



Fotografía  
*Edgar Orlay Valbuena Ussa*

# INCLUSIÓN EN EL AULA DESDE LA ENSEÑANZA DEL SISTEMA CIRCULATORIO MEDIADO POR LAS TIC

## Inclusion in the Classroom from the Teaching of the Circulatory System Mediated by ICT

## Inclusão em sala de aula a partir do ensino do sistema circulatório mediado pelas TIC

Joaquín Eduardo Bello-Ballesteros\*  
Gloria Inés Escobar-Gil\*\*

Fecha de recepción: 20 de agosto de 2020  
Fecha de aprobación: 10 de octubre de 2021

### Cómo citar:

Bello-Ballesteros, J. E. y Escobar-Gil, G. I. (2022). Inclusión en el aula desde la enseñanza del sistema circulatorio mediado por las TIC. *Bio-grafía*, 15(28). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/16533>

### Resumen

Este artículo surge de la práctica pedagógica desarrollada en una Institución Educativa del Distrito Capital (Bogotá-Colombia), donde la IED es integradora en todos sus niveles para estudiantes sordos. Llamó la atención las relaciones entre oyentes y sordos que se presentaron en el grado octavo, el reducido puente de comunicación entre los estudiantes sordos y el maestro, y la desigualdad de oportunidades derivadas de condiciones sensoriales, lingüísticas, cognitivas y de lectoescritura. Procedente de esto, se desarrolló una propuesta educativa de tipo investigación cualitativo – interpretativo, mediada por el uso de equipos móviles y el *software* T-BOARD para la enseñanza del sistema circulatorio. Teniendo en cuenta lo anterior, el cuaderno de campo, la observación participante y las evidencias provenientes de los recursos tecnológicos fueron instrumentos y técnicas utilizadas para la recolección de información y la posterior identificación de unidades de análisis. Los resultados resuelven tres aspectos importantes: en primer lugar, lo relacionado con el aprendizaje significativo del sistema circulatorio, las relaciones con otros sistemas del cuerpo humano e imágenes positivas sobre salud; en segundo lugar, desde la inclusión emergieron estrategias de comunicación como la escritura y afinidades interpersonales dentro del aula, que sirvieron como alternativas para reducir la exclusión. Por último, el impacto y apoyo visual proveniente de los recursos tecnológicos utilizados mejoró la cercanía entre los estudiantes, permitiendo superar las barreras de comunicación y optimizando los procesos de aprendizaje.

**Palabras clave:** inclusión; tecnología de la información; maestro; sistema circulatorio; estudiantes sordos

\* Licenciado en Biología, Universidad Pedagógica Nacional. Profesor GP Creative Bilingual School. Dbi\_jebello947@pedagogica.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7782-4679>

\*\* Magister en Educación, Universidad Pedagógica Nacional. Docente de la Universidad Pedagógica Nacional y Miembro del grupo de investigación Conocimiento Profesional del Profesor de Ciencias. giescobarg@pedagogica.edu.co. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2205-0423>

## Abstract

This article arises from the pedagogical practice developed in an Educational Institution of the Capital District (Bogotá-Colombia), this IED is inclusive at all levels for deaf students. The relationships between hearing and deaf people that occurred in the eighth grade, the reduced communication bridge between deaf students and the teacher, and the inequality of opportunities derived from sensory, linguistic, cognitive, and literacy conditions attracted attention. Proceeding from this, an educational proposal was developed through the type of qualitative - interpretive research, mediated by the use of mobile equipment and the T-BOARD software for teaching the circulatory system. Taking into account the above, the field notebook, participant observation, and the evidence from technological resources were instruments and techniques used for the collection of information and the subsequent construction of units of analysis. The results solve three important aspects: first, what is related to meaningful learning of the circulatory system, relationships with other systems of the human body, and positive images about health. Second, communication strategies such as writing and interpersonal affinities within the classroom emerged from inclusion. They served as alternatives to reduce exclusion. Finally, the impact and visual support from the technological resources used improved the closeness between students, managing to overcome communication barriers and optimizing learning processes.

**Keywords:** inclusion; information technology; teacher; circulatory system; deaf

## Resumo

Este artigo surge do estágio pedagógico desenvolvido em uma Instituição Educacional do Distrito Capital (Bogotá-Colômbia), onde a IED é integradora em todos os níveis para alunos surdos. Chamaram a atenção as relações entre ouvintes e surdos que se apresentaram na oitava série, a reduzida ponte de comunicação entre alunos surdos e o professor, e a desigualdade de oportunidades decorrentes das condições sensoriais, linguísticas, cognitivas e de letramento. A partir disso, desenvolveu-se uma proposta educacional do tipo pesquisa qualitativa – interpretativa, mediada pelo uso de equipamentos móveis e do software T-BOARD para o ensino do sistema circulatório. Diante do exposto, o caderno de campo, a observação participante e as evidências provenientes dos recursos tecnológicos foram instrumentos e técnicas utilizadas para a coleta de informações e posterior identificação das unidades de análise. Os resultados resolvem três aspectos importantes: em primeiro lugar, o que está relacionado com a aprendizagem significativa do sistema circulatório, as relações com outros sistemas do corpo humano e as imagens positivas sobre saúde; em segundo lugar, desde a inclusão emergiram estratégias de comunicação como a escrita e as afinidades interpessoais dentro da sala de aula, que serviram como alternativas para reduzir a exclusão. Por fim, o impacto e o suporte visual dos recursos tecnológicos utilizados melhoraram a proximidade entre os alunos, permitindo superar as barreiras da comunicação e otimizar os processos de aprendizagem.

