constituye en barreras. La poca visibilización de las personas que han experimentado estos procesos de integración/exclusión, las dificultades, la falta de apoyos y las barreras encontradas para su acceso y permanencia en la educación, son materia de reflexión permanente, para comprender qué tipo de obstáculos son los que se deben eliminar o mejorar y de qué manera se puede llevar esto a cabo, para así, poder incrementar la participación de esta población en los espacios escolares.</p>
Quelen Silveira Coden Nilson Marcos García	y 2017, Brasil	Aprender con otros sentidos: estrategias para la atención de alumnos con deficiencia visual	Entrevista semiestructurada	<p>Como estrategias para incluir a los estudiantes con discapacidad visual está primero, el comprender las distintas metodologías de trabajo que se pueden llevar a cabo. El uso de materiales didácticos es uno de ellos, por ejemplo, los libros digitales y los modelos en 3D. Otra metodología de trabajo está enmarcada en las actividades evaluativas, reconocidas éstas como la forma de medir y de verificar los conocimientos. Por ejemplo, la lectura en Braille es más demorada, lo que significa que el tiempo de evaluación esta con respecto a una regular debe ser mayor. En general, lo que debe buscar el maestro es realizar un trabajo conjunto en el aula, pero con las adaptaciones necesarias para los estudiantes con discapacidad.</p> <p>Otra estrategia importante en el proceso de enseñanza y de aprendizaje es garantizar, como maestro, que los estudiantes con discapacidad sean parte activa de las clases. Las Instituciones Educativas deben reconocer la necesidad de contar con profesionales de las áreas específicas y de la inclusión y así producir materiales y poder brindar el acompañamiento en el reconocimiento de elementos particulares del estudiante.</p>

Fuente: Elaboración propia

Como se acaba de mostrar en la Tabla 1, en el orden internacional se referencian 11 estudios, sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales a personas con discapacidad visual. Algunos de ellos de países como España, México, Turquía, Brasil y Ecuador. Las investigaciones fueron realizadas bajo el paradigma de investigación cualitativo, en donde los autores más que recoger datos e interpretarlos por medios de análisis y programas estadísticos, evidenciaron las situaciones reales a las que se deben enfrentar las personas con discapacidad visual en los diferentes contextos educativos. Las investigaciones se basaron en el enfoque crítico-social (Investigación Acción) y en el histórico hermenéutico (Etnografía, biográfico narrativo, entre otras).

Estos estudios proporcionan resultados importantes entre los cuales se destacan metodologías y estrategias de enseñanza, en las que se estimulan los sentidos (apoyos multisensoriales de las ciencias) que garantizan la apropiación de las temáticas trabajadas de todos los estudiantes en general. En segundo lugar, la autoevaluación continua del profesorado y de su quehacer docente.

Naranjo y Candela (2006), argumentan que la enseñanza de las Ciencias Naturales, ha sido expuesta por varios autores como una tarea con cierta complejidad implícita. Para que se dé el debido aprendizaje por parte de los estudiantes, el docente debe tener un conjunto de saberes que le permitan articular el lenguaje científico con las actividades y la realidad, hechos que, en ocasiones, pueden ser posibles al plantear diferentes actividades o incluso al usar gestos y otros apoyos visuales. Algunas veces,

estas herramientas no son suficientes y más, si dentro del aula, se tiene a un estudiante ciego, por tanto, el profesor debe acudir a otros factores de su acción docente como lo son la improvisación y la compensación, ya que su interés primordial es impartir conocimiento, a todos y cada uno de los estudiantes incluido el estudiante con discapacidad visual, sin importar que no esté capacitado para ello.

Coden y Dias (2017) expresan cómo el conocimiento sobre las características, intereses, posibilidades y dificultades de sus alumnos permite al maestro brindar una atención diferenciada y flexible para propiciar un avance homogéneo en la comprensión del contenido. También dentro de las dinámicas del día a día, el maestro puede evidenciar cómo dentro de la enseñanza de las ciencias, son importantes las actividades, además de las necesidades del trabajo grupal como apoyo.

Las metodologías de trabajo están enmarcadas en las actividades evaluativas, al mostrarlas como la forma para medir y verificar los conocimientos. Por ejemplo, la lectura es Braille es más demorada, lo que significa que el tiempo de evaluación de una regular a una adaptada debe de ser mayor. En general lo que debe buscar el maestro es realizar un trabajo conjunto en el aula, pero con las adaptaciones necesarias para los estudiantes con discapacidad.

Como última categoría del proceso de enseñanza y de aprendizaje está el entender, como maestro, la forma en la que aprenden los estudiantes, reconocerlos siempre en el aula y hacerlos parte activa de las clases. Las instituciones educativas deben



reconocer la necesidad de tener soporte educativo con profesionales tanto de las áreas específicas a tratar, como de profesores con conocimiento en inclusión para la producción de materiales y para recibir formación relacionada con las especificidades del alumno. La manera de cómo cada individuo entiende la discapacidad influye significativamente en este proceso (la accesibilidad lleva a la inclusión), si dentro del aula se disminuyen las barreras del conocimiento, el entendimiento por parte de todos será de una forma más asertiva.

En cuanto a la preparación de las instituciones para abordaje de la inclusión Greca y Jerez (2017) dicen. Las instituciones ordinarias, no están preparados para ofrecer una educación de calidad en competencia, que se adapte a las necesidades propias de cada estudiante. Las adaptaciones curriculares, suelen incorporarse solo en las áreas de matemáticas y lenguaje y excluyen a las ciencias naturales de este proceso, esto se debe en gran medida a la falta de formación específica de los docentes en educación científica, al concebir las ciencias como algo inalcanzable para las personas con discapacidad. El uso de la indagación, puede proporcionar mejores resultados al hacer posible el aprendizaje de las ciencias naturales a personas con discapacidad, debido a que plantea un problema real a los estudiantes y ellos asumen el rol de investigadores al proponer hipótesis y al realizar experimentos donde se contrasten.

Las adaptaciones curriculares y su incidencia en el aprendizaje de las ciencias naturales, es otro tema relevante en la adquisición de conocimiento científico. Las

adaptaciones curriculares para niños con discapacidad visual, han sido poco empleadas por los docentes debido a la falta de conocimiento y poca atención a las necesidades escolares de dichos niños, por tal motivo, enseñan a todos los estudiantes de la misma manera sin tener en cuenta sus distintas formas de aprender. De la misma manera, los estudiantes tampoco se preocupan por orientar a sus docentes, en cómo puede mejorar el proceso tanto de la enseñanza, como del aprendizaje y exigirles una enseñanza de calidad que garantice su inclusión. La forma en como percibimos el mundo y organizamos la información, define el estilo de aprendizaje, además del canal por el que nos llegan los conceptos (táctil, visual, auditivo). Es, por tanto, que la estimulación multisensorial es fundamental para compensar, en este caso, la carencia de visión como lo expresa Jácome M. (2015)

De igual forma Mehmet Sahin, Nurettin Yorek (2009) identifican dentro de la enseñanza de las ciencias que la ciencia durante mucho tiempo ha sido considerada como un área difícil de entender, esto debido a que muchos de los conceptos que trata de explicar, son muy complejos y abstractos. Sumado a esto, se encuentra que la enseñanza de las ciencias naturales se ha impartido de una manera visual, por lo que se dificulta aún más la comprensión y el aprendizaje de esta en personas con discapacidad visual. Por tal motivo, se hace necesario que las aulas se adapten y los ajustes a las instrucciones se realicen, para permitir la recepción táctil y auditiva y de esta forma mejorar el aprendizaje de las personas ciegas.

Las políticas y la legislación con respecto al tema de inclusión, es un tema que también va de la mano con la educación, así lo interpretan Moriña y Perea (2015) quienes expresan que estas políticas, han generado un cambio en las estadísticas del alumnado con discapacidad en la educación superior. A pesar de este hecho, no es menos cierto que este grupo de estudiantes sigue siendo minoritario y aún se necesitan experiencias inclusivas en la Enseñanza Superior (ES), que den cuenta de cómo se avanza en este sentido. Desde la década pasada, los países desarrollados han implementado acciones para que sus universidades sean más accesibles a las personas con discapacidad, al aumentar progresivamente los procesos inclusivos. No es un secreto, que los estudiantes con discapacidad suponen un reto para las universidades y no solo a nivel arquitectónico, implica también un cambio a nivel curricular, capacitación docente, enseñanza, aprendizaje y evaluación. Tampoco es un secreto que tanto para las personas con o sin discapacidad la universidad es un vehículo por medio del cual se transforma y mejora la calidad de vida, en este sentido, es que se busca avanzar y mejorar en los procesos inclusivos en la enseñanza superior y de esta forma las instituciones comiencen a quitarse el rótulo excluyente para su acceso y permanencia, al usar las narraciones como metodología, es posible reflexionar acerca de cómo las diversas actitudes, prácticas y conductas experimentadas en determinadas situaciones universitarias, influyen en las trayectorias académicas. La inclusión educativa ha sido básicamente materia de un discurso encaminado a señalar críticamente las condiciones estructurales, históricamente construidas, que resultan adversas a la inclusión de la diversidad en las aulas, lo cual termina constituyéndose en barreras sistémicas contra la educación inclusiva.

El anterior antecedente, evidencia la relevancia del presente trabajo dado que busca indagar cómo el andamiaje y los apoyos multisensoriales, suponen una novedad investigativa al ser consecuente con las recomendaciones dadas en cada estudio en cuanto al tema y los métodos investigativos.

Para finalizar, se anota que La invisibilización de quienes han experimentado procesos de integración/exclusión, las dificultades, la falta de ayudas, las barreras encontradas para su acceso y permanencia en la educación , son materia de estudio permanente, para entender qué tipo de obstáculos son los que se deben librar y de qué manera se pueden sortear, para así, poder incrementar su participación en los espacios escolares como cuenta Romero y sus colaboradores (2017), en el estudio de caso evaluado en la ciudad de México

En la Tabla 2 se recopilan los hallazgos significativos de los trabajos revisados en el ámbito nacional. Para ello se referencia autor, año, país, título, metodología y hallazgos relevantes; posteriormente, se presenta un análisis reflexivo y comparativo entre ellos. Es importante indicar que la búsqueda de antecedentes se dirigió hacia el tema de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en estudiantes con Discapacidad Visual.

**Tabla 2. Antecedentes nacionales y regionales sobre la enseñanza de las ciencias naturales a personas con discapacidad.**

AUTOR	AÑO/PAÍS	TÍTULO	METODOLOGÍA	HALLAZGOS RELEVANTES
Edwin Giovany Ayala A, Liz Mariángela Martínez B y Sonia Patricia Romero Ríos	2013, Colombia	Fortalecimiento de habilidades cognitivas desde las ciencias naturales en estudiantes con discapacidad visual en el colegio República De China I. E. D.	Investigación acción.	La discapacidad visual no representa un obstáculo para el aprendizaje de las ciencias naturales y el desarrollo de habilidades cognitivas, relacionadas con el área. Esto, gracias a la ayuda de las diferentes herramientas tiflotécnicas y tiflológicas, las cuales han permitido que las personas con esta discapacidad puedan acceder a la información con autonomía e independencia en el uso de materiales y actividades de estudio. De esta forma, es posible recibir la información por medio de otros sentidos.
Paola Andrea Arango Mira, Alexander Yarza de los Ríos.	2013, Medellín, Colombia	¿Aprender juntos o aprender separados?: relatos de vida sobre las experiencias de aprender de niños y niñas con discapacidad(es) en Medellín (Antioquia, Colombia).	Biográfico narrativo.	A partir de este trabajo se puede visibilizar algunas de las implicaciones que tiene la forma en que se concibe la diversidad de aprendizajes, esto a través de narraciones realizadas por los estudiantes con discapacidad visual. Dicho ejercicio posibilitó reflexiones permanentes frente al aprendizaje que se da en las Instituciones Educativas y en la formación de docentes, las cuales pueden avanzar un poco más para acercarse a la realidad y a la vida diaria de los sujetos. En lugar de cerrar espacios educativos, es importante generar alternativas y posibilidades educativas hospitalarias y acogedoras en donde las relaciones con el aprendizaje tengan un lugar central en la vida de los estudiantes, sus familias y los maestros.
Anderson Aristizábal López, Luis Felipe Ortiz Clavijo, Johan	2013, Colombia (Medellín)	Las TIC como herramienta en la enseñanza de las ciencias exactas para personas con	Investigación acción participativa.	Esta investigación muestra diferentes metodologías, estrategias y actividades en la enseñanza de las ciencias exactas a estudiantes con discapacidad visual, mediante la

Andrés Ochoa Quiroz	discapacidad visual.	introducción en las prácticas docentes de nuevos métodos constructivistas de enseñanza y aprendizaje que contemplan el uso de las TIC como una herramienta de trabajo. El uso de las TIC en el escenario educativo posibilita elementos cognitivos que favorecen la inteligencia y potencian la motivación por el aprendizaje.
Andrea Martínez, Jonathan Hurtado y Janyeth Poloche.	2014, Colombia Aprendizaje de las ciencias en la educación básica formal de Bogotá para estudiantes con limitación visual.	Etnografía.  Es recomendable que la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales, se realice desde una didáctica multisensorial, no solo para garantizar la inclusión de las personas con discapacidad visual, sino para brindar la posibilidad de hacer ciencia para todos. Lo anterior, refleja que, dentro de los ajustes razonables que se requieren en esta área, no se debe trabajar solo con textos, ya que limitaría el conocimiento de un contenido, cuya comprensión esté vinculada a conceptos y a modelos, sino que es importante que los docentes al momento de realizar adaptaciones curriculares, hagan uso de las herramientas tiflológicas que permitan favorecer este aprendizaje.
Jesús Andrés Paredes Pérez Over Quijano Valencia	2014, Colombia Metodologías, ambientes y prácticas pedagógicas para la inclusión escolar de personas con discapacidad visual, una lectura de estudios de caso.	Investigación acción participativa.  En Colombia las personas con discapacidad visual no tienen garantías suficientes para llevar a cabo un proceso de formación, que tenga en cuenta sus necesidades. Lo anterior, abre un panorama reflexivo sobre el acceso a la educación en este tipo de población. Es importante manifestar que, según las historias de vida de los adultos, es muy difícil encontrar un ambiente inclusivo al interior de las instituciones educativas, muchas personas no se han sensibilizado para entender los retos que enfrentan a diario los estudiantes con discapacidad visual.

Jorge Parra Vargas.	2015, Colombia	Adaptación de tres prácticas de laboratorio dirigido a la enseñanza del concepto de fuerza de fricción a niños invidentes del colegio Luis Ángel Arango.	Investigación de campo.	<p>A partir de esta investigación se muestra la importancia que tienen las prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en todos los estudiantes, con y sin discapacidad visual, y refleja claramente que éstas pueden ser adaptadas para garantizar autonomía a los estudiantes ciegos en su ejecución. Dichas prácticas, los enfrenta a experiencias nuevas y los motiva a construir conocimientos científicos.</p> <p>La principal dificultad en el desarrollo del trabajo en el laboratorio, en donde hay estudiantes con y sin discapacidad visual, es la falta de recursos adaptados. Por tal razón, se recomienda diseñar ajustes en los instrumentos para las diversas áreas de la ciencia y para todos los niveles educativos.</p>
Flavio H. Fernández-Morales y Julio E. Duarte	2016, Colombia	Retos de la Inclusión Académica de Personas con Discapacidad en una Universidad Pública Colombiana	Etnografía.	<p>Cada Institución educativa debe considerar en su política de atención a la discapacidad, planes educativos que garanticen el acceso a la educación de personas bajo esta condición. De esta manera, se podrá lograr una verdadera formación integral y no tener en cuenta solamente el aspecto de la infraestructura, sino también, el académico. En este último, es importante despertar en los docentes, el interés por la inclusión y buscar un apoyo que les permita establecer estrategias y metodologías, que garanticen un aprendizaje significativo.</p>

*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo a los anteriores datos se evidencia que, en el contexto nacional, los investigadores interesados en el tema han orientado los estudios a las realidades que enfrentan las personas con discapacidad visual dentro de los contextos educativos, más allá de recoger datos y plantear hipótesis con base a resultados estadísticos. Las investigaciones se basaron en el enfoque crítico-social (Investigación Acción e

Investigación Acción Participativa) y en el histórico hermenéutico (Etnografía, biográfico narrativo, entre otras). Estos estudios brindan metodologías y estrategias de enseñanza, en las que se estimulan los demás sentidos (didáctica multisensorial de las ciencias) que garantizan la apropiación de las temáticas trabajadas de todos los estudiantes en general. Algunos de estos estudios se describen a continuación.

Ayala y colaboradores (2013), argumentaron que la discapacidad visual, no supone un obstáculo para el aprendizaje significativo de las Ciencias Naturales y el desarrollo de habilidades cognitivas relacionadas con el área. Lo anterior, a partir del uso de las diferentes herramientas tiflotécnicas y tiflológicas que facilitan que las personas con discapacidad visual tengan un mayor acceso a la información, autonomía en la comunicación e independencia en el manejo de materiales y propuestas de estudio. De esta manera, se logra la recepción de la información, por medio de otros sentidos. Por lo anterior, una persona con discapacidad visual, está en la capacidad de desarrollar actividades relacionadas con las Ciencias Naturales, mediante las Tecnologías de Información y Comunicación-TIC.

Otro estudio, muestra que la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias Naturales, se deben impartir desde una didáctica multisensorial, no solo para garantizar la inclusión de las personas con discapacidad visual, sino para hacer ciencia para todos (Martínez, 2014). Lo anterior, refleja que, dentro de los ajustes razonables que se requieren en las Ciencias Naturales para las personas con discapacidad visual, no se



debe considerar trabajar solo con textos, ya que limitaría el conocimiento de un contenido, cuya comprensión está vinculada a conceptos y a modelos. Por ello, es importante que los docentes al momento de realizar adaptaciones curriculares, hagan uso de las herramientas tiflológicas que posea la Institución.

Parra en el 2015, evidenció la importancia que tienen las adaptaciones de las prácticas de laboratorio para estudiantes con y sin discapacidad visual, para garantizar la autonomía de los estudiantes. Estas prácticas, los enfrenta a experiencias nuevas y los motiva a construir conocimientos científicos. La principal dificultad en el desarrollo de prácticas de laboratorio, en donde hay estudiantes ciegos, es la falta de recursos adaptados. Se recomienda diseñar ajustes en los instrumentos de dichas prácticas, para las diferentes áreas de la ciencia y para todos los niveles educativos.

En Colombia, las personas con discapacidad visual, no tienen garantías suficientes para llevar a cabo un proceso de formación, que tenga en cuenta sus necesidades. Dado lo anterior, Paredes (2014), abre un panorama reflexivo sobre el acceso a la educación en este tipo de población. Es importante manifestar que, según las historias de vida de los adultos, es muy difícil encontrar un ambiente inclusivo al interior de las instituciones educativas. Muchas personas no se han sensibilizado para entender los retos que enfrentan a diario los estudiantes con discapacidad visual.

Por lo anterior, cada Institución Educativa, debe considerar en su política de atención a la discapacidad, planes que garanticen el acceso a la educación de personas bajo esta condición. De esta manera, se podrá lograr una verdadera formación integral y no tener en cuenta solamente el aspecto de la infraestructura, sino también, el académico. En este último, es importante despertar en los docentes, el interés por la inclusión y buscar un apoyo que les permita establecer estrategias y metodologías, que garanticen un aprendizaje significativo (Fernández y Duarte. 2016)

Finalmente, Arango y Yarza en el 2013, plantearon que, a través de experiencias narradas, se puede establecer no solamente, cómo es el proceso de enseñanza y aprendizaje en los diferentes tipos de educación, sino también, evidenciar fortalezas y debilidades que hay en los mismos. A partir de este método, se pueden encontrar datos importantes, ya que los participantes comparten lo que han vivido con respecto a su discapacidad. De esta manera, se puede llegar a reflexiones sobre las diversas dificultades que puede tener una persona en su proceso de formación.

De manera general, tras realizar el recorrido por los antecedentes presentados, se puede afirmar, tal y como lo plantea Baena (2000) que las metodologías usadas en el aula de clase desempeñan un papel importante en la enseñanza, en las percepciones, planes y acciones que se desarrollan en la práctica.

Tras realizar el análisis de los antecedentes de orden Internacional, nacional y Regional se puede evidenciar que frente al contexto local se hallan pocas investigaciones relacionadas con el tema, lo que imprime un punto de novedad para la presente propuesta.

## **1.2. Objetivos**

### 1.2.1 Objetivo General

Analizar los efectos del andamiaje, basado en un apoyo multisensorial, sobre el desarrollo de las habilidades científicas en un área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del Grado Noveno B en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur.

### 1.2.3 Objetivos Específicos

Reconocer las barreras de enseñanza y de aprendizaje relacionadas con un tema de la biología en los estudiantes con discapacidad visual.

Identificar los procesos de enseñanza y aprendizaje dirigidas a estudiantes con discapacidad visual, en donde se incluyan las características de contingencia, desvanecimiento del andamiaje y transferencia de la responsabilidad.

Valorar los niveles de aproximación en el dominio de habilidades científicas que pueden desarrollar estudiantes con discapacidad visual mediante el andamiaje basado en un apoyo multisensorial.

## **2. MARCO TEÓRICO**

De acuerdo con el problema planteado y los objetivos establecidos, los referentes conceptuales en esta investigación son la Educación Inclusiva y su marco legal, el andamiaje, los apoyos multisensoriales y los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales que se explicarán a continuación. Estas conceptualizaciones, brindarán el soporte teórico para comprender los resultados obtenidos derivados de las preguntas de investigación.

### **2.1 MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. Educación Inclusiva y Marco legal.**

Un primer concepto que contribuye con la comprensión de los resultados y que brinda un panorama más amplio en este estudio es la Educación Inclusiva, la cual es definida por el Decreto 1421 del 29 de agosto de 2017, como:

Proceso permanente que reconoce, valora y responde de manera pertinente a la diversidad de características, intereses, posibilidades y expectativas de las niñas,

niños, adolescentes, jóvenes y adultos, cuyo objetivo es promover su desarrollo, aprendizaje y participación, con pares de su misma edad, en un ambiente de aprendizaje común, sin discriminación o exclusión alguna, y que garantiza, en el marco de los derechos humanos, los apoyos y los ajustes razonables requeridos en su proceso educativo, a través de prácticas, políticas y culturas que eliminan las barreras existentes en el entorno educativo (p. 5)

En ese orden de ideas este mismo decreto, define los ajustes razonables como:

Las acciones, adaptaciones, estrategias, apoyos, recursos o modificaciones necesarias y adecuadas del sistema educativo y la gestión escolar, basadas en necesidades específicas de cada estudiante, que persisten a pesar de que se incorpore el Diseño Universal de los Aprendizajes, y que se ponen en marcha tras una rigurosa evaluación de las características del estudiante con discapacidad. A través de estas se garantiza que estos estudiantes puedan desenvolverse con la máxima autonomía en los entornos en los que se encuentran, y así poder garantizar su desarrollo, aprendizaje y participación, para la equiparación de oportunidades y la garantía efectiva de los derechos. Los ajustes razonables pueden ser materiales e inmateriales y su realización no depende de un diagnóstico médico de deficiencia, sino de las barreras visibles e invisibles que se puedan presentar e impedir un pleno goce del derecho a la educación. Son razonables cuando resultan pertinentes, eficaces, facilitan la participación, generan satisfacción y eliminan la exclusión<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ver artículo 2.3.3.5.2.1.3 del Decreto 1421 de 2017.

También se definen las barreras como obstáculos actitudinales, derivados de falsas creencias, por desconocimiento, institucionales, de infraestructura, entre otras, que pueden impedir el aprendizaje y la participación plena y efectiva en la sociedad, atendiendo a los principios de equidad de oportunidades e igualdad de condiciones.

En ese mismo sentido y en atención al Artículo 1 de la Ley 115, en donde se establece que “la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” (p. 1) a la que también deben tener acceso las personas con discapacidad y por ello, es necesario tener claridad sobre la concepción que se tiene con respecto a esta población. Para ilustrarlo, la ley 1618 de 2013 indica que son aquellas personas que se caracterizan por tener “deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a mediano y largo plazo que, al interactuar con diversas barreras incluyendo las actitudinales, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás” (p. 2)

Por su parte, las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura- UNESCO por sus siglas en inglés (1994), propone el diseño de sistemas educativos y el desarrollo de los programas que consideren toda la gama de esas diferentes características y necesidades, entre las cuales se encuentra la limitación visual. Una persona con esta condición es definida como un sujeto que posee potencialidades para desarrollarse social, cultural, cognitiva y afectivamente (Ministerio de Educación Nacional-MEN, 2006).

Con referencia a lo anterior, se deben diseñar los sistemas educativos y desarrollar los programas, de modo que tengan en cuenta toda la gama de características, intereses, capacidades y necesidades que le son propias de cada uno de los estudiantes (UNESCO, 1994). Asimismo, la Secretaría de Educación Pública-SEP (2011) afirma que:

La ciencia para todos debe proporcionar a los alumnos la experiencia del gozo de comprender y explicar lo que ocurre a su alrededor; es decir, "leerlo" con ojos de científicos. Este "disfrutar con el conocimiento" ha de ser el resultado de una actividad humana racional la cual construye un conocimiento a partir de la experimentación, por lo que requiere intervención en la naturaleza, que toma sentido en función de sus finalidades, y éstas deben fundamentarse en valores sociales y sintonizar siempre con los valores humanos básicos. Si bien puede haber discrepancias respecto a cómo combinar los diferentes sistemas de valores que orientan la actividad científica de una sociedad concreta, el profesorado debería estar atento a la formación en valores desde la ciencia, mediante el desarrollo de una actitud crítica frente a propuestas que utilizan las ciencias y las tecnologías de manera reduccionista. (p.14)

### 2.1.2. Andamiaje.

Los recursos generados a partir de las ciencias sirven como ayuda para tomar decisiones fundamentadas, sin que el comportamiento humano esté predeterminado y sin limitar la capacidad de las personas (Fourez *et al*, 1996; Izquierdo, 2005). Para lograrlo, es necesario implementar estrategias que puedan servir de apoyo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Sobre esta base Wood, Bruner y Ross (1976), proponen el andamiaje como una herramienta para brindar apoyo a los estudiantes, mientras adquieren autonomía para realizar una tarea, para ilustrar los procesos de enseñanza y aprendizaje que tienen lugar en las interacciones entre las personas adultas y los niños. Esta metáfora hace referencia al hecho que, cuando un adulto interactúa con un niño o niña, con la intención de enseñarle algo, tiende a adecuar el grado de ayuda al nivel de competencia que percibe de él o de ella. A menor competencia, mayor es la ayuda que el aprendiz recibe.

Los procesos de andamiaje tienen varios propósitos tales como, la motivación del estudiante en una actividad de aprendizaje, la adaptación de las tareas de acuerdo con las necesidades del aprendiz, despertar el interés del estudiante para el desarrollo de las tareas, observar los avances de cada actividad y presentar nuevas acciones, manejar la frustración y desvanecer el apoyo a medida que pasa el tiempo (Huertas y López, 2014).



Asimismo, Van de Pol, Volman y Beishuizen (2010), señalan tres características del andamiaje: contingencia, desvanecimiento y transferencia de responsabilidad. La primera de ellas, tiene que ver con las adaptaciones de las estrategias de enseñanza del profesor, relacionadas con las necesidades del estudiante, cuando se desarrollan tareas de aprendizaje. El desvanecimiento, se refiere al retiro gradual del andamio, a medida que el estudiante adquiere la capacidad y la autonomía para desarrollar dicha tarea. La última característica, aparece cuando el estudiante adquiere un control mucho mejor de su proceso de aprendizaje.

### 2.1.3. Andamiaje en la Educación

Dadas las condiciones del andamiaje, esta metáfora ha sido introducida a la educación, mediante la interacción profesor- estudiante, en donde estos últimos son apoyados para que puedan usar una estrategia cognitiva que les ayude a desarrollar su potencial (Wood *et al*, 1976, 1978; Mehan, 1979; Applebee, 1983; Langer & Applebee, 1986). En este caso, el maestro es un “reclutador”, o motivador para que el aprendizaje ocurra de manera simplificada y pausada. Además, debe ser un focalizador y mediador en el proceso de modelización, para que el estudiante encuentre sentido a lo que realice, sin distracciones ante las tareas a las que se enfrenta (Wood, Bruner y Ross, 1976).

En este sentido, el profesor se convierte en un tutor de un proceso de construcción de conocimiento que va más allá de la capacidad que tiene un estudiante. En el caso de la enseñanza de Ciencias Naturales, se convierte en un andamiaje conceptual (*scaffolding*), en el que la interacción comunicativa entre profesor-estudiante, permite una transferencia de la responsabilidad del aprendizaje, hacia estos últimos (Wood, Bruner y Ross, 1976).

La misión de una Institución Educativa se debe formular a partir del respeto a la diferencia y debe garantizar que los estudiantes con discapacidades, participen en las actividades cotidianas de la Institución. En el caso de los estudiantes con discapacidad visual, la Institución debe reconocer que estas personas, poseen canales perceptivos, igualmente válidos, en el procesamiento de información como son el auditivo y el táctil y plantear entornos accesibles para el aprendizaje del ser humano (Ministerio de Educación Nacional, 2017). Dado lo anterior, el andamiaje es una herramienta de enseñanza que, puede ser utilizada para que los estudiantes con discapacidad visual, alcancen una clara comprensión de conceptos relacionados con las Ciencias Naturales.

#### 2.1.4. Discapacidad Visual

Como se mencionó anteriormente, la metáfora del andamiaje puede contribuir con el aprendizaje y con la enseñanza de las Ciencias Naturales y en especial para el desarrollo del potencial en estudiantes con discapacidad visual. Por ello, es importante definir este concepto como “aquellas personas que evidencian distintas condiciones oculares y de

capacidades visuales que pueden dar lugar a diversos grados de pérdida de la visión” (Caballo y Núñez, 2013, p. 260). Así las cosas, cuando se habla de discapacidad visual se hace referencia a una población heterogénea que incluye, además de las personas ciegas, a las personas con baja visión. Este otro grupo se caracteriza por tener dificultades visuales que no pueden ser corregidas mediante tratamiento o aditamentos convencionales, tales como gafas o lentes de contacto (Ochaíta y Espinosa, 2004). Además “evidencian una reducción significativa en su percepción visual, en lo referido a la agudeza visual<sup>2</sup>, la percepción del campo visual o de la luz<sup>3</sup> (Caballo y Núñez, 2013, p. 260).

La agudeza visual se expresa en un número fraccionario, cuyo denominador se corresponde con la distancia a la que ve un individuo con visión normal. El numerador indica la distancia a la que ve el sujeto evaluado. La escala más ampliamente usada y reconocida por la OMS (2014) es la de Snellen, que valora la agudeza visual a 6 metros de distancia. La agudeza visual normal es la unidad 6/6 (equivalente a 20/20).

En función del criterio anterior, la discapacidad visual se clasifica en categorías como se describen a continuación.

Discapacidad visual moderada, en donde la agudeza visual es inferior a 6/18, pero igual o superior a 6/60 (entre 20/70 y 20/160). Esto se traduce en que la persona puede

---

<sup>2</sup> Definido como la capacidad para discriminar claramente detalles finos en objetos o símbolos a una distancia determinada (Caballo y Núñez, 2013, p. 260).

<sup>3</sup> Definido como el espacio físico inmediato que, habitualmente, una persona alcanza a percibir con ambos ojos, gracias al cual “se pueden ver objetos que se mueven en línea con los hombros, en un ángulo de aproximadamente 180°” (Caballo y Núñez, 2013, p. 260).

discriminar detalles finos de objetos a 6 metros de distancia, cuando una persona sin dificultades visuales podría hacerlo a 18 metros de distancia; discapacidad visual grave, cuya agudeza visual es inferior a 6/60, pero igual o superior a 3/60 (entre 20/200 y 20/400) y ceguera con una agudeza visual inferior a 3/60 (equivalente a 20/1250), en donde puede haber o no percepción de la luz. (OMS, 2014; Caballo y Núñez, 2013, p. 261)

Existen otros tipos de categorización en lo referente al campo visual. La primera corresponde a la visión de túnel, tubular o visión central, en donde las personas con esta característica sensorial no pueden acceder a información propia de las zonas más externas del campo visual, de modo que suelen percibir solo la información proveniente del centro del mismo, como si constantemente miraran a través de un tubo. Quienes presentan esta dificultad pueden tener mayores dificultades para percibir objetos en la noche. Otra categoría es la visión periférica o con disminución central, que corresponde a las personas que pierden el acceso a la información central del campo visual y solo acceden a la información periférica. Quienes presentan esta característica pueden evidenciar, además, molestias a la luz, fallas en la agudeza visual o dificultades para percibir los colores. Finalmente, se presentan los recortes en el campo visual de tipo hemianopsia o cuadratanopsia, característica de personas que pueden acceder únicamente a una mitad del campo visual por ambos ojos (hemianopsia homónima). Así que solo perciben los estímulos provenientes del lado derecho o izquierdo de su campo visual (Kolb y Whishaw, 2006; Redolar, 2014). La pérdida en la percepción de una cuarta parte del campo visual por ambos ojos se denomina cuadratanopsia (Redolar, 2014). La sensación de las personas con estas limitaciones es como si, con unas tijeras, hubieran recortado parte del campo visual

dado que, habitualmente, la visión del lado no alterado es totalmente nítida (Kolb y Whishaw, 2006, p. 329).

Existen otras dificultades visuales relacionadas con la percepción de los colores (Hoffman, 2000); asociadas a opacidad, en donde la visión se niebla y empaña, todo se torna opaco como si le faltara luz (Hoffman, 2000; Kolb y Whishaw, 2006); asociadas a ftofobia o falta de filtro de las características de brillo de los estímulos y asociadas con la movilidad ocular o nistagmos, (Kolb y Whishaw, 2006).