**Palavras-chave:** inclusão; tecnologia da informação; professor; sistema circulatório; alunos surdos

## Introducción

Colombia cuenta con una normativa legal que incluye políticas que amparan la igualdad a la población con discapacidad física, sensorial, o mental, protegiendo ciertos derechos, inclusive en la educación. Desde la Constitución Política de Colombia (1991), se reconocen los derechos y deberes de las poblaciones con discapacidad; la igualdad de toda persona humana, la inalienabilidad de todos los derechos de las personas sin discriminación alguna; la protección especial a personas que, por condición económica, física o mental, se encuentren en condición de protección especial (Art. 13 y 47).

Por otra parte, la Ley 115 del 8 de febrero de (1994), por la cual se expide la Ley general de Educación, establece que la educación para personas con limitaciones y con capacidades o talentos excepcionales es parte integrante del servicio público educativo; además, que los establecimientos educativos deben organizar, directamente o mediante convenio, acciones pedagógicas y terapéuticas que permitan el proceso de integración académica y social de dichos educandos (Art. 46, 47 y 48). Existen otras bases que siguen protegiendo las necesidades e inequidad en el sector educativo con respecto a la inclusión en general (ver tabla 1). Teniendo en cuenta lo anterior, estas políticas de Estado abren la posibilidad de que instituciones públicas, como la que dio lugar a esta investigación, se orienten a desarrollar procesos de inclusión para la población de niñas y niños sordos en la ciudad.

En particular, los estudiantes sordos de la IED en la que se llevó a cabo la práctica pedagógica fueron el objeto de estudio para buscar alternativas que permitieran reducir su exclusión en el aula, aunque, se debe tener en cuenta que al hablar de inclusión, no se relaciona solo con la participación de estos dentro de ella, sino al proceso orientado a responder a la diversidad de los estudiantes incrementando su participación y reduciendo la exclusión en y desde la educación (Gamboa, 2015, p.120).

También cabe señalar que en el ejercicio de reflexión sobre la práctica pedagógica con el fin de renovar y mejorar aquellos conocimientos disciplinares y pedagógicos, para el maestro debe ser un reto asumir las dificultades que puedan presentarse en el aula respecto a la desigualdad y a lo regular (Gamboa, 2015, p. 121). En efecto, los estudiantes sordos se encuentran en desventaja frente a procesos de lecto-escritura y comprensión de contenidos; lo que provoca una disminución de su participación en el aula y una inequidad de oportunidades; hay que mencionar, además, la repercusión que puede tener la posible no formación disciplinar del intérprete en el proceso de formación de los estudiantes.

Por consiguiente, creemos que la innovación comienza cuando el maestro cuestiona su ejercicio de enseñanza, pues tal vez algunos docentes no se sienten competentes para enseñar a este grupo poblacional. Conforme a lo anterior, el papel del maestro es importante en el trascender de una educación igualitaria, una formación como sujeto crítico desde su práctica pedagógica, vista como un espacio de observación, vivencias, reflexiones, integración, innovaciones, indagaciones, de contextos e intereses diversos en torno a la escuela, proyectando un sujeto de conocimiento que dignifique lo vivo como condición y la enseñanza como profesión (Departamento de Biología, 2006). En concreto, la IED integradora es un referente para reflexionar sobre las prácticas de enseñanza y pensar en alternativas que permitan mejorar los puentes de comunicación, incrementar la participación de los estudiantes sordos en el aula y construir conocimiento significativo sobre la Biología (ver tabla 1).

Ahora veamos, el maestro y los estudiantes sordos no son los únicos actores participantes en la enseñanza, la IED cuenta con la ayuda de un programa de intérpretes,<sup>1</sup> siendo esta figura, según el Instituto Nacional para Sordos (INSOR, 2004), el sujeto cuya función es servir de puente comunicativo entre estudiantes sordos y los demás miembros oyentes en diferentes contextos educativos, como clases, talleres, laboratorios, actividades culturales, recreativas, biblioteca, tutorías y demás interacciones en el ambiente escolar.

Conforme a lo anterior, los intérpretes cumplen con la acción de traducir mediante la lengua de señas colombiana,<sup>2</sup> pero es importante que también realicen acciones complementarias a su función principal. Debido a que muchos no cuentan con una formación específica en algún área de las Ciencias, es relevante que preparen sus servicios en respuesta a la temática y las ayudas didácticas que utilizará en la clase del maestro, en particular, en áreas de conocimiento que derivan conceptos especializados y abstractos como la Biología. Es decir, es necesario que el intérprete y los estudiantes sordos indaguen previamente sobre la existencia de un vocabulario y si no existe la seña, será creada por el estudiante, no es un proceso sencillo pero a largo plazo será más fácil que cuando se deletrea la palabra, que es lo que comúnmente se hace cuando no existe la seña (Gamboa, 2015, p. 45).

1 Programa desde el Ministerio de Educación Nacional y el INSOR, que convalida intérpretes oficiales de la lengua de señas en Colombia nombrados para las IED integradoras del país, en respuesta a las necesidades especiales de las personas sordas.