#### 2.1.5. Apoyos multisensoriales

Con respecto a los apoyos para una transformación curricular, en el marco de políticas públicas, que garanticen la equidad y la calidad en la educación, históricamente fue necesario plantear una educación en términos de estrategias que pudieran permitir una mejor comprensión del mundo que nos rodea al incluir todos los sentidos para que en el aula se experimenten emociones y sensaciones multisensoriales, pues es a partir de todas ellas que nos llega la información del mundo (García, 2017).

En un principio la escuela estaba influenciada por tres aspectos tales como la rapidez de querer encontrar la esencia de todo, lo cual provocó que la razón estuviera por encima de cualquier otro tema y conllevó a que la racionalidad fuera un aspecto principal

en el aula; el capitalismo que generó que solo tuviera validez aquello que pudiera tener utilidad económica y la visión del hombre como centro de la tierra para querer dominarla lo que acabó con culturas y conllevó a un cambio de los currículos educativos (García, 2017)

Posteriormente, se usaron herramientas que apuntaran a la recuperación de dichas experiencias, en donde se incluyeron apoyos multisensoriales. Es así como la didáctica multisensorial puede contribuir con dichos procesos (Rojas y Fuentes, 2014). La didáctica multisensorial<sup>4</sup> es un “método pedagógico de interés general para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales y de la naturaleza, que utiliza todos los sentidos humanos posibles para captar información del medio que nos rodea e interrelaciona estos datos a fin de formar conocimientos multisensoriales completos y significativos” (Soler, 1999; p.49).

#### 2.1.6. Estándares Básicos de Competencias- EBC

Después de las conceptualizaciones anteriores, las actividades propuestas para brindar una educación inclusiva deben ayudar al desarrollo de habilidades científicas, en el marco de una normativa pública, tal como son los estándares básicos de competencias que permiten conocer lo que aprenden los estudiantes y son un punto de referencia de lo que están en capacidad de “saber y saber hacer”, en cada una de las áreas y niveles. De la misma manera que el andamiaje es una herramienta muy potente para despertar motivación en el aprendizaje y en la enseñanza de las Ciencias Naturales y en especial para el

---

<sup>4</sup> En esta investigación no se tendrá en cuenta la didáctica multisensorial, pero sí el apoyo multisensorial que se basa en este método pedagógico.

desarrollo del potencial en estudiantes con discapacidad visual, los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, también buscan despertar actitudes para explorar fenómenos y para resolver problemas a través de la indagación, la cual es una habilidad que madura desde los primeros años y se estimula a través del diálogo con personas de su entorno lo que genera competencias fundamentales (MEN, 2004).

Estas guías referenciales se agrupan por ciclos tales como, de primero a tercero, de cuarto a quinto, de sexto a séptimo, de octavo a noveno y de décimo a undécimo con el propósito de incentivar el aprendizaje de los estudiantes. Lo anterior, se constituye en una herramienta importante en cada una de las Instituciones Educativas para reflexionar sobre el desempeño, el trabajo, las prácticas pedagógicas y los planes de mejoramiento que ayuden desarrollar al máximo el potencial creativo. De esta manera, los estudiantes podrán comprender las ciencias naturales a partir de sus experiencias y de sus hallazgos en la vida cotidiana y posteriormente, tal como lo hacen los científicos, compartirlas en pro de la construcción y el mejoramiento de su entorno (MEN, 2004).

#### 2.1.6.1. Aproximación al conocimiento científico

Para lograr el propósito de los estándares básicos en competencias en Ciencias Naturales los maestros y los estudiantes deben aproximarse al conocimiento mediante preguntas o hipótesis que se originan de la observación del entorno y de su capacidad analítica. Sin embargo, esto no corresponde con la realidad porque se ha evidenciado que

existen fallas en la formación científica a través de todo su proceso educativo (Ortiz y Cervantes, 2015). Sumado a esto, se ha visto desde tiempos atrás que los niños y jóvenes no muestran interés en las clases de ciencias lo que conlleva a que muy pocos de ellos seleccionen y culminen una carrera científica (Claxton, 1994).

Con referencia a los razonamientos anteriores, el Ministerio de Educación Nacional-MEN establece, en uno de sus componentes, que los estudiantes logren una aproximación al conocimiento de las Ciencias Naturales de la misma manera como lo hacen los científicos para construir un mundo mejor (MEN, 2004). Por lo tanto, es muy importante brindar formación sólida en ciencias desde los primeros años de escolaridad y enfatizar en el desarrollo de actitudes y habilidades científicas sin dejar de lado los contenidos teóricos. Además, su ejecución debe ser mediante proyectos que permitan a los estudiantes expresar esa necesidad de conocimiento natural en el contexto escolar (Ortiz y Cervantes, 2015).

#### 2.1.6.2. Aproximación al conocimiento científico

Para lograr el propósito de los estándares básicos en competencias en Ciencias Naturales los maestros y los estudiantes deben aproximarse al conocimiento mediante preguntas o hipótesis que se originan de la observación del entorno y de su capacidad analítica. Sin embargo, esto no corresponde con la realidad porque se ha evidenciado que existen fallas en la formación científica a través de todo su proceso educativo (Ortiz y Cervantes, 2015). Sumado a esto, se ha visto desde tiempos atrás que los niños y jóvenes no



muestran interés en las clases de ciencias lo que conlleva a que muy pocos de ellos seleccionen y culminen una carrera científica (Claxton, 1994).

Con referencia a los razonamientos anteriores, el Ministerio de Educación Nacional-MEN establece, en uno de sus componentes, que los estudiantes logren una aproximación al conocimiento de las Ciencias Naturales de la misma manera como lo hacen los científicos para construir un mundo mejor (MEN, 2004). Por lo tanto, es muy importante brindar formación sólida en ciencias desde los primeros años de escolaridad y enfatizar en el desarrollo de actitudes y habilidades científicas sin dejar de lado los contenidos teóricos. Además, su ejecución debe ser mediante proyectos que permitan a los estudiantes expresar esa necesidad de conocimiento natural en el contexto escolar (Ortiz y Cervantes, 2015).

#### 2.1.6.2. Desarrollo de compromisos personales y sociales

Otro componente importante dentro de los estándares básicos de competencias en ciencias naturales es, el desarrollo de compromisos personales y sociales, el cual se refiere a las responsabilidades de las personas que asumen como miembros de una sociedad al conocer y al valorar de manera crítica los avances en las ciencias. Este, junto con la aproximación al conocimiento científico, posibilitan alcanzar saberes básicos que se requieren en cada uno de los niveles académicos (MEN, 2004).

### 2.1.6.3. Manejo conocimientos propios de las Ciencias Naturales

Otro propósito de las Instituciones Educativas en términos de los Estándares básicos de competencias es brindar condiciones de aprendizaje para que los estudiantes puedan apropiarse del conocimiento a través del manejo de los conceptos propios de la ciencia y poder tomar acciones concretas de pensamiento (MEN, 2004)

### 2.1.6. Habilidades Científicas

Lograr que los estudiantes adquieran una aproximación al conocimiento científico y que desarrollen habilidades en este ámbito es un gran objetivo en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, muchas investigaciones revelan que aún falta mucho por trabajar en la escuela para alcanzar dicho objetivo. Para ejemplificar dicha consideración, en un trabajo realizado por Di Mauro y Bravo (2015) se observó que las habilidades para diseñar experimentos e interpretación de resultados con niños de cuarto año, estaban prácticamente ausentes. Sin embargo, se evidenció que estos estudiantes manifestaban muchas teorías personales en el momento de responder a preguntas o fundamentar las conclusiones obtenidas.

Lo anterior concuerda con Correa y colaboradores (2014) quienes indicaron que los estudiantes tratan de explicar las observaciones mediante comentarios de experiencias, reflexiones y análisis en el marco de un cuaderno de registros del programa de ciencias. Lo

que conlleva a restringir que no muestre otro tipo de habilidades. Es evidente entonces, que las escuelas deben propiciar en clases de Ciencias Naturales, el desarrollo de estas habilidades y de pensamientos críticos. Estos datos resultan importantes para pensar estrategias y materiales de enseñanza acordes al punto de partida de los niños en relación a cada habilidad a enseñar, que les demanden confrontar sus teorías personales con nuevas evidencias y les permitan avanzar hacia niveles cada vez más complejos del pensamiento científico.

Por lo tanto, los EBC buscan promover las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar hechos y fenómenos; analizar problemas; observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis, compartir los resultados, formular hipótesis y proponer las soluciones observar y obtener información; definir, utilizar y evaluar diferentes métodos de análisis, compartir los resultados, formular hipótesis y proponer las soluciones (MEN, 2004)

2.1.6.1. Habilidades Científicas relacionadas con la aproximación al conocimiento científico.

Observación.

Desde la década de los setenta se ha argumentado que sin la percepción sensorial es imposible el desarrollo mental (Frege, G., 1972; Azuela, A. et al., 1980) y por eso aprender Ciencias Naturales requiere que el estudiante desarrolle competencias tales como la

observación, descripción de los objetos, de conocimiento y de manejo de procedimientos e instrumentos para poder entrar en contacto con el medio. Por lo tanto, la observación es mucho más que esta expresión, es utilizar todos los sentidos para percibir tamaños, formas, texturas, colores, etc., de todo nuestro entorno (Correa, et al., 2014).

Explicación.

Esta habilidad es muy esencial dentro de las Ciencias Naturales y su concepción actual más generalizada está relacionada con la descripción de la realidad subyacente a los fenómenos y con predicción de otros, es decir, que se hacen predicciones sobre observaciones que se esperan que ocurran, sin que haya corroboración ni razones para verificación. Por lo tanto, explicar se refiere a aumentar el entendimiento de las causas del fenómeno y la capacidad de predicción está relacionada con el pronóstico de eventos, aunque no ocurran y que pueden ser explicados antes de que sucedan (Concari, 2001)

2.6.1.2. Habilidades Científicas relacionadas con el desarrollo de compromisos personales y sociales.

Trabajo en equipo

Es el trabajo que se realiza en un grupo de personas en donde cada una tiene diferentes funciones y que aportan a partir de la diversidad de capacidades que presenten cada una para alcanzar metas en común. Lo anterior, requiere de la identificación de

fortalezas y dificultades de todos y buscar la manera de mejorar continuamente la dinámica que se presenta entre todos los que lo conforman (Barrios, et al., 2004)

Respeto por el aporte de los otros

Se refiere a la capacidad para expresar las opiniones con firmeza y respeto, construir en el debate, cumplir acuerdos y normas. (ICFES, 2009, p.18)

### **3. METODOLOGÍA**

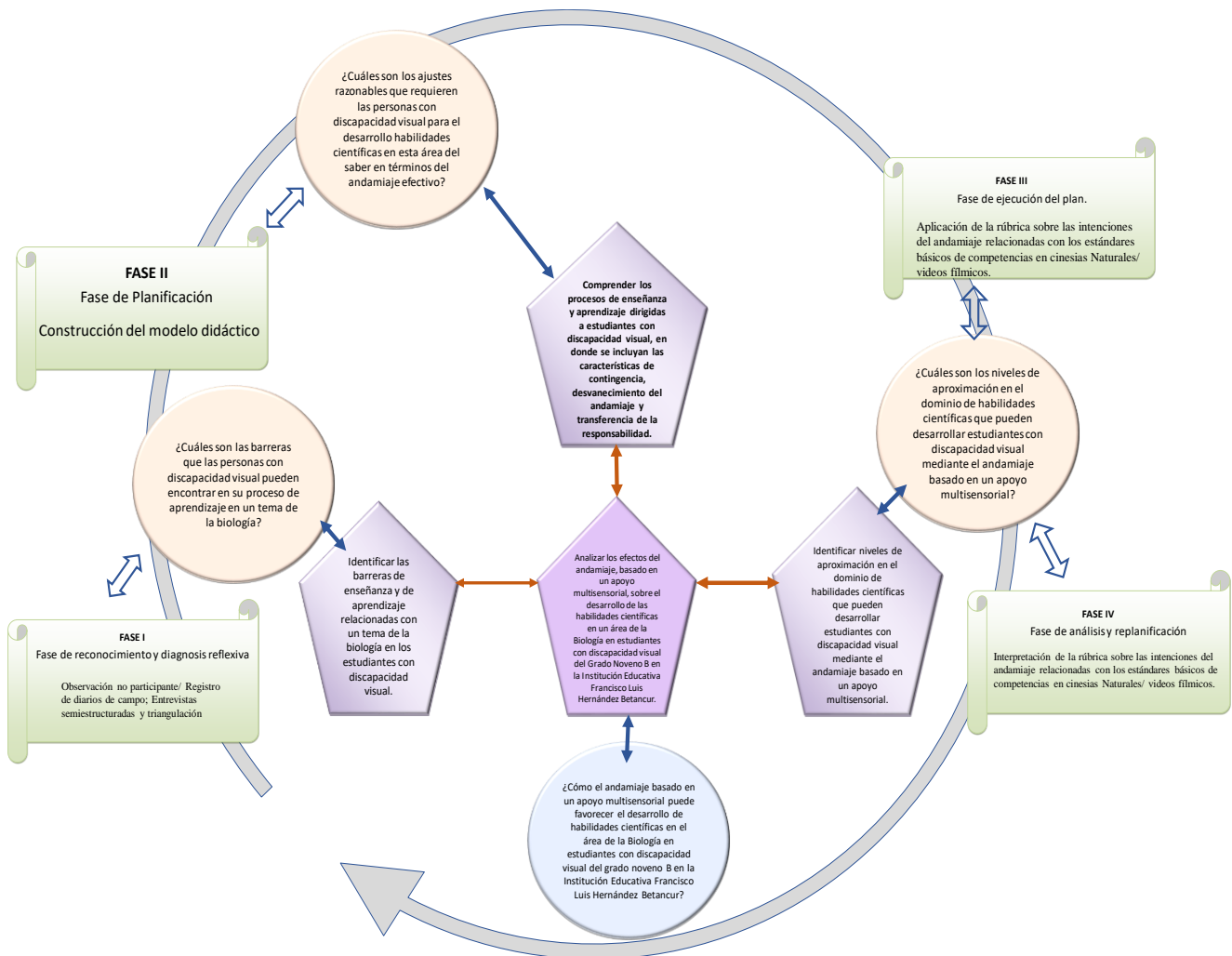
#### **3.1 Diseño Metodológico**

La presente investigación se encuentra inscrita bajo el paradigma cualitativo que consiste en leer realidades, más allá de recoger datos estadísticos (Salgado, 2007; Vasco, 1990). Con este proyecto se buscó analizar los efectos del andamiaje, basado en un apoyo multisensorial, sobre el desarrollo de las habilidades científicas en un área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del grado noveno B en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur, bajo el enfoque crítico social, cuyo objetivo es develar aquellas cadenas ocultas que se encuentran atadas a la praxis histórica y encontrar la manera de romperlas (Iño Daza, 2017; Portilla, et al, 2014; Martínez, 2011; Galeano 2007; Salgado, 2007; Vasco, 1990).

El método utilizado es el de Investigación-Acción, que consiste en un proceso por el cual miembros de un grupo o una comunidad oprimida, en este caso, estudiantes con discapacidad visual, colectan y analizan información y actúan sobre sus problemas con el propósito de encontrarles soluciones y promover transformaciones políticas y sociales (Cabrera, 2017; Selener, 1997).

### 3.1.1. Fases de la Investigación

Para desarrollar los objetivos del proyecto, dentro de los cuales se encuentra identificar las barreras para el aprendizaje de la biología en la población con discapacidad visual, comprender las características de contingencia, desvanecimiento del andamiaje y transferencia de la responsabilidad e identificar niveles de aproximación en el dominio de habilidades científicas utilizando el andamiaje basado en un apoyo multisensorial, se llevaron a cabo cuatro fases del método de Investigación Acción, como lo indican Pérez y Nieto (1992) y Bausela (2004) las cuales se explican a continuación (Figura 1)



*Figura 1. Resumen del diseño metodológico para estudio de caso: propuesta curricular basada en andamiaje y en un apoyo multisensorial para el desarrollo de habilidades científicas en ciencias naturales en un aula con diversidad de capacidades*

### 3.1.1.1. Fase de reconocimiento y diagnosis reflexiva.

En esta fase se persigue la identificación clara y precisa de un problema y su origen, a partir de preguntas, tales como: ¿Qué está pasando? ¿Qué se puede hacer respecto a? estos interrogantes, surgen de necesidades identificadas y por tanto para el presente proyecto se buscó, que a partir de ello se logran evidenciar las dificultades que se presentan en el aula, con respecto al aprendizaje de los estudiantes con discapacidad visual. Es así, como en la presente fase se utilizó la observación no participante, la cual, como su nombre lo indica, consiste en observar sin ser partícipe de las actividades realizadas (Creswell, 1994). Esta técnica, se realizó durante un periodo de 25 horas divididas en cuatro horas por semana (seis semanas) en el área de Ciencias Naturales del grado noveno B. Cada sesión fue registrada por medio de los diarios de campo, los cuales permitieron la descripción detallada de los acontecimientos ocurridos en el contexto donde se desarrollaron las acciones investigativas (Martínez, 2017).