2 La lengua de señas es una lengua natural de expresión y configuración gestoespacial y percepción visual con estructuras gramaticales perfectamente definidas.

**Tabla 1.** Otras políticas referentes a la inclusión en Colombia

Año	Políticas	Características principales
1991	Constitución Política de Colombia (Art. 13, 44, 47, 68)	Protección contra abusos y Maltrato. Derechos fundamentales: salud, familia, empleo, educación.
1994	Ley 115: “Ley General de Educación” (Cap. I Art. 46, 47, 48)	“Los establecimientos educativos organizarán directamente o mediante convenio, acciones pedagógicas y terapéuticas que permitan el proceso de integración académica y social de dichos educandos”.
1996	Decreto 2082 (Art 6, 7, 8)	”Adecuaciones curriculares, organizativas, pedagógicas, de recursos físicos, tecnológicos, materiales educativos, de capacitación y perfeccionamiento docente (...)”.
1997	Ley 361(Cap. II; Educación)	“Se establecen mecanismos de integración social de las personas con limitación y se dictan otras disposiciones”.
2002	Ley 762 (Aprueba Convención OEA, 1999).	“Adoptar medidas de carácter legislativo, social, educativo, laboral o de cualquier otra índole, necesarias para eliminar la discriminación contra las personas con Discapacidad”.
2007	Decreto 470 Política Pública de Discapacidad para el Distrito Capital	“Por el cual se adopta la Política Pública de Discapacidad para el Distrito Capital”. Desde un enfoque de Derechos y apuntando a diferentes dimensiones y escenarios.
2009	Decreto 366	“Por medio del cual se reglamenta la organización del servicio de apoyo pedagógico para la atención de los estudiantes con discapacidad y con capacidades o con talentos excepcionales en el marco de la educación inclusiva”.
2009	Ley 1346 (Aprueba Convención ONU 2006)	Por medio de la cual se aprueba la “Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad”, adoptada por la Asamblea General de la Naciones Unidas el 13 de diciembre de 2006.

**Fuente:** adaptada de Hurtado y Agudelo (2014).

Por otro lado, las propuestas educativas para abordar las dificultades con los estudiantes sordos deben ser innovadoras y transformadoras; además, deben buscar la comprensión de los fenómenos biológicos y la transición del aula hacia un escenario de aprendizaje incluyente. En ese sentido, se propone como alternativa de enseñanza, el uso de recursos tecnológicos provenientes de las TIC; Rincón y Suarez (2014) afirman que “las explicaciones teóricas del profesor deben apoyarse con estrategias visuales, estas estrategias son pertinentes cuando la percepción del mundo y del lenguaje se basa principalmente en lo visual” (p. 120), en efecto, los recursos tecnológicos se configuran en la enseñanza a estudiantes sordos como una herramienta ideal para su aprendizaje, lo que provoca un impacto visual frente a las estructuras y procesos internos del cuerpo humano.

Es preciso mostrar que las desigualdades aparecen cuando la información es explicada a todos los estudiantes a través de un solo modo de enseñanza, la presentación de los temas se puede posibilitar a partir de las tecnologías de la información y la comunicación

haciéndolas más comprensibles a todos los estudiantes. Duque *et al.* (2012) explican que:

El objetivo de la educación no es hacer más accesible la información, pero sí enseñar a los estudiantes a transformar el acceso a la información en conocimiento que se pueda utilizar, construir conocimientos útiles, construir habilidades de procesamiento de la información, todo esto puede proporcionar las rampas cognitivas que son necesarias para garantizar que todos los estudiantes tengan acceso a los conocimientos. (p. 84)

Precisamente, el acceso a la información en el siglo XXI es muy amplio para cualquier sujeto, el estudiante sordo puede utilizar la tecnología de su móvil u otro recurso tecnológico dentro de su realidad próxima para guiarla hacia la construcción del conocimiento y desarrollo de diferentes contenidos.

Consideremos ahora que el maestro es el que atribuye una función a las TIC para su enseñanza, así lo explican Afanador y Valbuena (2017):

Los profesores asignan funciones específicas a las TIC en sus prácticas de enseñanza relacionadas con funciones procedimental (interpretación de la información), comunicativa (migración y participación en redes académicas), aprendizaje (fortalecer la comprensión, motivar la clase, ilustrar conceptos, desarrollar la creatividad y resolución de problemas), de gestión (planeación de clases, desarrollo de nuevas metodologías, crear comunidades sobre temas del conocimiento). (p. 1154)

En el caso de la enseñanza a estudiantes sordos, las funciones de aprendizaje y de gestión son representativas para el abordaje de contenidos biológicos, lo que genera, significancia en la comprensión, motivación e inclusión entre oyentes y sordos.

De igual manera, la utilización y aplicación de las TIC pretende mejorar aquellas dificultades que son consecuentes de la condición de sordo, para así alcanzar una educación igualitaria desde recursos tecnológicos, basado en ello y como lo afirma Duque *et al.* (2012) “programas y metodologías adaptados y flexibles para la población sorda considerando también sus interpretaciones lingüísticas y psicolingüísticas y así lograr y fortalecer un adecuado sistema de educación atendiendo a las reales necesidades de las personas sordas” (p. 81). En particular, se busca que los estudiantes sordos del grado octavo establezcan un mejor puente de comunicación entre maestro y estudiante, mejor cooperación con el intérprete y mayor apropiación de conocimientos biológicos.