Igualmente, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada, la cual consistió en un diálogo entre el investigador y el investigado, con el fin de obtener respuestas a los interrogantes planteados (Días, Torruco, Martínez y Varela, 2013). Esta técnica, tiene como característica principal un grado de flexibilidad bastante amplio, lo que permitió elaborar preguntas que dieron lugar a respuestas argumentadas de las cuales pudieron surgir nuevos interrogantes (Cuauero 2014). La entrevista fue dirigida a dos estudiantes con discapacidad visual (uno con ceguera total y el otro con baja visión) del grado décimo (Anexo 1), a la docente encargada del área (Anexo 2) y al tiflólogo de la Institución



Educativa (Anexo 3). Cada una de las entrevistas fueron registradas mediante grabaciones de audio. Para ello, se entregaron consentimientos informados a los profesionales mencionados y padres de familia de los estudiantes y para proteger la identidad de los estudiantes se utilizó la codificación de las iniciales de sus nombres, su rol y su condición visual (CEC; AEC) y para los otros participantes se les indicó su función en la institución educativa. Es importante aclarar que en algunas transcripciones se hace el uso de la letra E y un número para referirse a un estudiante en particular. Para el análisis de las transcripciones se seleccionaron los episodios que tuvieran relación con las rúbricas construidas en la metodología.

Al término de esta fase investigativa se realizó una triangulación de los datos, la cual se utilizó como fuente de información para obtener diversas visiones del fenómeno investigado (Arias, 1999). En este caso, los datos se obtuvieron de las entrevistas y de la observación no participante con el fin de validarlos desde distintos puntos de vista e identificar cuáles eran los temas de biología que mayor dificultad presentaban para su comprensión y los factores que estaban asociados a ello.

#### 3.1.1.2. Fase de planificación.

Una vez identificado el tema de biología en el cual los estudiantes presentaron mayor dificultad para su comprensión, se procedió a entrar a la acción mediante preguntas, tales como ¿Qué debe hacerse? ¿cómo? ¿cuándo? y ¿dónde hacerlo? Con lo anterior, se

pudo reconocer cuáles eran los ajustes razonables pertinentes de acuerdo con las barreras de enseñanza y de aprendizaje relacionadas con un tema de la biología en los estudiantes con discapacidad visual, para luego poder orientar una clase de Ciencias Naturales a esta población que favoreciera el desarrollo de habilidades en dicha área mediante un andamiaje efectivo basado en un apoyo multisensorial. En ese orden de ideas, se elaboró un andamio basado en apoyos multisensoriales para personas con discapacidad visual, el cual consistió en un juego didáctico orientado en la temática de la Biología para el grado noveno.

#### 3.1.1.3. Fase de ejecución del plan.

El tema de biología seleccionado se planificó en tres clases, cada una de ellas con intervención de dos horas y se registraron mediante filmaciones audiovisuales que posteriormente fueron transcritas para su análisis y construcción de resultados, de acuerdo a los objetivos de la presente investigación. Asimismo, estas prácticas fueron divididas en dos momentos, antes y después de utilizar el modelo didáctico, con el fin de evaluar los efectos del andamiaje en el desarrollo de habilidades científicas. El primero de ellos, el cual tuvo una duración de cuatro horas, consistió en una clase magistral en donde se brindaron las explicaciones de conceptos del área del saber mediante clases magistrales con tiza y tablero, es decir, no se proporcionaron apoyos multisensoriales y por ende ningún tipo de ajuste para los estudiantes con discapacidad visual. Posteriormente, se realizó un taller escrito sobre la temática propuesta cuyas respuestas debían presentarse en Braille o tinta, con el propósito de identificar el acercamiento que tenían los estudiantes con el tema y las estrategias de andamiaje que requieren para ello.

El segundo momento de esta fase, el cual tuvo una duración de dos horas, consistió en la presentación, aplicación y socialización de experiencias relacionadas con la interacción del modelo didáctico por parte de los estudiantes, incluidos aquellos estudiantes con y sin discapacidad visual. Esta intervención fue realizada mediante transversalidad a los estándares básicos de competencia del área de biología para el grado noveno.

#### 3.1.1.4. Fase de reflexión e integración de resultados. Replanificación.

En esta fase se realizó el análisis y la interpretación de los resultados, a la luz de un contraste entre lo que se pretendía y lo que se alcanzó, para posteriormente reflexionar acerca de las mejoras que se deben adicionar al material didáctico propuesto. Para ello, se realizó una matriz de categorización que consistió en extraer rasgos semejantes de los registros de campo, para posteriormente agruparlos en categorías (Osses, Sánchez e Ibáñez, 2006) en términos de intenciones de andamiaje efectivo y en estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales para el grado noveno. La realización de esta fase se basó en las rúbricas diseñadas por Rúa y Jaramillo (2018) en donde relacionan los estándares básicos de competencias y las intenciones del andamiaje efectivo en las habilidades científicas. De esta manera, se pudo analizar e interpretar si el andamio implementado fue efectivo para el desarrollo de las habilidades científicas en los estudiantes con discapacidad visual en este nivel de formación.

### 3.1.2. Unidad de análisis

La selección de la unidad de análisis se realizó de manera intencional a partir de que la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur, ubicada en la comuna cuatro (Aranjuez) al nororiente de Medellín, cuenta actualmente con un gran número de estudiantes con discapacidad visual porque históricamente, ha velado por la educación inclusiva de esta y otras poblaciones. El grado noveno B es el que alberga mayor cantidad de estudiantes ciegos, motivo por el cual se tomó la decisión de investigar en este grupo.



*Figura 2 Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur. Fuente: Google imágenes*

#### 4. RESULTADOS

Para una mayor comprensión de los resultados y de los productos obtenidos de este estudio se hace una presentación a través del diseño metodológico contrastada con las preguntas de investigación, objetivos de estudio planteados y técnicas e instrumentos como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3. Estructura para la presentación de resultados a través del diseño metodológico del trabajo andamiaje y apoyo multisensorial: un binomio esencial para el aprendizaje de las Ciencias Naturales más allá de lo visual.**

OBJETIVO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PREGUNTAS SUBSIDIARIAS	METODOLOGÍA	TÉCNICAS/ INSTRUMENTOS
Analizar los efectos del andamiaje, basado en un apoyo multisensorial, sobre el desarrollo de las habilidades científicas en un área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del Grado Noveno B en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur.	¿Cómo el andamiaje basado en un apoyo multisensorial puede favorecer el desarrollo de habilidades científicas en el área de la Biología en estudiantes con discapacidad visual del grado noveno B en la Institución Educativa Francisco Luis Hernández Betancur?	Identificar las barreras de enseñanza y de aprendizaje relacionadas con un tema de biología en los estudiantes con discapacidad visual.	¿Cuáles son las barreras que las personas con discapacidad visual pueden encontrar en su proceso de aprendizaje en un tema de la biología?	Fase de reconocimiento y diagnóstico reflexiva	Observación no participante/ Registro de diarios de campo; Entrevistas semiestructuradas y triangulación
		Comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje dirigidos a estudiantes con discapacidad visual, en donde se incluyan las características de contingencia, desvanecimiento del andamiaje y transferencia de la responsabilidad.	¿Cuáles son los ajustes razonables que requieren las personas con discapacidad visual para el desarrollo de habilidades científicas en esta área del saber en términos del andamiaje efectivo?	Fase de Planificación	



contenido, lo que conlleva a que se impartan explicaciones demasiado cortas en esta área del saber. Estos resultados se muestran en la tabla 4 con sus respectivas evidencias.

**Tabla 4. Categorías y subcategorías emergentes de las entrevistas semiestructuradas y diarios de campo**

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	EVIDENCIA ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA	EVIDENCIA DIARIO DE CAMPO
Biología	Genética	<p>Profesora: yo pienso... yo pienso que la parte más difícil es la parte de <b>genética</b>, porque la parte de <b>genética</b> es muy abstracta, ¿cierto? Hay que hacer muchas abstracciones para... para poder entender como todo ese proceso y al no tener como... la visión, digamos por ejemplo en el caso de los estudiantes (piensa) uno lo que hace la mayor parte del tiempo es mostrarles simulaciones o animaciones de esos procesos químicos que les ayuden a ellos a recordar más fácilmente los procesos.</p>	<p>Los aspectos positivos para resaltar: los estudiantes con discapacidad visual de los grados noveno y décimo, estuvieron dispuestos a conversar acerca de las dificultades que se les presenta en el aula de clase y manifestaron que:</p> <p>1. Los temas que se les dificulta más son el código genético (estudiantes de noveno), ciclos biogeoquímicos y tabla periódica (estudiantes de décimo).</p> <p>...1. AL momento de iniciar el trabajo con los estudiantes con discapacidad visual, se presentó un acontecimiento que deja mucho que pensar frente al proceso de aprendizaje de esta población. Una de las estudiantes abre su cuaderno y al ubicar la última página utilizada otra estudiante le pregunta que si ya realizó la tarea que tenían pendiente de la molécula de ADN, a lo que la estudiante responde sorprendida que la mamá le había hecho la tarea y que ella ni siquiera sabía.</p>
		<p>Estudiante ceguera total: ... cuando empezamos a trabajar a principio de año, el tema de <b>genética</b>, presenté mucha dificultad, pero más que todo por el tema de que la profesora todavía no ha adaptado los tiempos para explicarnos.</p>	
Metodologías de Enseñanza	Gráficas	<p>Estudiante baja visión: en las <b>leyes de Mendel</b>. ...porque ahí tenía que hacer muchos <b>gráficos</b> para poder organizar. O sea, el tema es medianamente fácil, pero había que hacer gráficas para poder organizar las <b>leyes</b>.</p>	<p>1. No debiera darse el proceso de enseñanza aislando a los jóvenes con discapacidad visual del aula.</p> <p>2. No debe buscarse que las actividades propuestas en clase, sean diferentes para los jóvenes con discapacidad visual, puesto que realizar ajustes razonables no implica que se disminuya la</p>
		<p>Tiflólogo: me parece que ahí viene mucho la parte de creatividad del docente, en cómo las Ciencias Naturales que muchas veces son <b>imágenes</b>, son mucha forma de que las personas entiendan el concepto de las Ciencias Naturales,</p>	

	<p>Estudiante ceguera total: (silencio) no pues es como eso, pues a mí ese tema de <b>genética</b> me pareció muy complicado también porque había que hacer demasiadas <b>gráficas</b> y entonces en eso se me dificultó un poquito</p>	<p>complejidad de los contenidos, ya que su capacidad intelectual es igual a la de todos los estudiantes.</p>
	<p>Estudiante baja visión: porque ahí tenía que hacer muchos <b>gráficos</b> para poder organizar. O sea, el tema es medianamente fácil, pero había que hacer <b>gráficas</b> para poder organizar las <b>leyes</b>.</p>	
<p>Videos</p>	<p>Profesora: yo pienso... yo pienso que la parte más difícil es la parte de genética, porque la parte de <b>genética</b> es muy abstracta, ¿cierto? Hay que hacer muchas abstracciones para... para poder entender como todo ese proceso y al no tener como... la visión, digamos por ejemplo en el caso de los estudiantes (piensa) uno lo que hace la mayor parte del tiempo es mostrarles <b>simulaciones o animaciones</b> de esos procesos químicos que les ayuden a ellos a recordar más fácilmente los procesos. Con el estudiante con... con discapacidad visual se dificulta eso, como ayudarlo al estudiante a hacer una abstracción de todo lo que está ocurriendo dentro de la célula</p>	<p>No hubo una descripción constante de la película proyectada para la comprensión de los jóvenes con discapacidad visual. 2. La docente en repetidas ocasiones se acerca a una de las estudiantes con discapacidad visual a realizar descripciones, pero al otro joven ciego en ningún momento le hace descripción de la misma.</p>
<p>Tiempo</p> <p>Explicaciones cortas y Gran contenido</p>	<p>Tiflólogo: ... No, me parece que no, Me parece que en matemáticas por lo que nosotros necesitamos <b>más espacio más tiempo</b>, para entender los conceptos de matemáticas todo eso, pero en el área de Ciencias Naturales no. Pienso que deben estar en el aula. Profesora: Yo pienso que una herramienta una estrategia sería que <b>además del tiempo en el aula</b>, con los estudiantes se tuviera un <b>espacio diferente</b> en el que se pudiera, pues en el que se pueda como trabajar con ellos de una manera más personalizada...</p>	<p>1. Los estudiantes ciegos no cumplen con la actividad que consistía en realizar a modo de maqueta la molécula del ADN. 2. Se observa en el aula, al momento de socializar las maquetas, que con uno de los estudiantes ciegos los demás compañeros normooidentes no tienen mucha cercanía o no es igual que con la otra estudiante ciega. 3. Gran parte del tiempo en clase, fue perdido por los estudiantes ciegos. 4. Al dialogar con los estudiantes con discapacidad visual, se observa que desconocen acerca de si el colegio cuenta o no con un maestro de apoyo</p>



---

Estudiante ceguera total: ...  
Para mí es un factor que influye mucho y algunas veces la profesora nos está explicando y los estudiantes llegan a pedir otra explicación y *es un tiempo que se interrumpe*, entonces es un factor que para mí influye demasiado.

---

Estudiante baja visión: pues *con el tiempo* de clase sí porque a veces uno necesita que le expliquen más a fondo y, como la profesora tiene que dar más clase entonces cuando nos explica le queda poquito tiempo y nos queda muy por encima el tema.

---

## 4.2. Resultados de la fase de planificación

Una vez identificada la metodología de enseñanza en el área de la genética, especialmente duplicación y transcripción del ADN, como la mayor barrera para la comprensión por parte de los estudiantes con discapacidad visual, se procedió a diseñar la estructura del ADN basada en el modelo de la doble hélice propuesto por Watson y Crick (1950)<sup>5</sup> como material de apoyo multisensorial que respondiera a los estándares básicos de competencias establecidas por el Ministerio de Educación Nacional.

### 4.2.1. Descripción del modelo didáctico

Este modelo didáctico se elaboró teniendo en cuenta los sentidos del tacto, visión y oído, este último se sustenta porque el instructivo se elaboró también en formato auditivo, razón por la cual el juego recibió el nombre de “Tanginética”, el cual se deriva de genética tangible. En la figura 3 se muestra la explicación para el diseño del material didáctico sobre la estructura del ADN para la enseñanza de los procesos de duplicación, transcripción y traducción<sup>6</sup>. Asimismo, la figura 4, muestra en forma detallada la explicación para el diseño del material para la enseñanza de la traducción. Una vez se realizó el esqueleto de este juego para explicar dichos procesos se solicitó a un ingeniero de diseño de producto<sup>7</sup> proceder con la construcción.