Todavía cabe señalar que los dispositivos móviles son una alternativa para el aprendizaje del cuerpo humano, primero porque son recursos que se encuentran en la vida cotidiana de los estudiantes y segundo porque pueden utilizarse de forma adecuada durante las clases.

Hoy muchas personas sordas se comunican a través de teléfonos celulares, intercambiando archivos multimedia y mensajes de texto. Acceden a Internet, producen y publican videos y participan de foros, chat, correo y redes sociales. Es en este contexto comunicacional donde adquieren mayor significado las competencias lectoras y la escritura” (Zappalá y Köppel, 2011, p. 22).

De acuerdo con lo anterior, el aprendizaje móvil en las actividades de clase tiene beneficios como el acceso flexible a los recursos, la inmediatez de la comunicación, la participación de alumnos que forman parte de comunidades dispersas y, en el caso de la enseñanza de las ciencias, las tecnologías móviles pueden ofrecer un alto poder de ilustración, lo cual favorece el aprendizaje de diferentes estructuras biológicas (Martínez *et al.* 2017, p. 1598, citando a De Oliveira y Galembeck, 2016). Pre-

cisamente, para la propuesta de aula de esta investigación, se utilizó la aplicación móvil Anatomy 4D de tipo Android totalmente gratuita, que posee un alto grado de realismo debido a su función de realidad aumentada, y el *software* T-board que pertenece a la IED, el cual tiene la función de tablero interactivo y está dotado con herramientas digitales informáticas (H.D.I), herramientas de aprendizaje visual (H.A.V) y generadores de clase (G.C).

Conviene subrayar que la IED enfoca su Proyecto Educativo Institucional (PEI) en los dos grandes ejes: inclusión y TIC; *Desarrollo del talento humano con énfasis en informática y segunda lengua, inglés para oyentes y castellano escrito para sordos*. Así que, la propuesta de enseñar contenidos sobre el cuerpo humano partiendo de recursos tecnológicos es oportuna y acorde con los lineamientos de la institución, además, busca proponer una alternativa para aumentar la participación de los estudiantes sordos durante las clases y reducir su exclusión.

En relación con la enseñanza del cuerpo humano, es común que los maestros encuentren diferentes imágenes y concepciones sobre los procesos internos. Algunos de ellos con la mirada fragmentada que se tiene de los sistemas y en el que se le atribuyen funciones vitales a unos órganos más que a otros, o a ciertas sustancias, más aún, que los procesos como el movimiento de la sangre, el intercambio de gases, la absorción de nutrientes y el bombeo del corazón no se pueden ver a simple vista, provocando que el interés por conocer el propio funcionamiento del cuerpo se vea reducido y el estudiante caiga en un proceso memorístico que se basa solamente en conocer el órgano y la función, dejando a un lado la idea de cuerpo como sistema altamente organizado, que posee propiedades que no se le pueden atribuir a sus partes por separado.

En particular, llama la atención las dificultades de comprensión y los obstáculos epistemológicos relacionados con el sistema circulatorio. Es necesario recalcar que en la historia de las ciencias existió un modelo de movimiento de la sangre denominado teoría humoral – galénica; modelo progresivamente cuestionado por el médico William Harvey. En él se afirmaba que la sangre surgía a partir de los alimentos en el hígado, esta sangre primera era distribuida por las venas para convertirse en sustancia viva, otra fracción de la sangre hepática es llevada al ventrículo derecho donde una porción de ella pasa el tabique interventricular por poros invisibles, y ya en el ventrículo izquierdo por intermedio del calor innato,<sup>3</sup> se transforma en sangre espirituosa,

3 Según Galeno, el corazón es esencial por ser el generador del “calor innato” (Escobar, 2006). Es decir, funcionaba como un horno que hervía la sangre.

que combinada con aire es llevada por la aorta a todo el organismo (Escobar, 2006).

Lo anterior supone un modelo de movimiento de la sangre precientífico (que además perduró por siglos) con diferentes obstáculos epistemológicos que fueron identificados por Harvey y que lo llevaron a elaborar su obra *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus* (Ensayo anatómico sobre el movimiento del corazón y la sangre en los animales, 1628). Su teoría sobre el movimiento cerrado de la sangre por el cuerpo rompió la doctrina galénica al describir que la sangre trazaba un doble “circuito”: uno a través de los pulmones y otro a través del cuerpo, refutando por completo el tabique interventricular, la generación de “calor innato” y la sanguificación, pues creía francamente inverosímil que el hígado pudiera producir tanta sangre en comparación con la cantidad de alimento que consumía un hombre (Wright, 2016).

De acuerdo con este panorama histórico, el sistema circulatorio se convierte en un tema de interés al querer llevar al estudiante a construir un modelo adecuado sobre el movimiento de la sangre por el cuerpo, tal como lo hizo Harvey en su época. Igualmente, se evidenció que dentro de los conocimientos previos de los estudiantes sordos existen unos obstáculos de tipo epistemológico<sup>4</sup> acerca de la conceptualización del contenido, de manera que dificultan la generación de conocimientos o cambios adecuados en los mismos, en contraste con Mora (2002) citado por Mosquera (2012). Algunos de los obstáculos a considerar son la sangre como un líquido necesario para vivir cuya función es transportar oxígeno y gas carbónico; uso del lenguaje cotidiano para referirse a los glóbulos rojos y dificultad en el manejo del lenguaje científico; desarticulación de la circulación con otros procesos metabólicos de los seres vivos como la respiración y la nutrición; considerar el aire como fuente de energía, y dificultad para reconocer los componentes del sistema circulatorio y respiratorio (p. 88).

Se debe agregar, también, que se pretende que la comprensión del sistema circulatorio esté relacionada con la construcción de una imagen de salud crítica e influyente sobre sí mismo. La concepción acerca de la salud se presenta con ciertas concepciones mecanicistas debido a implicaciones epistemológicas e históricas en la construcción del concepto; entre ellas la salud considerada como ausencia de enfermedad o que la enfermedad es

unicausal, dichas concepciones varían desde diferentes contextos, las primeras hacen parte de un referente cultural y de la sociedad en común, mientras que por ejemplo los médicos, sustentan la salud desde las evidencias anatómicas, fisiológicas o bioquímicas, es por ello, que es conveniente un modelo complejo, multicausal y multirreferencial, con claras, explícitas y fuertes vinculaciones con el ambiente social y natural (Revel *et al.*, 2013).

En resumen, la enseñanza del sistema circulatorio, en simultaneo con educación para la salud (EpS), se propone desde una concepción holística que considera al individuo en conjunto, en su entorno global, ideando la existencia de una estrecha interrelación entre las dimensiones físicas y psicológicas (incluyen aspectos mentales y sociales), los estilos y las condiciones de vida en relación con las acciones colectivas e individuales, de tal manera que surge una EpS participativa, crítica, emancipadora con el desarrollo de una conciencia social (Morawicki *et al.*, 2011, p. 6). En efecto, parte de las reflexiones que surgen de esta investigación giran alrededor de los factores saludables inherentes al cuerpo, especialmente al sistema circulatorio; como los ambientes propicios, los malestares o enfermedades, al cuidado personal y comunitario.

## Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo desde un enfoque cualitativo - interpretativo, este tipo de investigación la caracteriza Denzin y Lincoln (2011) como:

Una actividad situada que localiza al observador en el mundo, consiste en un conjunto de prácticas materiales interpretativas que hacen visible al mundo, estas prácticas transforman el mundo, lo convierten en una serie de representaciones, incluidas notas de campo, entrevistas, conversaciones, fotografías... la investigación cualitativa implica un enfoque interpretativo, eso significa que los investigadores cualitativos estudian las cosas en su entorno natural intentando dar sentido a los fenómenos o interpretarlos desde el punto de vista de los significados que les dan las personas. (p. 48)

El trabajo se realizó con estudiantes de grado octavo, con edades entre los 13 y 16 años. El curso cuenta con 19 hombres (4 sordos) y 11 mujeres (2 sordas), siendo los sordos el 9 % de la población total. Se debe agregar que, en la distribución espacial de todos los estudiantes del curso, se ubican los estudiantes sordos en la parte izquierda del salón frente al intérprete y en la derecha el resto de estudiantes oyentes frente al profesor, situación que de cierta manera propicia la exclusión. También, se detectaron unas actitudes positivas por parte de todos los estudiantes cuando las

4 Según Mora (2002) citado por Mosquera (2012) los obstáculos epistemológicos se definen como “las limitaciones que afectan la capacidad de los individuos para construir un conocimiento real, lo que no permite la adquisición de conocimiento científico de una manera correcta. Afectando el aprendizaje” (p. 25).

actividades de clase se orientaban al uso de recursos tecnológicos como computadores, *tablets* y tablero interactivo.

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación participante, en la que “nuestros sentidos ejercen plenamente todas sus posibilidades, capturan lo que no descubre una mirada casual o impremeditada, aprehenden una multitud de datos que de otro modo no llegaríamos a hacer plenamente conscientes” (Martínez, 2011, p. 26). Así mismo, se utilizó como instrumento de registro el cuaderno de campo; este se configuró como un diario que contiene una narración minuciosa y periódica de las experiencias vividas y los hechos observados por el investigador (Martínez, 2011, p. 27), en otras palabras, es una herramienta que logró registrar las reflexiones, observaciones y vivencias en aula, las actitudes y particularidades de la población, y en general el desarrollo progresivo de la investigación.

Otros instrumentos de registro fueron las carteleras, fotos, trabajos, escritos y artefactos diversos realizados por los estudiantes, por lo que se convierten en una fuente valiosa de datos cualitativos, que le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias y situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal, entender que ocurrió, cuáles fueron las experiencias y reacciones de la gente y las consecuencias de los hechos (Hernández, 2014). Lo anterior es semejante a la revisión documental realizada para profundizar teóricamente en lo que se refiere a las leyes de inclusión, las tecnologías de la información y otros elementos que se incluyen en la investigación, lo que dio lugar a identificar la literatura relevante frente a la situación a investigar y que luego permitió comparar con la teoría emergente que fue surgiendo de la investigación (Vasilachis, 2006).