---

<sup>5</sup> La estructura del ADN, es una hélice dextrógira de doble cadena antiparalela. El esqueleto de azúcar-fosfato de las cadenas de ADN constituye la parte exterior de la hélice, mientras que las bases nitrogenadas se encuentran en el interior y forma pares unidos por puentes de hidrógeno que mantienen juntas a las cadenas del ADN (Piro, 2014)

<sup>6</sup> El proceso de duplicación consiste en la replicación de dos o más cadenas de ADN a partir de una cadena molde. La transcripción es cuando un fragmento de ADN se copia utilizando para ello, ribonucleótidos que dan origen a diferentes tipos de ARN y la traducción consiste en formar secuencias de aminoácidos a partir de fragmentos de ARN molde (Curtis, et al., 2016)

<sup>7</sup> *Juan Camilo Morales Arias. Product Design Engineer. Especialista en diseño estratégico e innovación. Móvil: +1 (864) 4519927 (USA)*

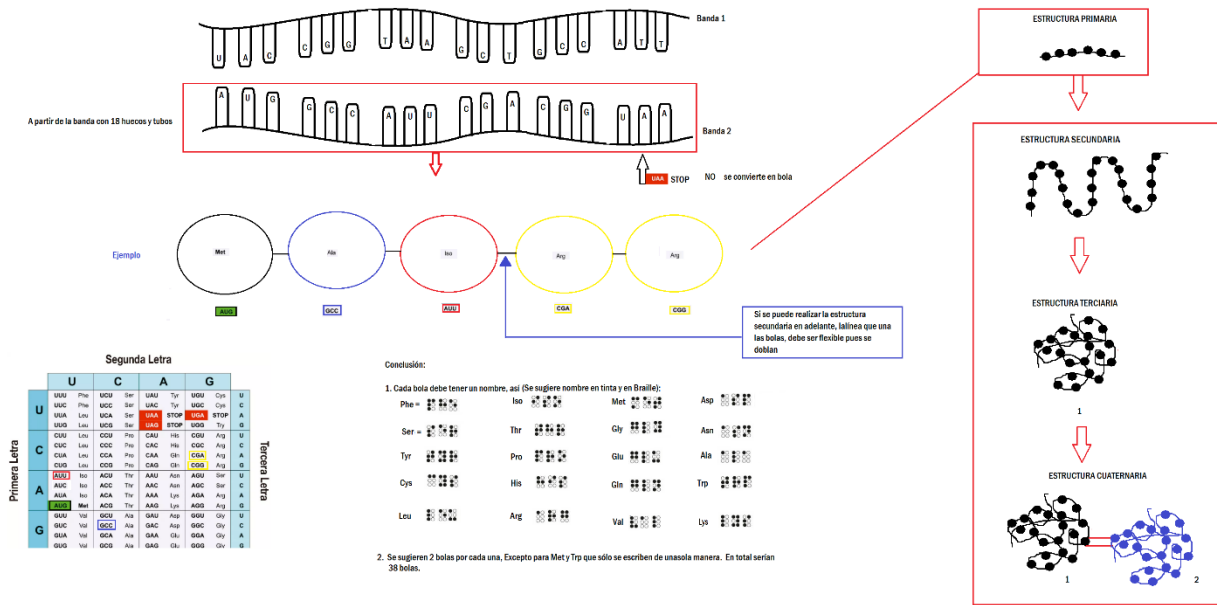


Figura 3. Explicación para el diseño del material didáctico sobre la estructura del ADN para la enseñanza de los procesos de duplicación, transcripción y traducción del ADN

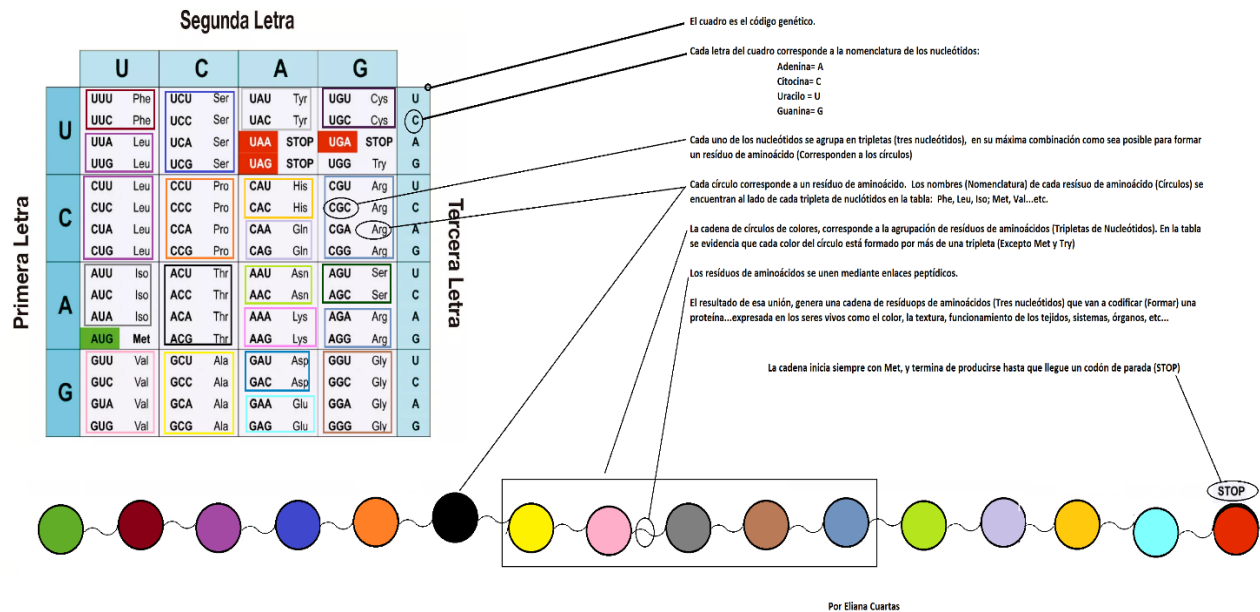


Figura 4. Explicación para el diseño del material para la enseñanza de la traducción.

Tanginética es un juego didáctico cuyo objetivo es favorecer el aprendizaje de la duplicación, transcripción y traducción del ADN a las personas con discapacidad visual.

Este juego fue elaborado con las siguientes partes:

- Una base cuadrada de madera, la cual es el soporte donde serán ubicadas las cadenas de ADN.
- Dos hélices metálicas, las cuales representan cada una de las cadenas del ADN o ARN según sea el caso.
- 50 estructuras cilíndricas que representan los nucleótidos con los cuales se conforman las cadenas.

Debido a que existen 5 nucleótidos diferentes, las estructuras cilíndricas están rotuladas con letras escritas en Braille y en colores de la siguiente manera:

- Las Adeninas son de color verde y están representadas con la letra A.

- Las Timinas son de color naranjado y están representadas con la letra T
  - Las Citosinas son de color amarillo y están representadas con la letra C.
  - Las Guaninas son de color azul y están representadas con la letra G.
  - Los Uracilos son de color rosado y están representados con la letra U
- 45 pernos plásticos que sirven para unir los nucleótidos a las hélices
  - Un código genético en Braille y en macrotipo, para que sea funcional a las personas con y sin discapacidad visual.
  - Un manual en audio y video con lengua de señas, que servirá como guía para el desarrollo de la actividad.

El diseño de Tanginética permite que, además, no solo las personas con discapacidad visual puedan interactuar con el modelo, sino que todas las personas con y sin discapacidad pueden hacer uso del mismo. Por lo anterior, la dinámica que se propuso para este juego permitió un trabajo cooperativo y se describe a continuación.

#### 4.2.1.1. Explicación del juego sobre duplicación.

Para llevar a cabo este proceso se formarán equipos de tres personas. El docente entregará a los estudiantes el modelo del ADN armado y cada estudiante asumirá el papel de una enzima así:

1. Uno de los estudiantes será la helicasa, cuya función es separar las hélices de ADN.

2. Un segundo estudiante hará el papel de la polimerasa, cuya función es ubicar los nucleótidos en la hélice de ADN. El papel de la polimerasa se lleva a cabo después de que se haya desarmado la cadena de ADN que queda inactiva.
3. El tercer estudiante tendrá la función de la ligasa, la cual es unir los nucleótidos de las dos hélices correctamente. Para esto, deberá estar pendiente de los nucleótidos que hay en la cadena molde, para comunicarle a la polimerasa qué nucleótido debe ubicar. Posteriormente, fijará las dos hélices en la base de madera y hará la revisión de que efectivamente los nucleótidos quedan unidos entre sí. En caso de que haya nucleótidos que se repelan se podrá asumir que existe una mutación y se podrá introducir dicho concepto.

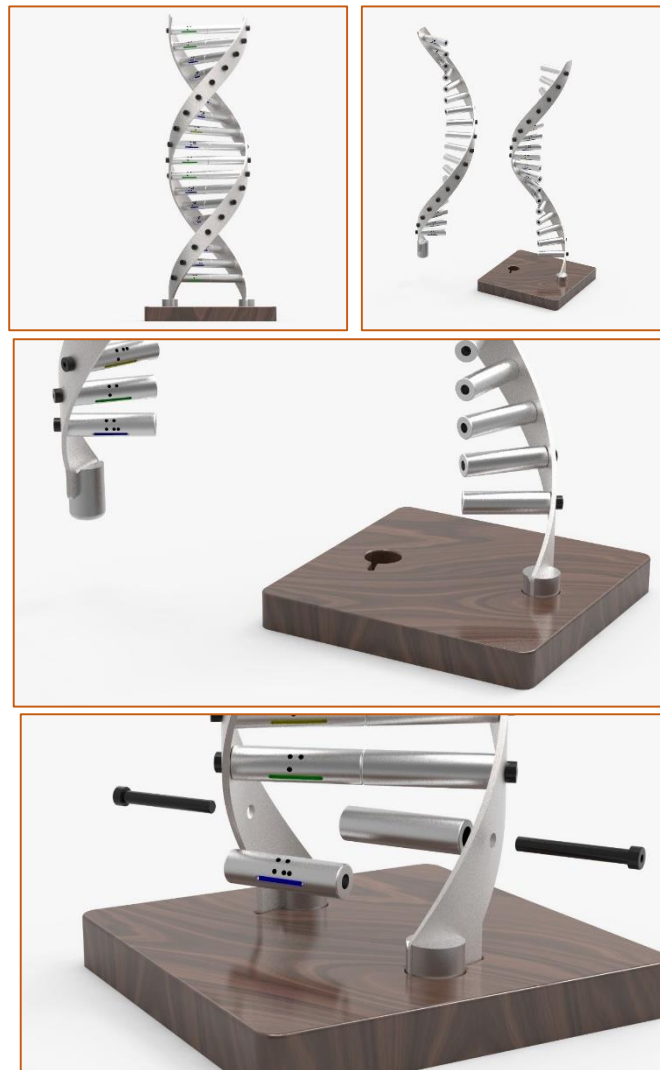
#### 4.2.1.2. Explicación del juego sobre transcripción

Para llevar a cabo este proceso, se debe llevar a cabo la misma dinámica de la duplicación teniendo en cuenta, que ahora el papel de la ligasa, es pasar información a la polimerasa para construir el ARN. Es decir, deberá tener presente que en vez de Timina debe pedir Uracilo. Se sugiere que, en esta fase del juego, se intercambien los papeles de las enzimas, para que todos los estudiantes puedan comprender la función de cada una de ellas.

#### 4.2.1.2. Explicación del juego sobre traducción

Para llevar a cabo este proceso, uno de los estudiantes asumirá el papel de la helicasa quien deberá separar el ARN del ADN. Un segundo estudiante hará el papel del ARN de transferencia y deberá buscar en el código genético los aminoácidos, teniendo en cuenta el codón de inicio y de terminación. El tercer estudiante deberá ir anotando en su cuaderno, el

orden de los aminoácidos según lo que sea leído por el ARN de transferencia. La elaboración de este juego tuvo una duración de seis meses y una vez terminado se procedió con diseño del manual de uso en formato de audio con un experto en locución<sup>8</sup>. El producto final da la estructura del modelo de ADN se muestra en la figura 5.



*Figura 5. Producto final de Tanginética. (créditos: Juan Camilo Morales)*

---

<sup>8</sup> Aldemar Cardona Ojeda-Locutor de emisoras virtuales. Correo e: [aljuca1485@gmail.com](mailto:aljuca1485@gmail.com)

## 4.2. Resultados de la fase de ejecución de plan

La aplicación del juego de Tanginética, producto de la fase anterior, permitió que los estudiantes con discapacidad visual alcanzaran niveles de desarrollo de habilidades científicas, los cuales se evidenciaron en la rúbrica elaborada a partir del trabajo de Rúa y Jaramillo (2018) en donde se tiene como referencia la relación entre estándares básicos de competencias y habilidades científicas en Ciencias Naturales para el grado noveno y las intenciones del andamiaje efectivo. Con Tanginética se pudo identificar los niveles de aproximación al dominio de habilidades científicas que desarrollaron los estudiantes con discapacidad visual mediante el andamiaje basado en un apoyo multisensorial y estándares básicos de competencias. Para ello, se realizaron las rúbricas de las tablas 5 y 6. Las evidencias registradas de las intervenciones para estas rúbricas se encuentran consignadas en las tablas 7-10, en donde se muestra el indicador del nivel de aproximación al desarrollo de la habilidad científica por cada estudiante a partir de los criterios tales como Alto (A); Medio (M) y Bajo (B).

***Tabla 5 Rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias-EBC y habilidades científicas-HC en Ciencias Naturales para el grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018)***

COMPONENTE EBC	EBC	HC	INDICADOR DE DESEMPEÑO
Aproximación al conocimiento como científico natural	Observo fenómenos específicos y formulo las respectivas preguntas, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.	Observación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante interactúa sensorialmente con el modelo didáctico del tema desarrollado.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones interactúa sensorialmente con el modelo didáctico del tema desarrollado.</li> <li>3. El estudiante no interactuó sensorialmente con el modelo didáctico del tema desarrollado.</li> </ol>



	Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Explicación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas.</li> <li>3. El estudiante no relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas.</li> </ol>
	Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias	Comunicación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante utiliza el lenguaje científico</li> <li>2. El estudiante en ocasiones utiliza el lenguaje científico</li> <li>3. El estudiante no utiliza el lenguaje científico</li> </ol>
Desarrollo de compromisos personales y sociales.	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.	Trabajo en equipo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante participa con libertad de expresión y respeta las opiniones de los demás.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones participa con libertad de expresión y respeta las opiniones de los demás.</li> <li>3. El estudiante no participa con libertad de expresión ni respeta las opiniones de los demás.</li> </ol>
	Escucho activamente a compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos	Respeto por el aporte de los otros	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante se mostró tolerante a las diferentes opiniones</li> <li>2. El estudiante en ocasiones se mostró tolerante a las diferentes opiniones</li> <li>3. El estudiante no se mostró tolerante a las diferentes opiniones</li> </ol>
Manejo conocimientos	Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario	Reconozco las relaciones que existen entre el modelo de la doble hélice y el modelo didáctico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico</li> <li>2. El estudiante en ocasiones fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico</li> <li>3. El estudiante no fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico</li> </ol>
	Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.	Construir argumentos basados en evidencias.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante relacionó la teoría con situaciones observadas y vividas</li> <li>2. El estudiante en ocasiones relacionó la teoría con situaciones observadas y vividas</li> <li>3. El estudiante no relacionó la teoría con situaciones observadas y vividas</li> </ol>

**Tabla 6. Rúbrica de las intenciones del andamiaje efectivo en las habilidades Científicas en Ciencias Naturales para el grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018)**

HC	INTENCIONES DEL ANDAMIAJE	ACTIVIDAD
Observación	Adaptar la tarea de acuerdo con las necesidades del aprendiz	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante logró interactuar correctamente con el modelo de la doble hélice del ADN</li> <li>2. Al estudiante se le dificultó interactuar con el modelo de la doble hélice del ADN</li> <li>3. El estudiante no logró interactuar correctamente con el modelo de la doble hélice del ADN</li> </ol>
Explicación	Disminuir el apoyo a través del tiempo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante fue consistente en el trabajo autónomo sin recurrir al profesor.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones requirió apoyo por parte del docente o compañero.</li> <li>3. El estudiante requirió de apoyo permanente por parte del docente o compañero.</li> </ol>
Trabajo en equipo	Motivar al estudiante durante el desarrollo de una actividad de aprendizaje	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante manifestó interés en el desarrollo de la actividad.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones manifestó interés en el desarrollo de la actividad.</li> <li>3. El estudiante no manifestó interés en el desarrollo de la actividad.</li> </ol>
Respeto por el aporte de los otros	Mantener el interés del sujeto en el desarrollo de la tarea.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante participó de la actividad propuesta</li> <li>2. El estudiante participó pocas veces de la actividad propuesta.</li> <li>3. El estudiante no participó activamente de la actividad propuesta.</li> </ol>
Reconozco las relaciones que existen entre el modelo de la doble hélice y el modelo didáctico	Establecer el avance de la actividad para proponer acciones consecuentes	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante realizó análisis de fenómenos científicos.</li> <li>2. El estudiante pocas veces realizó análisis de fenómenos científicos.</li> <li>3. El estudiante no realizó constantemente análisis de fenómenos científicos.</li> </ol>
Construir argumentos basados en evidencias.		
Comunicación	Manejar la frustración del fracaso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El estudiante a pesar de las dificultades, persistió en realizar la actividad.</li> <li>2. El estudiante en ocasiones a pesar de las dificultades, persistió en realizar la actividad.</li> <li>3. El estudiante no logró superar las dificultades, por lo que desistió en la realización la actividad.</li> </ol>

**Tabla 7. Evidencias de la rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias-EBC y habilidades científicas-HC en Ciencias Naturales para el estudiante AEC del grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018)**

COMPONENTE EBC	EBC	HC	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS
Aproximación al conocimiento como científico natural	Observo fenómenos específicos y formulo las respectivas preguntas, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.	Observación	1. El estudiante interactúa sensorialmente con el modelo didáctico del tema desarrollado.	<p>AEC toca el modelo de arriba hacia abajo, con cierto temor porque piensa que puede dañar el material. Muestra interés y constantemente toca todo el juego, el Braille y cada ranura externa e interna del modelo. P guía con sus manos la forma de la doble hélice del modelo del ADN en forma de espiral; Luego AEC, identifica por cuenta propia, con sus manos y con mucha atención, cada una de las partes del modelo: La letras en Braille, Los tubos que representan los nucleótidos, las base de aluminio que representa la hélice del ADN, los imanes del modelo que representan los enlaces entre nucleótidos de diferentes hélices, los soportes de las bases en cada hélice, las ranuras que, aunque no ve el color, las identifica por las representaciones en Braille.</p> <p><b>AEC</b> ¿Es esta cosa?  <b>P</b> ¡Sí!  <b>AEC</b> ¿Y esto qué es?  <b>P</b> Esta es la doble hélice de ADN. Esta es una hélice y esta es otra.  <b>AEC</b> ¿Así es?  <b>P</b> ¡Ajá, así es! Mira que... ¿te acuerdas que nos hablaban de que se enrollaban entre ellas? Mira que ahí se van enrollando. Eso es una hélice y estos tubitos son los nucleótidos.</p> <p><b>AEC</b> T...T  <b>P</b> Entonces mira que, así como tiene la letra en Braille, también tiene esta ranurita que aquí la puedes sentir, tiene colores porque vamos a tener personas que no conocen el Braille porque pueden ver.  <b>AEC</b> O sea que, por ejemplo, ¿en las diferentes barritas hay colores?  <b>P</b> Todas las que tienen A son verdes; las que tienen G son azules; las que tienen U, que en</p>

este caso no las tenemos porque este es el ADN, son rosadas; las que tienen T son naranjadas.