**Tabla 2.** Secuencia de actividades organizadas por sesiones

	<b>Objetivo</b>	<b>Preguntas orientadoras</b>	<b>Actividades</b>
Sesión 1	Integrar dentro del aula a los estudiantes sordos y oyentes en procesos de compañerismo, comunicación, emociones y sensaciones.	¿Cómo se sienten los oyentes cuando la herramienta de comunicación que es el sonido, no se encuentra presente? ¿Cómo se sienten los sordos en esta situación? ¿Cómo las emociones y sensaciones provocadas en el cine mudo se relacionan con el funcionamiento interno de nuestro cuerpo?	<b>Título: Cine mudo</b> Organización de todos los estudiantes en 4 grupos. Cada grupo debe escenificar una historia en estilo cine mudo. El resto de curso debe adivinar el argumento real de la historia. Reflexión y socialización de la actividad.
Sesión 2	Reconocer el corazón como el órgano principal del sistema circulatorio, sus cuidados y anatomía.	¿Cómo funciona el corazón? ¿Por qué el corazón no para de latir? ¿Cómo se cuida la salud del corazón y del cuerpo?	<b>Título: El corazón como bomba</b> Realización y registros del test de Ruffier para medir la resistencia cardíaca al esfuerzo físico. Contraste de cambios ocurridos en la homeostasis del cuerpo con el movimiento del corazón. Reflexión y socialización de la actividad.
Sesión 3	Identificar los componentes de la sangre y los vasos sanguíneos.	¿Cuáles rutas realiza la sangre al interior del cuerpo? ¿Cuáles sistemas están involucrados en el movimiento de la sangre? ¿Cómo funcionan las plaquetas, glóbulos blancos, glóbulos rojos, el plasma? ¿Qué diferencias existen entre las venas-arterias, sangre oxigenada-desoxigenada?	<b>Título: Navegando por el cuerpo humano</b> Proyección en realidad aumentada a través de la aplicación Anatomy 4D el sistema circulatorio. Observación del movimiento de la sangre y latidos del corazón. Observación de otros sistemas del cuerpo humano. Registros, reflexión y socialización de la actividad.
Sesión 4	Relacionar el conocimiento sobre el sistema circulatorio con la educación para la salud.	¿Cómo cuidar la salud del sistema circulatorio y en general del cuerpo? ¿Qué factores alteran el ambiente y la salud humana?	<b>Título: Alteración de la salud cardiovascular</b> Manipulación del Software T-Board – Tablero interactivo. Interactuar con actividades digitales, videos, animaciones y juegos relacionados con el sistema circulatorio y las enfermedades recurrentes en él. Registros, reflexión y socialización.

Los estudiantes conformaron grupos distribuidos de la siguiente forma: Grupo 1: 3 oyentes, 2 sordos. Grupo 2: 4 oyentes, 1 sordo. Grupo 3: 4 oyentes, 1 sordo. Grupo 4: 2 oyentes, 2 sordos.



## Propuesta de aula

### Análisis de la información

Una vez obtenida la información y recolectada en los instrumentos, se sistematizó mediante la técnica del análisis de contenido, en la cual, como la explican Valbuena *et al.* (2010) (Citando a Bardín, 1977):

Se extrajo del corpus –transcripción de cada uno de los documentos obtenidos en los diferentes instrumentos– las unidades de información con sentido completo e independiente. Cada unidad de información se ubicó en las respectivas categorías de investigación; dichas unidades se agruparon formando

en cada caso una proposición que diera cuenta de la caracterización en cada categoría. (p. 91)

Es decir, condensar el grueso de nuestros datos en unidades analizables (Coffey y Atkinson, 2003, p. 31). De allí, emergieron unas categorías implicadas en el aprendizaje biológico del sistema circulatorio, el desarrollo de los aspectos de inclusión y la participación de las tecnologías de la información.

De esta manera, se construyeron 3 categorías sobre el fenómeno estudiado, en cada categoría se encontraron diversas propiedades o subcategorías que buscan dimensionalizar más la información (Vasilachis, 2006, p. 161) (ver tabla 3).

**Tabla 3.** Categorías y subcategorías del análisis de contenido

Categorías	Subcategorías	Descripción
<b>Noción de cuerpo:</b> Aborda las comprensiones disciplinares sobre el sistema circulatorio y los cambios en las imágenes sobre Salud.	Actividad física y salud.	Hace referencia al tema de salud, los hábitos, cuidados y prevenciones.
	Interrelación entre sistemas.	Se relaciona con los sistemas digestivo, óseo y respiratorio.
<b>Inclusión:</b> Incluye todo aquello que tiene que ver con este proceso dentro del aula	Asignación de roles.	Los estudiantes se asignan funciones para el trabajo en equipo.
	Estrategias de comunicación.	Hace alusión a los medios de comunicación que se pueden dar para cumplir los objetivos.
	Afinidades.	Las relaciones interpersonales con importantes para que haya inclusión en el aula.
<b>Acceso a la información:</b> Hace referencia especialmente al apoyo visual y dominio que significa en el proceso investigativo con los estudiantes en la construcción de conocimiento.	Apoyo visual.	El impacto visual genera más interés en los estudiantes por el tema estudiado.
	Dominio.	Hace referencia a la manipulación con la que los estudiantes manejan los recursos tecnológicos.