**AEC** ¿O sea que así es el cuerpecito de un modelo?

**P** Sí, ese es el modelo del ADN.

**A** ¿Si lo entiendes?, ¿te queda claro cómo es el modelo del ADN?

**AEC** ¡sí!

AEC, relaciona la estructura del modelo del ADN con otras teorías, tal como el modelo magnético: Los polos iguales se repelen y los polos distintos se atraen

AEC ¿ya? ¡Ja! Pero es que mirá esto como quedó. Pero es que no da. Tienen que ser polos opuestos vea quitemos una. ¡Ah! Ahora sí está pegando. Pero esta sí no... ¡no quiere pegar! Eso que tú estás haciendo, lo hace una enzima de manera natural.

AEC ¿Sí?

A ¡Sí! hay una enzima que revisa que todo esté perfecto y lo que está malo lo cambia y lo vuelve y lo pone.

AEC ¡iiiiijjj! ¿Esto qué está pasando aquí?

A Eso que está pasando ahí es exactamente lo que pasa en la célula. ¡Igualito!

AEC ¡Ay que ternura!

A Hay una enzima que viene y dice que está malo y hay mismo lo quita y hace lo que está haciendo la compañera.

AEC Ahhhhh, pero obviamente lo hace más rápido

A Sí, muy bien

AEC Listo...este está malo, este está malo, este está malo.

A. Tienen que buscar la que sea compatible. Eso mismo hacen las enzimas. ¿sí están comprendiendo el valor de las enzimas?

AEC sí. O sea, que ¿eso hacen ellas en el cuerpo?

A ¡sí!

AEC O sea que ¿por eso es que aquí es lo mismo?

Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Explicación	1. El estudiante relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas.	
Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias	Comunicación	1. El estudiante utiliza el lenguaje científico	En esta parte se observa que los participantes (en parejas) interactúan con el juego armando las piezas con las manos (tacto).

AEC, toca las letras en Braille y corrige cualquier nucleótido mal ubicado (Se evidencia que ella tiene los conceptos claros, pues constantemente corrige a sus compañeros. Tanginética al ser un modelo multisensorial, permitió que todos los estudiantes en general se motivaran a jugar y aprender cómo es que se da el modelo de duplicación por medio de su sentido dominante, es decir, los estudiantes con discapacidad visual interactuaban con el modelo a partir del tacto y los estudiantes sin discapacidad visual lo hacían por medio de su sentido de la visión. Aunque en ocasiones algunos estudiantes videntes intentaban interactuar por medio del tacto, para lograr armar el modelo, su referente seguía siendo el color. (¡No porque no está quedando bien! La amarilla tiene que quedar con la azul y las naranjadas con las verdes). Sin embargo, al interactuar estudiantes ciegos con estudiantes sin discapacidad visual en equipo, resulta de gran importancia un lenguaje científico. (¡No piense en colores que me enreda!) evidentemente al llamar cada parte del juego según su rótulo (amarillo, verde, naranjado, azul) se genera una confusión para los estudiantes ciegos, quienes se guían por la letra en Braille que hay en cada pieza (G, C, T, A) y necesitan nombrarlos por su nombre científico (Guanina, Citosina, Adenina, Timina) para lograr comprenderse con sus compañeros videntes

AEC Ve a esta es Citosina, esta es la Adenina... Esta no es Adenina, esto es Citocina. Pegamos dos Citocinas juntas.

AEC ¿Sí? No piense en los colores que me enreda. Citocina. Aquí puso Guanina. Ve a, naranjado con verde; amarillo con azul

Desarrollo de compromisos personales y sociales.

Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las

Trabajo en equipo

1. El estudiante participa con libertad de expresión y respeta

Se observa que AEC y E2, interactúan con sus manos colocando los nucleótidos que encajen perfectamente. Están

funciones de otras personas.	las opiniones de los demás.	<p>sincronizadas, corrigiéndose entre sí. Lo que AEC, E2 lo corrige o verifica que esté bien y viceversa. E2 selecciona los nucleótidos por el color y AEC por el tacto; También se evidencia que AEC corrige a E14 y a CEC, respetan su opinión y siguen su instrucción.</p> <p>AEC Esta está mala... esta está mala!</p> <p>E2 Es que esta porque no pega AEC No sé, claro, Adenina no va con Timina, ¿o sí?</p> <p>E2 Claro, si va naranjada con verde</p> <p>CEC ¿Pongo esta?</p> <p>AEC CEC él no le puede decir, mire que ahí está el Braille. Porque ahí está el Braille AEC Acuérdesse quién va con quién.</p> <p>E14 Vaya intercalando. Si en uno puso un color, ponga el color que le sigue al otro lado</p> <p>CEC ¿Al otro lado?</p> <p>AEC No le diga a él que ponga colores porque él no ve los colores.</p> <p>AEC Ella con los colorcitos y yo con el Braille. Ahí nos completamos, nos colaboramos ¿aquí hay algo escrito?</p>
<p>Escucho activamente a compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos</p>	<p>Respeto por el aporte de los otros</p>	<p>Si bien se comparten puntos de vistas diferentes, se evidencia un diálogo respetuoso entre ellos.</p> <p>E14 P yo creo que le falta algo. Eso tiene las letras en Braille ¿cierto? Yo creo que sería bueno también que tuviera las letras normales para uno leerlo. ¿sí me entiende? En español P O sea ¿te parece que en vez de los colores hubiese sido mejor en tinta?</p> <p>E2 No</p> <p>E14 Está bien, pero sería bueno también en tinta</p> <p>E2 No. Eso a mí no me parece Porque eso está en el pensamiento. Si usted sabe que aquí en Braille está una letra aquí va a estar la otra. Y para eso están los colores es si no que usted se grabe cuáles son los colores saber con cual va y ya</p> <p>AEC Es que no todo puede ser fácil. También hay que pensar.</p>

Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario	Reconozco las relaciones que existen entre el modelo de la doble hélice y el modelo didáctico	1. El estudiante fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico	E14 organiza los nucleótidos por el color y CEC Los toca, se colaboran entre los dos. E10 y E11, ponen atención detenidamente lo que están haciendo sus compañeros con el modelo de ADN. E2, brinda instrucciones al ver errores en la manera de cómo arman el modelo. Se observa que los estudiantes están armando el modelo, pero no en parejas de nucleótidos. Se interesan en armar las cadenas de manera independiente. E2, les advierte sobre su error, pero CEC y E14 no ponen atención a las instrucciones que brindan E2 y AEC. E10 brinda apoyo a sus compañeros. E2 brinda apoyo dando instrucciones que se guíen por el color de los nucleótidos y muestran el error que cometieron. CEC toca, para averiguar cuál es el error del que hablan los demás. AEC A ellos están uniendo así y no así	
Manejo conocimientos	Establezco relaciones entre los genes, las proteínas y las funciones celulares.	Construir argumentos basados en evidencias	1. El estudiante relacionó la teoría con situaciones observadas y vividas	A Eso que tú estás haciendo, lo hace una enzima de manera natural. AEC ¿Sí? A ¡Sí! hay una enzima que revisa que todo esté perfecto y lo que está malo lo cambia y lo vuelve y lo pone. AEC ¡iiiiijjj! ¿Esto qué está pasando aquí? A Eso que está pasando ahí es exactamente lo que pasa en la célula. ¡Igualito! AEC ¡Ay que ternura! A Hay una enzima que viene y dice que está malo y hay mismo lo quita y hace lo que está haciendo la compañera. AEC Ahhhhh pero obviamente lo hace más rápido A Sí, muy bien AEC Listo...este está malo, este está malo, este está malo. A. Tienen que buscar la que sea compatible. Eso mismo hacen las enzimas. ¿sí están comprendiendo el valor de las enzimas? AEC sí. O sea, que ¿eso hacen ellas en el cuerpo?

A ¡sí!  
AEC O sea que ¿por eso es que aquí es lo mismo?

**Tabla 8. Evidencias de la rúbrica de la relación entre estándares básicos de competencias y habilidades científicas en Ciencias Naturales para el estudiante CEC del grado noveno, basado en el trabajo de Rúa y Jaramillo (2018)**

COMPONENTE EBC	EBC	HC	INDICADOR DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS CEC	VALOR *
Aproximación al conocimiento como científico natural	Observo fenómenos específicos y formulo las respectivas preguntas, sobre una experiencia o sobre las aplicaciones de teorías científicas.	Observación	1. El estudiante interactúa sensorialmente con el modelo didáctico del tema desarrollado.	<p>P, ahora se dirige a CEC y comienza a mostrar y a describir de manera tangible el modelo del ADN. P guía con la mano de CEC, para que conozca el modelo de arriba hacia abajo y viceversa.</p> <p>P dice a CEC Este es el modelo del ADN</p> <p>CEC ¿Del ADN?</p> <p>p ¡Sí!</p> <p>CEC ¿Quién lo puso así?</p> <p>p Yo lo mandé a hacer...y el Braille son las letras de cada nucleótido. ¿Te acuerdas lo que estábamos haciendo en el cuaderno?</p> <p>CEC ¿En el taller?</p> <p>P ¡Ajam y lo que nos hablan de lo que es la doble hélice del ADN, es esto! Mira que son dos hélices que se enrollan entre ellas y acá los que tienen Braille, son los nucleótidos que se unen entre ellos y cada tubito que tiene la letra en Braille, también tiene color.</p> <p>CEC ¿Color?</p> <p>p Todas las que tienen la A, o sea las Adeninas, son verdes. Mira te muestro, las tienen en estas ranuritas de aquí, ¡ahí tienen el color! Entonces mira, por ejemplo, esto es una T y es naranjada; las Guaninas son azules; las Citocinas amarillas y los Uracilos, que no los tenemos aquí porque este es el ADN, ...están representados de color rosado.</p> <p>CEC ¿Color rosado?</p> <p>A ¿Si lo entiendes CEC?</p> <p>CEC Sí, ¡está todo bueno!</p> <p>p Sí entendiste ¿cómo es que se forman las hélices? ¿cómo se enrollan entre ellas?</p> <p>CEC ¿Son así?</p> <p>A ¿Te parece que es una hélice de helicóptero?</p> <p>CEC ¡Es diferente!</p> <p>p ¿Cómo les ha parecido muchachos?</p> <p>E9 ¡Está bueno!</p>	A
	Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.	Explicación	2. El estudiante en ocasiones relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas.	<p>Las explicaciones visuales, e incluso descritas, no son suficientes para que una persona con discapacidad visual las comprenda con claridad debido a que, cuando una persona ha perdido el sentido de la visión a temprana edad, no conserva en su memoria registros fotográficos con los cuales pueda relacionar la descripción de una imagen. Esto se puede evidenciar cuando AEC se</p>	M



				<p>sorprende al tocar el modelo (¿es esta cosa? ¿y eso qué es? ¿así es? ¿o sea que así es el cuerpecito de un modelo?). Evidentemente no tenía en su mente la imagen de la estructura del ADN por lo que constantemente quería confirmar si ese modelo verdaderamente representaba el ADN. Y el estudiante CEC2, quien asociaba la hélice del ADN (cuando se le mencionaba) con una hélice de helicóptero, logró al sentir el modelo didáctico cambiar dicha perspectiva (¿Te parece que es una hélice de helicóptero? ¡No! ¡Es diferente!). En este caso, lo relaciona con objetos ya conocidos y por ello el indicador hace referencia a "en ocasiones relacionó el modelo didáctico con situaciones observadas o vividas."</p> <p>A ¿Te parece que es una hélice de helicóptero? CEC ¡Es diferente! Eso parecen unas pilas</p>	
	Identifico y uso adecuadamente el lenguaje propio de las ciencias	Comunicación	3. El estudiante no utiliza el lenguaje científico	...Eso parecen unas pilitas	<b>B</b>
	Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.	Trabajo en equipo	2. El estudiante en ocasiones participa con libertad de expresión y respeta las opiniones de los demás.	CEC respeta las opiniones de los demás, más no participa con libertad.  E14 Vaya intercalando. Si en uno puso un color, ponga el color que le sigue al otro lado CEC ¿Al otro lado?	<b>M</b>
Desarrollo de compromisos personales y sociales.	Escucho activamente a compañeros y compañeras, reconozco puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos	Respeto por el aporte de los otros	1. El estudiante se mostró tolerante a las diferentes opiniones	No hubo evidencia directa	<b>A</b>
Manejo conocimientos	Reconozco la importancia del modelo de la doble hélice para la explicación del almacenamiento y transmisión del material hereditario	Reconozco las relaciones que existen entre el modelo de la doble hélice y el modelo didáctico	1. El estudiante fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico	No hubo evidencia directa	<b>M</b>

- A: alto; M: medio; B: bajo.

**Tabla 9. Rúbrica basada en las intenciones del andamiaje efectivo y el desarrollo de las habilidades científicas para para AEC del grado noveno.**

HC	INTENCIONES DEL ANDAMIAJE	ACTIVIDAD	EVIDENCIAS AEC	VALOR ID*
Observación	Adaptar la tarea de acuerdo con las necesidades del aprendiz	1. El estudiante logró interactuar correctamente con el modelo de la doble hélice del ADN	<p>Todos los E sí.  P Mira AEC  AEC ¿Es esta cosa?  p ¡Sí!  AEC ¿Y esto qué es?  P Esta es la doble hélice de ADN. Esta es una hélice y esta es otra.  AEC ¿Así es?  ¡P Ajam, así es! Mira que... ¿te acuerdas que nos hablaban de que se enrollaban entre ellas? Mira que ahí se van enrollando. Eso es una hélice y estos tubitos son los nucleótidos.  AEC T ...T  p Entonces mira que, así como tiene la letra en Braille, también tiene esta ranurita que aquí la puedes sentir, tiene colores porque vamos a tener personas que no conocen el Braille porque pueden ver.  AEC O sea que por ejemplo, ¿en las diferentes barritas hay colores?  p Todas las que tienen A son verdes; las que tienen G son azules; las que tienen U, que en este caso no las tenemos porque este es el ADN,...son rosadas; las que tienen T son naranjadas.  AEC ¿O sea que así es el cuerpecito de un modelo?  p Sí, ese es el modelo del ADN.</p> <p>AEC comienza tocando de arriba a abajo el modelo. P guía con sus manos la forma de la doble hélice del modelo del ADN en forma de espiral; Luego AEC, identifica por cuenta propia, con sus manos y con mucha atención, cada una de las partes del modelo: La letras en Braille, Los tubos que representas los nucleótidos, las base de aluminio que representa la hélice del ADN, los imanes del modelo que representan los enlaces entre nucleótidos de frentes hélices, los soportes de las bases en una mis hélice, las ranuras que, aunque no ve el color, las identifica por las representaciones en Braille.</p>	A

	<p>Explicación</p> <p>Disminuir el apoyo a través del tiempo</p>	<p>2. El estudiante en ocasiones requirió apoyo por parte del docente o compañero.</p>	<p>P Esta la vamos a traer a cogerla de arriba, porque acuérdate que la tenemos que enrollar. Y lo que vamos a hacer...tú primero vas a ubicar cómo está ésta, mira que esta está como así. Entonces esta la cogemos desde arriba y también tiene que venir hacia acá. Busca que encaje bien... Mira que aquí te quedó un poquito corrido, entonces gira la hélice hasta que encaje. Toca aquí arriba que ya se unió solita porque tienen imanes.</p> <p>AEC ¿Se pueden desunir?</p> <p>P ¡Sí!</p> <p>AEC ¿Me muestra?</p> <p>P ...¡Sácala tú solita!</p> <p>AEC ¡A mí me da miedo!</p> <p>P Nooo, dale tranquila, que si se nos cae no se daña, no se quiebra.</p> <p>AEC ¡Bueno, entonces hágale! ay ¡saqué las dos!</p> <p>¿P Sabes por qué se te zafaron las dos? Porque cogiste la de abajo una y de arriba la otra.</p> <p>AEC Ahhhhhhhhhhhhhhhhhhh</p> <p>P Acuérdate que si vas a sacar ésta tienes que guiarte con esta manito para saber cuál es la que tienes que coger aquí arriba. Ahora ubícate tu solita.</p> <p>AEC Ahhh es que mirá esto aquí y yo pensando que era la del otro lado. ¡Por fin!</p> <p>P Vuélvela a poner tú.</p> <p>AEC ¡Ay Dios mío! Primero, miramos esto acá (Se refiere a la base de encaje de la hélice del modelo), después buscamos que esta cosita encaje con el huequito (Base, con la hélice del modelo) ... ¿cierto que sí? No ha encajado bien porque no ha metido bien.</p> <p>P ¿Cómo te pareció, Fácil o difícil?</p> <p>AEC Más o menos porque no me quería meter.</p> <p>P No te puedes desesperar, porque mira la técnica es que una mano se encargue la parte de abajo y la otra de la parte de arriba.</p> <p>AEC, Pero es cuestión de uno cogerle la técnica.</p> <p>P, hace énfasis en la explicación táctil de lo que es un espiral y la manera de cómo se enrolla cada hélice. Después de la nueva explicación por parte de P, AEC comienza otra vez el proceso. Tal como lo indicó P en su instrucción, comienza a tocar una de las hélices del modelo de abajo hacia arriba, ubicándose en una sola cadena del modelo. Reconoce la espiral y es capaz de sacar una de las hélices de la base por sus propios medios.</p>	<p>M</p>
--	--	--	--	----------



**Tabla 10. Rúbrica basada en las intenciones del andamiaje efectivo y el desarrollo de las habilidades científica para para CEC del grado noveno.**

HC	INTENCIONES DEL ANDAMIAJE	ACTIVIDAD	EVIDENCIAS CEC	VALOR ID
Observación	Adaptar la tarea de acuerdo con las necesidades del aprendiz	2. Al estudiante se le dificultó interactuar con el modelo de la doble hélice del ADN	<p>P dice a CEC Este es el modelo del ADN            CEC ¿Del ADN?            p ¿Sí!            CEC ¿Quién lo puso así?            p Yo lo mandé a hacer...y el Braille son las letras de cada nucleótido. ¿Te acuerdas lo que estábamos haciendo en el cuaderno?            CEC ¿En el taller?            p Ajam y lo que nos hablan de lo que es la doble hélice del ADN, es esto! Mira que son dos hélices que se enrollan entre ellas y acá los que tienen Braille, son los nucleótidos que se unen entre ellos y cada tubito que tiene la letra en Braille, también tiene color.            CEC ¿Color?            p Todas las que tienen la A, o sea las Adeninas, son verdes. Mira te muestro, las tienen en estas ranuritas de aquí, ¡ahí tienen el color! Entonces mira, por ejemplo, esto es una T y es naranjada; las Guaninas son azules; las Citocinas amarillas y los Uracilos, que no los tenemos aquí porque este es el ADN, ...están representados de color rosado.            CEC ¿Color rosado?            A ¿Si lo entiendes CEC?            CEC Sí, ¡está todo bueno!            p Sí entendiste ¿cómo es que se forman las hélices? ¿cómo se enrollan entre ella?            CEC ¿Son así?            A ¿Te parece que es una hélice de helicóptero?            CEC ¡Es diferente!</p> <p>P, ahora se dirige a CEC y comienza a mostrar y a describir de manera tangible el modelo del ADN. P guía con la mano de CEC, para que conozca el modelo de arriba hacia abajo y viceversa. En este episodio se vuelve a observar que CEC, repite constantemente lo último que la profesora le indica. (Es importante aclarar que, en este punto de la investigación, P averiguó sobre esta observación con la docente de apoyo y con el tiflólogo de la Institución Educativa. Ellos indicaron que CEC tiene asociado a su discapacidad visual un déficit de atención y por ello, atribuyen este comportamiento). a pesar de lo anterior CEC muestra interés y es entusiasmado con el modelo. Muestra interés por cada una de las letras escritas en Braille, más no por las ranuras de colores, pese a que P se las está explicado y describiendo. Los demás estudiantes muestran interés de la explicación del modelo y de las reacciones de CEC.</p>	M

Explicación	Disminuir el apoyo a través del tiempo	3. El estudiante requirió de apoyo permanente por parte del docente o compañero.	<p>P CEC mira cómo queda la hélice ya separada. ¡tócala bien!</p> <p>CEC ¡Ay! y ¿cómo la desarma?</p> <p>P Espera yo la vuelvo a armar y te muestro cómo se desarma</p> <p>A CEC aprende, que te vamos a poner a jugar</p> <p>P Entonces, lo que yo hago es... voy a coger acá, te vas a fijar que la que yo voy a coger abajo, sea la misma que cojas con la mano izquierda y trata de sacar esta hélice de la tablita y la halas hacia allá, para que la despegues. Mira que hay que darle como un giro, porque ella está enrollada ¿sí sientes que está enrollada?</p> <p>CEC Que se desenrolle...</p> <p>P Voy a ponerla y la desarmas tú.</p> <p>CEC ¡Entonces esta de acá! ... ¡este lado!... ¡no me dio!</p> <p>P ¡Acuérdate que tienes que poner cuidado que sí cojas la misma hélice con las dos manos!</p> <p>CEC hay que sacar la bola ¡hay sí pude...P mirá!</p> <p>A ¿Te parece fácil o difícil?</p> <p>P</p> <p>CEC ¡fácil!... es como armar un cubo</p> <p>P ¿sí reconociste la diferencia cuando están las dos hélices juntas y cuando está una solita?</p> <p>CEC ¡Sí!</p> <p>P Trata de unir las ahora, ¡inténtalo! Tienes que poner esta manito acá, esta acá, trata de mirar dónde encaja la hélice en la base, mira que tiene como una cosita que encaja acá.</p> <p>CEC ¡Ya está entrando!</p> <p>P Trata acá... toca acá... mira que esta punta tiene que pasar por acá, porque quedan enrolladas.</p> <p>Cuando P muestra cómo se desarma el modelo a CEC, se muestra aún más interesado tocando cada una de las partes. Se confunde un poco, pero P lo quía con sus manos. Reconoce cada una de las hélices del modelo de ADN por separado y P le enseña cómo se unen. Después de esto CEC, intenta volverlo a hacer independiente, pero aún no lo logra a pesar de que argumenta que está fácil. Lo intenta varias veces hasta que lo arma, pero siempre con la ayuda de P. La mayor dificultad se observa cuando CEC intenta encajar las hélices sobre su molde y lograr que quede en el espiral (Se observa que no logra sincronizar dos instrucciones a la vez). Lo curioso es que cuando P muestra el modelo desarmado para volverlo a armar a los demás compañeros E4, E3, E1...se observa que tienen también dificultad. Sólo después de la explicación de P, logran armarlo nuevamente.</p>	M
Trabajo en equipo	Motivar al estudiante durante el desarrollo de una actividad de aprendizaje	1. El estudiante manifestó interés en el desarrollo de la actividad.	<p>P Voy a ponerla y la desarmas tú.</p> <p>CEC ¡Entonces esta de acá! ... ¡este lado!... ¡no me dio!</p> <p>P ¡Acuérdate que tienes que poner cuidado que sí cojas la misma hélice con las dos manos!</p> <p>CEC hay que sacar la bola ¡hay sí pude...P mirá!</p>	A

			<p>A ¿Te parece fácil o difícil? P CEC ¡fácil!... es como armar un cubo Cuando P muestra cómo se desarma el modelo a CEC, se muestra aún más interesado tocando cada una de las partes. Se confunde un poco, pero P lo quía con sus manos. Reconoce cada una de las hélices del modelo de ADN por separado y P le enseña cómo se unen. Después de esto CEC, intenta volverlo a hacer independiente, pero aún no lo logra a pesar de que argumenta que está fácil. Lo intenta varias veces hasta que lo arma, pero siempre con la ayuda de P.</p>	
Respeto por el aporte de los otros	Mantener el interés del sujeto en el desarrollo de la tarea.	2. El estudiante participó pocas veces de la actividad propuesta.	<p>A CEC ¿cómo te sentiste? CEC Un poquito como nervioso A ¡sí! ¿por qué? CEC Pensando que no me iba a dar P No. Pero tienes que tener confianza en ti mismo. No tener miedo a hacer otras cosas. Hay que explorar el mundo</p>	M
Construir argumentos basados en evidencias.	Establecer el avance de la actividad para proponer acciones consecuentes	3. El estudiante no realizó constantemente análisis de fenómenos científicos.	Eso parecen unas pilitas	B
Comunicación	Manejar la frustración del fracaso	2. El estudiante en ocasiones a pesar de las dificultades, persistió en realizar la actividad.	<p>CEC Un poquito como nervioso A ¡sí! ¿por qué? CEC Pensando que no me iba a dar</p>	M

#### 4.3. Fase de reflexión e integración de resultados. Replanificación

Según los resultados encontrados en la fase de reconocimiento y diagnosis reflexiva se evidenció que la duplicación y la transcripción del ADN del tema de genética, fue el de mayor dificultad para comprender por parte de los estudiantes con discapacidad visual, debido a que se presentaron barreras tales como enseñanza de la biología a partir de videos y gráficas, lo que permitiría inferir que los estudiantes en esta condición tendrían un nivel académico diferente al de sus compañeros, posiblemente por las inequidades que se

presentan en el aula. Lo anterior se corresponde con lo reportado por Naranjo y Candela (2006), quien afirma que las Ciencias Naturales presentan un grado de complejidad por sus conceptos abstractos y además su enseñanza es muy visual, lo que conlleva a que sea más difícil para las personas con discapacidad visual.

Frente a los argumentos expuestos, es importante destacar que las explicaciones visuales e incluso descritas, no son suficientes para que una persona con discapacidad visual las comprenda con claridad, debido a que cuando se ha perdido el sentido de la visión a temprana edad, no se conserva en la memoria registros fotográficos con los cuales pueda relacionar la descripción de una imagen. Esto se puede evidenciar AEC se sorprende al tocar el modelo - ¿es esta cosa? ¿y eso qué es? ¿así es? ¿o sea que así es el cuerpecito de un modelo? Es evidente que no tenía registro fotográfico de la estructura del ADN ya que constantemente quería confirmar si ese modelo verdaderamente representaba el ADN. Por su parte CEC quien asociaba la hélice del ADN, cuando se le mencionaba, con una hélice de helicóptero logró, al sentir el modelo didáctico, cambiar dicha perspectiva - ¿Te parece que es una hélice de helicóptero? - ¡No! ¡Es diferente!

Sumado a los anterior, García (2017) expresa que los niveles académicos de las personas con discapacidad se encuentran muy por debajo de sus posibilidades e indica que para que haya una educación inclusiva se deben involucrar técnicas, que respondan a las necesidades de los individuos. Además, se deben desarrollar estrategias para garantizar el derecho a la educación con igualdad de oportunidades y para que se logre permanencia con equidad. Ante la metodología empleada para la enseñanza de la biología para este tema, en



esta Institución Educativa, se hace necesario diseñar entonces, otras estrategias de enseñanza y aprendizaje que permitan que el estudiante pueda acceder a una mejor comprensión de estos contenidos (Márquez, 2015; Naranjo y Candela, 2006).

En consideración con las situaciones identificadas, el diseño del juego Tanginética es un apoyo innovador para fortalecer las metodologías de la enseñanza de la biología, debido a que su diseño fue realizado teniendo en cuenta los apoyos multisensoriales los cuales permitieron elaborar una estrategia pedagógica que involucró no sólo a los estudiantes con discapacidad visual, sino a todos en general y además, favoreció la percepción, la imaginación y la conceptualización de la realidad social (Peña, 2011). Lo anterior, se evidenció cuando se llevó a cabo su aplicación en aula.

Es importante aclarar que, antes de la incorporación del juego en el salón de clase, muchos estudiantes asumían actitudes de desmotivación y falta de interés expresadas por los gestos y acciones dentro del aula tales como dormir en el pupitre, mirar para otro lado, inasistencia a clases o no realizar actividades (datos registrados en diarios de campo a través de la observación no participante), por ello fue necesario realizar dos momentos de intervención en el aula, antes y después de utilizar el modelo didáctico, para evaluar si dichos comportamientos persistían o no después de la introducción de juego, además de la evaluación de los efectos del andamiaje en el desarrollo de habilidades científicas.

En la fase de la ejecución de plan las transcripciones de los videos mostraron comportamientos, gestos y expresiones que permitieron concluir el modelo multisensorial

construido pudo despertar interés y motivación en todos los estudiantes y contribuyó, además, con el desarrollo de habilidades científicas no sólo en estudiantes con discapacidad visual, sino también para todos los demás. Para dar soporte a lo anterior, algunos registros que se reportaron como evidencias de acuerdo con las rúbricas relacionadas con los estándares básicos de competencias, las habilidades científicas en Ciencias Naturales para el grado noveno y las intenciones del andamiaje efectivo, mostraron que los estudiantes con discapacidad visual se aproximaron al conocimiento científico natural, lo que permitió evidenciar en ellos, diferentes niveles de habilidades científicas desarrolladas. El indicador AEC mostró para todas las habilidades un desempeño alto, mientras que CEC mostró variaciones tal como, alto en observación, medio en explicación y bajo en comunicación (Tabla 7-8).

En cuanto al desarrollo de los compromisos personales y sociales, sólo AEC logró tener el máximo valor para el indicador del respeto por el aporte de los otros, pues interactúa con las manos de sus compañeros, colocando los nucleótidos que encajen perfectamente. Existe sincronización con sus compañeros corrigiéndose entre sí y verifica constantemente lo que hacen sus compañeros y viceversa, mientras que CEC, se limita a seguir solamente la instrucción de sus compañeros sin hacer mayor intervención. Finalmente, con respecto al manejo de los conocimientos AEC fue capaz de asociar el modelo teórico con el didáctico, ya que logró hacer correcciones acertadas frente a los conceptos aprendidos sobre el enlace entre los nucleótidos (A con T y C con G). Además, AEC pudo relacionar la teoría con situaciones observadas y vividas, ya que pudo contrastar las acciones del juego con las funciones enzimáticas de la duplicación y de la transcripción del ADN (Se refiere a la acción de las enzimas helicasa, ligasa y polimerasa con las

funciones de desbaratar y armar el juego continuamente)<sup>9</sup>, mientras que CEC, solo realizó comparaciones con objetos cotidianos que conocía previamente, tal como la comparación de pilas con el modelo de los nucleótidos del juego (Tablas 7 y 8)

De acuerdo con estos resultados, es posible argumentar que uno de los factores que puede influir en las diferencias en los niveles de desempeño de las habilidades científicas es la falta de seguridad en los estudiantes, lo cual se sustenta cuando CEC repite constantemente lo último que escucha de la instrucción lo que evidencia la falta de confianza en sus propios conocimientos o incluso, en la información captada por sí mismo. Al respecto, varios autores sostienen que a pesar de que los estudiantes, desde los primeros años de escolaridad, muestran gran interés por la ciencia, éste se ve afectado por factores familiares, altas cargas académicas, la falta de preparación docente y muchas veces a la falta de aptitudes por parte de los alumnos (Davis 1983; Yaguer y, 1983; Simpson 1994; Hodson 1994).

Los resultados anteriores se corresponden con lo obtenidos de la rúbrica basada en las intenciones del andamiaje efectivo y el desarrollo de las habilidades científicas para para los estudiantes con discapacidad visual de grado noveno, en donde se observó que hubo un andamiaje efectivo en ACE mediante un apoyo multisensorial, ya que mostró indicadores altos para cada una de las intenciones del andamiaje efectivo tales como adaptación de la tarea de acuerdo con las necesidades del aprendiz, porque logró interactuar correctamente con el modelo de la doble hélice del ADN; se disminuyó el apoyo a través

---

<sup>9</sup> Helicasa: enzima que separa doble hélice se carga en el origen de replicación; ligasa: une los espacios entre fragmentos de ADN (Conexión entre nucleótidos de las dos cadenas); polimerasa: Forma la cadena de ADN (Curtis, et al., 2016)

del tiempo, ya que fue consistente en el trabajo autónomo sin recurrir al profesor; se brindó motivación durante el desarrollo de la actividad de aprendizaje ya que mostró en el desarrollo de la tarea, dado que constantemente participó de la actividad; se establecieron avances y se propusieron acciones consecuentes, debido a que realizó análisis de fenómenos científicos y se manejó la frustración porque a pesar de las dificultades, persistió en realizar la actividad (Tabla 9).

Sin embargo, CEC no alcanzó a transferir la responsabilidad de su aprendizaje, característica propia del andamiaje efectivo, en tanto se le dificultó interactuar con el modelo de la doble hélice del ADN, a pesar de que se le explicaba constantemente el modelo por parte de la profesora o de sus compañeros. Por otro lado, a pesar de que mostró interés en el juego no se percibió gran motivación al expresar su nerviosismo frente a esta nueva estrategia o inseguridad para experimentar. También no se pudieron establecer avances importantes en la actividad para proponer acciones consecuentes, debido a que no logró realizar análisis a los fenómenos científicos. Pese a lo anterior, CEC persistió en realizar toda la actividad. A pesar de que en CEC no se logró evidenciar el andamiaje efectivo total sobre el desarrollo de las habilidades científicas, el apoyo didáctico logró despertar interés por el sentido del tacto y en sus actitudes para tratar alcanzar un conocimiento o realizar una tarea.

Todos estos resultados, sumado a los cambios actitudinales de AEC y CEC al interactuar con Tanginética, confirmó la importancia del juego como un apoyo multisensorial efectivo para desarrollar habilidades científicas en Ciencias Naturales, a partir de todos los sentidos. Este argumento, se soporta con el trabajo realizado por Rúa y

Jaramillo, quienes concluyeron que las intenciones del andamiaje efectivo promovieron el logro de la enseñanza de las habilidades científicas en un estudiante sordo, por medio de un juego didáctico que dio cuenta de su proceso al alcanzar indicadores de desempeño favorables.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

De acuerdo con el objetivo general, se concluye que el andamiaje, basado en un apoyo multisensorial, fue efectivo para el desarrollo de las habilidades científicas en estudiantes con discapacidad visual, lo que confirma que para adquirir un aprendizaje es importante realizar una planificación de estrategias bien fundamentadas para la adquisición del pensamiento científico.