Para referenciar los datos de los instrumentos se utilizaron los siguientes códigos: (G#): Número del grupo y (E#): escrito por sesión, correspondiendo el # al orden de las

sesiones (ver tabla 2); *ej:* (E2, G3). De igual modo, para el cuaderno de campo se asignó el código (CC#), correspondiendo el # a cada sesión; *ej:* (CC2). (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Codificación de la información

Instrumento	Código	Insumos	Elemento para la referencia
Escritos provenientes de las sesiones	E	4	E1, E2, E3 y E4
Cuaderno de campo	CC	4	CC1, CC2, CC3 y CC4
<b>Grupos</b>			<b>Código</b>
<b>Grupo 1:</b> 3 oyentes, 2 sordos			G1
<b>Grupo 2:</b> 4 oyentes, 1 sordo			G2
<b>Grupo 3:</b> 4 oyentes, 1 sordo			G3
<b>Grupo 4:</b> 2 oyentes, 2 sordos			G4

## Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados por categorías provenientes de la sistematización de los datos obtenidos. Inicialmente, en el campo biológico, en la

categoría denominada *Noción del cuerpo* se analizaron 2 aspectos, la actividad física y de salud, y las interrelaciones del sistema circulatorio con otros sistemas del cuerpo humano (ver tabla 5).

**Tabla 5.** Resultados referentes a la categoría de noción de cuerpo

Actividad física y salud	Interrelación con otros sistemas
<p>El primer aspecto evidenciado fueron las causas por las que ocurre un desequilibrio dinámico en el cuerpo al momento de realizar un esfuerzo físico, en especial en el sistema circulatorio. Los estudiantes respondieron que debido a la actividad física se afecta el principal; el corazón, asimilan otras características como la demanda de más oxígeno, el bombeo de más sangre, lo cual afecta el pulso y una posible interrelación con el sistema respiratorio.</p> <p><b>“La actividad física hace que el cuerpo lata más rápido y bombee más sangre, además del pulso, la respiración y el ritmo cardíaco”</b> (E2, G4).</p> <p>Por otra parte, se llegó a la idea de los hábitos de salud, donde existen unas concepciones que permiten evitar cualquier alteración o enfermedad, permeadas básicamente por el ejercicio y la alimentación sana.</p> <p><b>“La salud del corazón se mejora mediante el ejercicio...”</b> (E2, G1).</p> <p>Por último, surgieron ideas frente a prevenciones que permitieron el bienestar del cuerpo y del sistema circulatorio, estas ideas fueron enriqueciéndose poco a poco en otras clases, hay un reconocimiento sobre el daño que causa el cigarrillo, no solo para el corazón sino para todos los sistemas del cuerpo humano.</p>	<p>A partir de las comprensiones que se fueron construyendo frente al sistema circulatorio, los grupos llegan a ideas importantes frente a las relaciones que existen entre el sistema circulatorio con el digestivo, respiratorio y óseo.</p> <p>En primer lugar, concuerdan que los alimentos no se quedan en el estómago o intestinos, sino que tienen que ir a las células y partes del cuerpo, la mayoría abordó los conceptos de nutrientes y absorción que son importantes al hablar de nutrición.</p> <p><b>“El digestivo tiene que ver con los nutrientes, el digestivo absorbe nutrientes en el intestino”</b> (E3, G4).</p> <p><b>[...] La comida, tiene que ir a las células mediante el estómago</b> (E3, G3).</p> <p>En segundo lugar, hay unas ideas claves en la interrelación que permitieron reforzar más los conceptos. Concuerdan en características como la presencia de oxígeno en la sangre, referenciando las arterias rojas y la sangre desoxigenada que regresa por las venas con desechos (Azul), asimilando, además, el intercambio gaseoso llevado a cabo por la actividad pulmonar.</p> <p><b>“La sangre transporta oxígeno de las plantas y desecha dióxido de carbono al ambiente”</b> (E3, G2).</p> <p>Por último, se pueden evidenciar ideas claras sobre las interrelaciones de los sistemas, cuando el estudiante vincula procesos de nutrición y producción de células sanguíneas. Estas ideas, dan cuenta de la construcción de un conocimiento significativo frente a la fisiología del cuerpo y el equilibrio dinámico que ocurre. Frente al sistema óseo, se estableció que el calcio llegaba a los huesos mediante la circulación para mantenerse fuerte y que la médula es la productora de células sanguíneas.</p> <p><b>“Los huesos reciben nutrientes para que estén fuertes mediante las venas”</b> (E3, G3).</p>



**Figura 1.** Test de Ruffier

De los resultados obtenidos, puede afirmarse que hubo un cambio en el esquema conceptual acerca del conocimiento sobre el sistema circulatorio, si bien se había expresado que los conocimientos previos de los estudiantes al inicio eran conceptualizaciones incorrectas o con obstáculos epistemológicos, a partir del trabajo realizado, ellos empezaron a comprender significativamente los contenidos en cuanto a estructuras anatómicas, posiciones adecuadas de los órganos en el cuerpo, funciones circulatorias, respiratorias, digestivas, etc. En otros términos, las ideas previas son determinantes para posibilitar el avance en la enseñanza, identificar

los obstáculos en el aprendizaje y posteriormente plantear propuestas innovadoras que busquen romper con las prácticas tradicionales de enseñanza de las ciencias (Mosquera, 2012).

Además de ello, dentro de las comprensiones del sistema circulatorio empezaron a surgir ideas frente a las relaciones que se producían con otros sistemas del cuerpo, como el intercambio de gases en los pulmones, la absorción de nutrientes en el intestino delgado y el transporte de otras moléculas por el torrente sanguíneo.