Con la elaboración y aplicación de Tanginética se puede concluir que los estudiantes con discapacidad visual lograron acercarse a los conceptos propios del conocimiento científico en Ciencias Naturales, mediante el proceso de andamiaje efectivo al lograr evidenciar las tres características de contingencia, desvanecimiento y transferencia de la responsabilidad, las cuales posibilitan la realización autónoma de la tarea por parte del estudiante y el posterior retiro gradual del andamio por parte del profesor. De la misma manera, el apoyo didáctico multisensorial elaborado contribuyó para fortalecer la observación, la explicación, la comunicación, el Trabajo en equipo y el respeto por los

demás, además de despertar interés y motivación en los estudiantes con discapacidad visual.

Del mismo modo, con la aplicación de Tanginética se puede concluir que la discapacidad visual no es una barrera para alcanzar el desarrollo de habilidades científicas en el área de la Biología, sino que, por el contrario, tal como lo argumentan Ayala y colaboradores (2013) se favorece el reconocimiento de los elementos conceptuales trabajados en clase a partir de otros sentidos diferentes al de la visión. Además, se logró mantener el interés y la concentración, no solamente de los estudiantes con discapacidad visual, sino de todos los aprendices en general. Todas estas evidencias sirven para recomendar que este tipo de estrategias multisensoriales puedan ser utilizados en todos los niveles de formación, independientemente de si se tiene o no la presencia de una persona con algún tipo de discapacidad en el aula.

## 6. REFERENCIAS

- American Psychological Asociación. (2010). Manual de publicaciones de la American Psychological Asociación: tercera edición traducida de la sexta en inglés (Tercera ed.). México: Editorial El Manual Moderno.
- Applebee, A. N. (1983). Instructional scaffolding: Reading and writing as natural language activities. *Language Arts*, 60, 8-15
- Arango, P., Yarza, A. (2013) ¿Aprender juntos o aprender separados?: relatos de vida sobre las experiencias de aprender de niños y niñas con discapacidad(es) en Medellín (Antioquia, Colombia). *Horizontes Pedagógicos Volumen 15. N° 1.* págs. 69-82 / ISSN: 0123-8264.
- Aristizabal, A., Ortiz, L., Ochoa, J. (2013). Las TIC como herramienta en la enseñanza de las ciencias exactas para personas con discapacidad visual. Universidad Autónoma Latinoamericana.
- Ayala, Martínez y Romero. (2013) Fortalecimiento de habilidades cognitivas desde las ciencias naturales en estudiantes con discapacidad visual en el colegio República De China I. E. D.
- Baena, M. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), pp. 217-226.
- Bausela H. E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana De Educación*, 35(1), 1-9. <https://doi.org/https://doi.org/10.35362/rie3512871>
- Bermejo, M. L., Fajardo, M. I., Mellado, V. (2002). *Integración*, 2002, 38, 25-34
- Bustos, A. & Vargas, O. (2014). Andamiaje meta cognitivo para la búsqueda de información (AMBI). *Revista Papeles*, 6(11), pp 48 -60. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de [csifsvr.uan.edu.co/index.php/papeles/article/download/396/275](http://csifsvr.uan.edu.co/index.php/papeles/article/download/396/275)
- Caballo, C. & Núñez M. (2013). Capítulo 11. Personas con discapacidad visual. En *discapacidad e inclusión: manual de docencia*. Salamanca: Amarru Ediciones. pp. 259-284.
- Caballo, C. y Núñez, M. (2013). Personas con discapacidad visual. En *Discapacidad e inclusión: manual de docencia*. Salamanca: Amaru Ediciones.
- Childre, A., Sands, J. R., & Pope, S. T. (2009). Backward design: Targeting depth of understanding for all learners. *Teaching Exceptional Children*, 41(5), 6-14.

- Constitución Política de Colombia de 1991; la Ley 30 de Educación Superior de 1990; la Ley 115 de 1994 (Ley General de Educación); la Ley 324 de 1996 y la Ley 361 de 1997, el decreto 1421 de 2017
- Crespo, M. Vargas, A. Martínez, M. Moreno, J. Terrones, A. Villar, J. Pérez, J. (2017) Procedimientos de adaptación curricular en las prácticas de asignaturas del área de botánica (grado en biología) alumnado con discapacidad.
- Cruz, R., Casillas, M. (2017) Las instituciones de educación superior y los estudiantes con discapacidad en México. *Revista de la educación superior* 46(181) 37–53
- Curtis, H. N. y Barnes, S. (2016). *Invitación a la Biología en contexto social*. Séptima edición. Ed. Med. Panamericana. 928p.
- Decreto 14 21 del 29 de agosto de 2017. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201421%20DEL%2029%20DE%20AGOSTO%20DE%202017.pdf>
- Dias, G. (2017). Aprender con otros sentidos: estrategias para la atención de alumnos con deficiencia visual. Recuperado el 27 de octubre de 2019 de <file:///C:/Users/astri/Downloads/308961-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1059651-1-10-20171108.pdf>
- Fernández, M. F. H. y Duarte J. E. (2016). Retos de la Inclusión Académica de Personas con Discapacidad en una Universidad Pública Colombiana. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad Seccional Duitama, Grupo de Didáctica para la Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología en Niños*. Vol. 9(4), 95-104. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de 104. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000400011>
- Fourez, G. (1996). *La construction des sciences. Les logiques des inventions scientifiques, Introduction à la philosophie et à l'éthique des sciences*, Bruxelles: De Boeck Université. 3<sup>o</sup>édition revue. Bruxelles: De Boeck Université
- Fraser, W.J., & Maguvhe, M.O. (2008). Teaching life sciences to blind and visually impaired learners.
- García, A. H. (2017). Aprender con otros sentidos: estrategias para la atención de alumnos con deficiencia visual. Recuperado el 27 de octubre de 2019 de <https://sid.usal.es/idocs/F8/ART21855/huete.pdf>
- Greca I. M., Jerez H. E. (2017). Propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales en Educación Primaria en un aula inclusiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (2), 385—397. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19224>
- Hann, A. (1999). Exclusión social en la política y la investigación: operacionalización del concepto. En: *pobreza y desigualdad. Reflexiones conceptuales y de medición*. Ed. Universidad Nacional de Colombia (pp.24 – 28)



- Hernández, J. y Millán, J. M. (2015). “Las personas con discapacidad en España: inserción laboral y crisis económica”, *Revista Española de Discapacidad*, 3 (1): 29-56.
- Hoffman, D. (2000). *Inteligencia visual. Cómo creamos lo que vemos* (3.a ed.). Buenos Aires: Paidós OMS (2014)
- [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0361\\_1997.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0361_1997.html)
- Huertas y López. (2014). Andamiaje metacognitivo para la búsqueda de información (Ambi): una propuesta para mejorar la consulta en línea. *PAPELES*, 11, 48-60.
- in small- group work – An intervention study. *Journal of the Learning*
- Izquierdo, M. (2005), “Hacia una teoría de los contenidos escolares”, *Enseñanza de las Ciencias*, 23 (1), pp. 111-122
- Jácome, M. (2015). Las adaptaciones curriculares para los niños con deficiencia visual y su incidencia en el aprendizaje de las ciencias naturales del “Centro escolar Ecuador”.
- Jiménez, R. (2002). *Las personas con discapacidad en la Educación Superior*. San José, Costa Rica. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <file:///C:/Users/astrid.cuartas/Downloads/DISCEDUCACION.pdf>
- Kolb, B. & Whishaw, I. Q., (2006). *Neuropsicología Humana* (5ta ed.). Madrid: Medica Panamericana
- Langer, J. A.; Applebee, A. N. (1987). *How Writing Shapes Thinking: A Study of Teaching and Learning*. NCTE Research Report No. 22. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <https://eric.ed.gov/?id=ED286205>
- Ley 115 de 1994, Ley General de Educación. Recuperado el 26 de octubre de 2019 de [https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf)
- Ley 1346 (2009). Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad Bogotá. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <http://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37150>
- Ley 1618 Estatutaria 1618 de 2013 Recuperado el 28 de octubre de 2019 de [https://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas%20estrategicos/banco\\_oferentes/2013/2012%20LEY%201618%20Derechos%20Personas%20con%20Discapacidad.pdf](https://www.educacionbogota.edu.co/archivos/Temas%20estrategicos/banco_oferentes/2013/2012%20LEY%201618%20Derechos%20Personas%20con%20Discapacidad.pdf)
- Ley 324 de 1996. Recuperado el 26 de octubre de 2019 de <https://www.lexbase.co/lexdocs/indice/1996/l0324de1996>
- Ley 361 de 1997. Recuperado el 26 de octubre de 2019 de 2019 de [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0361\\_1997.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0361_1997.html)

- Márquez, G. (2015). Los estudiantes universitarios con diversidad funcional visual. Sus retos. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*. Núm. 17, vol. VI, pp. 135-158.
- Martínez Segura, M.J. (2001): La Estimulación Basal en Atención Temprana: Desarrollo Curricular. *Revista de Atención Temprana*, 4 (1), 4-10
- Martínez, A. Hurtado, J. y Poloche, J. (2014). Aprendizaje de las ciencias en la educación básica formal de Bogotá para estudiantes con limitación visual.
- Mastropieri, M. A., Scruggs, T., Mohler, L., Beranek, M., Spencer, V., Boon, R. T., y Talbott, E. (2001). Can middle school students with serious reading difficulties help each other and learn anything? *Learning disabilities research & Practice*, 16(1), 18-27.
- Mastropieri, M.A. y Scruggs, T.E. (1992). Science for students with disabilities. *Review of Educational Research*, Vol 62, 377-411
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons: Social organization in the classroom*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales. Recuperado de: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares básicos de competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Recuperado de: [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf)
- Moriña, A., Perea, V. (2016). ¿educación inclusiva en la Enseñanza Superior?: el caso del alumnado con discapacidad. *Revista Ibero-americana de Estudos em Educação*, v. 10, n. esp.
- Naranjo, G y Candela, Antonia (2006). Ciencias naturales en un grupo con un alumno ciego. Los saberes docentes en acción. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 11, núm. 30, julio-septiembre, pp. 821-845. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Distrito Federal, México
- Ochaita, E. y Espinosa, M.A. (2004). *Hacia una teoría de las necesidades infantiles y adolescentes. Necesidades y derechos de la infancia y la adolescencia en el marco de la Convención de Naciones Unidas*. Madrid: Mac Graw-Hill-UNICEF.
- Paredes P., J. A., y Quijano, O. (2015). Metodologías, ambientes y prácticas pedagógicas para la inclusión escolar de personas con discapacidad visual, una lectura de estudios de caso. *Plumilla Educativa*, 15(1), pp. 253-278. <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.15.843>.

- Parra, J. (2015) Adaptación de tres prácticas de laboratorio dirigido a la enseñanza del concepto de fuerza de fricción a niños invidentes del colegio Luis Ángel Arango.
- Pegalajar, M. C. (2013) Tiflotecnología e inclusión educativa: evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual. *Revista electrónica de investigación y docencia (REID)*, enero, 8-22. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/1180>
- Peña, C G; Hernández, I; Sánchez, Aguilera, E; López, C; Ibarquengoitia, M; Ibáñez-Cortejo, JG. (2014). “Experiencias educativas en la enseñanza de las ciencias experimentales a niños y jóvenes con discapacidad visual.”
- Pérez S. G., y Nieto M.S. (1993). La investigación-acción en la educación formal y no formal. Recuperado el 28 de octubre de 2018 de [http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20405/investigacion\\_accion.pdf](http://espacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:20405/investigacion_accion.pdf)
- Pradilla C., H. (2010). Manual para docentes integradores de personas con limitación visual, Bogotá. Fondo editorial: Universidad Pedagógica Nacional. p. 91.
- Redolar, D. (2014). Neurociencia cognitiva. Madrid: Médica Panamericana. Recuperado el 28 de octubre de 2019 de [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38456311/Romanas\\_Redolar\\_prueba\\_2.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DRomanas\\_Redolar\\_prueba\\_2.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191028%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20191028T185643Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=b1d590fc1d5fe8db63e9597186a476f32a79fb2c5d6d6c26d9fec134808046d7](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38456311/Romanas_Redolar_prueba_2.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DRomanas_Redolar_prueba_2.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20191028%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20191028T185643Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=b1d590fc1d5fe8db63e9597186a476f32a79fb2c5d6d6c26d9fec134808046d7)
- Reynaga, Gabriela; Hernández, Isaías; Rico, José; Treviño, David. Educación científica de niños con o sin discapacidad visual por medio de representaciones táctiles-auditivas y actividades multi-sensoriales. IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias. Girona, 9-12 de septiembre de 2013.
- Rojas, A. y Fuentes, M. (2014). Diseño de un modelo didáctico multisensorial para la enseñanza de biodiversidad, mediante un proyecto de investigación escolar de avifauna urbana. Recuperado el 27 de octubre de 2019 de [https://www.researchgate.net/publication/318949918\\_Diseño\\_de\\_un\\_modelo\\_didáctico\\_multisensorial\\_para\\_la\\_enseñanza\\_de\\_biodiversidad\\_mediante\\_un\\_proyecto\\_de\\_investigación\\_escolar\\_de\\_avifauna\\_urbana](https://www.researchgate.net/publication/318949918_Diseño_de_un_modelo_didáctico_multisensorial_para_la_enseñanza_de_biodiversidad_mediante_un_proyecto_de_investigación_escolar_de_avifauna_urbana)
- Sahin, M. and Yorek, N. (2009). Teaching science to visually impaired students: A small-scale qualitative study. *US-China Education Review*, 6(4): 19–26
- Secretaría de Educación Pública. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: Formación de ciudadanía para el siglo XXI*. Cuauhtémoc, México, D.F. Recuperado

de

[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/LibroAgustin.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/LIBROS/LibroAgustin.pdf)

- Soler, M.A. 1999. Didáctica multisensorial de las ciencias. Un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión. Barcelona: Paidós.
- Stone, A. (1998). The Metaphor of Scaffolding: Its Utility for the Field of Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, Vol 3, No 4 pp 344-364
- Tapia, Carolina; Manosalva, Sergio. Inclusión de estudiantes con discapacidad en la educación superior. REXE: “Revista de Estudios y Experiencias en Educación”. UCSC. Vol. 11, No. 22, agosto-diciembre, 2012, pp. 13-34.
- UNESCO (1994) Informe Final. Conferencia mundial sobre necesidades educativas especiales: acceso y calidad. Madrid: UNESCO/Ministerio de Educación y Ciencia. [http://sid.usal.es/mostrarficha.asp\_Q\_ID\_E\_1005\_A\_fichero\_E\_8.4.1].
- Van Geert P, Steenbeek H (2005) The dynamics of scaffolding. *New Ideas Psychol* 23:115–128
- Vilchis, V., Arriaga, J. Vivir y enfrentar la integración/exclusión educativa en el nivel medio superior: Estudios de caso en jóvenes de San Luis Potosí, México. *Revista Educación*, vol. 42, núm. 1, 2018. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
- Wood, D., Bruner, J. S. y Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines*. 17(2), 89 - 100.

## ANEXOS

### **Anexo 1**

#### **Entrevista para estudiantes con discapacidad visual**

1. ¿En los temas de biología que se trabajaron en el grado anterior, cuales considera usted que son de mayor dificultad para comprender?
2. ¿Cuál fue el tema que a usted le pareció más complejo? ¿Por qué?
3. ¿Qué fue lo que a usted se le dificultó más de este tema?
4. ¿Cómo cree usted que deba enseñarse este tema?

### **Anexo 2**

#### **Entrevista para la docente**

1. ¿En cuál de los temas del grado noveno considera usted, que se puede presentar más dificultades a la hora de enseñar a estudiantes con discapacidad visual? ¿Por qué?
2. ¿Considera usted, que la discapacidad visual supone una barrera para el aprendizaje de este tema?
3. ¿Qué metodologías o metodología ha empleado usted, para la enseñanza de este tema y qué considera que se debe cambiar?
4. ¿Existe algún factor concreto que dificulte la enseñanza de este tema a estudiantes con discapacidad visual?

### **Anexo 3**

#### **Entrevista para el tiflólogo**

1. ¿Considera usted que las personas con discapacidad visual pueden tener acceso al conocimiento científico?

2. ¿De acuerdo a su experiencia, qué factores debe tener en cuenta el docente al momento de impartir una clase de Ciencias Naturales, dirigida a estudiantes con discapacidad visual?
3. ¿Cuáles ajustes razonables sugeriría para la enseñanza de las Ciencias Naturales a estudiantes con discapacidad visual?
4. ¿Considera usted, que la enseñanza de las Ciencias Naturales para estudiantes con discapacidad visual debe darse en espacios segregados?