De igual manera, el aprendizaje del sistema circulatorio generó reflexiones en el aspecto de la salud, el concepto se fue entendiendo de forma más profunda, no solo desde la ausencia de enfermedad, sino desde la adopción experiencial de hábitos de vida. Estas nociones sobre salud fueron significativas en el cambio conceptual de los estudiantes, pues existió una actividad cognitiva crítica sobre el ambiente y los malos hábitos que tienen las personas en su cotidianidad, lo que afecta el funcionamiento del cuerpo. A su vez, desde la comprensión de los contenidos, fueron capaces de establecer cuales hábitos eran pro-

picios para mantener un estilo de vida saludable, entre ellos, el ejercicio físico que determinaba la velocidad de la sangre para la eliminación de moléculas que el cuerpo ya no necesitará y una adecuada alimentación para responder a las necesidades tisulares.

Con respecto al eje de los procesos de *inclusión* del grado octavo, se identificaron tres subcategorías; las estrategias de comunicación, la asignación de roles en los grupos y las afinidades que existen en los grupos (ver tabla 6).

**Tabla 6.** Resultados referentes a la categoría de *Inclusión*

Estrategias de comunicación	
<p>El intérprete es el medio de comunicación para posibilitar la inclusión en el aula y el aprendizaje de todos los estudiantes, es importante su participación en actividades grupales debido a que ayuda con la comunicación y participación de estudiantes sordos con oyentes, caso contrario a como ocurre en las clases magistrales, donde solamente cumple con la acción de traducir. Además, es de suma importancia que se acople y sea constante en el desarrollo del programa del profesor, para que así se adhiera significativamente a los procesos de formación de los estudiantes.</p> <p><b>[...] se evidencia buena actitud de la intérprete para movilizarse por todos los grupos y ayudar con la comunicación de los sordos con sus respectivos grupos, esto debido a la distribución de los estudiantes sordos en diferentes grupos, además de ello está pendiente durante el desarrollo de las actividades para explicar las mismas en caso de que se presenten dudas en los diferentes grupos</b> (CC3).</p> <p>Por otro lado, las barreras de comunicación también lograron romperse mediante otras estrategias, una de ellas es la comunicación por medio de manuscritos, como la intérprete no podía concurrir en todos los grupos al mismo tiempo, muchos optaron por el uso de hojas y lapiceros, escribir las ideas y planear las actividades para poder cumplir con los objetivos, esta estrategia fue valiosa para otras actividades de clase, y como estrategia autónoma del curso en otras asignaturas.</p> <p>Aunque es escaso el número de oyentes que aprende la lengua de señas, muchos estudiantes del curso desde la experiencia escolar y en la inmersión con sordos aprendieron las señas necesarias para convivir y expresarse con ellos, mientras que hay otros que en su formación académica se han interesado desde años anteriores por aprender la lengua de señas para aportar elementos a los compañeros sordos.</p> <p><b>“Una estudiante oyente comprende la lengua de señas, no a la perfección, pero se esfuerza por comprender las ideas del compañero sordo”</b> (CC2)</p>	
Asignación de roles	Afinidades
<p>La elaboración de escritos es un trabajo en el que todos los integrantes de los grupos debían participar, por lo que en la realización de trabajos, algunos se repartieron funciones en la elaboración del mismo. Esto permitió que todos los integrantes del grupo cooperaran y que ninguno tuviera que hacer más que otro, o que simplemente algunos se vieran obligado a hacer la tarea de otros que no quisieron trabajar. Los grupos cumplieron de manera dinámica mediante la asignación de funciones.</p> <p>Además de ello, durante la planificación de roles fueron partícipes todos los estudiantes. Esto deja en evidencia que la participación de sordos en el aula no es solamente su presencia sino todo aquello que piensan, demuestran y quieren expresar, algunos superan las barreras de comunicación, otros deben dirigirse directamente al intérprete, pero lo importante es considerar aquellas ideas provenientes de ellos, pues en algunos grupos se originaban ideas brillantes. En las clases magistrales se puede dar la palabra a los sordos, pero en las actividades en grupo es donde se da una participación más activa entre sordos y oyentes, por la interacción próxima.</p> <p><b>“Para la actividad física se reparten funciones, un estudiante sordo está pendiente del cronometro, otro anota los datos y otro supervisa la actividad, así sucesivamente se rotan”</b> (CC2).</p>	<p>La no inclusión en el aula muchas veces suele inclinarse solo a lo académico, pero en el recorrido de este trabajo investigativo, se evidenció que existen unas relaciones interpersonales guiadas por la amistad y la confianza entre algunos estudiantes sordos y oyentes, que pueden ser útiles en el proceder del maestro para la enseñanza.</p> <p><b>[...] Los estudiantes sordos no son completamente aislados de los oyentes, chocan puños, se toman del pelo y juegan”</b> (CC1).</p> <p>Sin embargo, si los estudiantes sordos y oyentes no tienen una fluida relación de amistad, tampoco son totalmente separados en el salón, se reconocen y tienen los valores y acciones necesarias para convivir en el aula, puesto que existen señas como “gracias” y “por favor” que se observan con gran constancia.</p> <p><b>[...] Para la realización de los esquemas que representarían las interrelaciones de los sistemas, los sordos y oyentes pusieron sus cartucheras de colores en la mesa y todo podían coger de allí lo que necesitaban</b> (CC3).</p> <p>Otro punto que supera las barreras de comunicación y que además ayuda en las relaciones interpersonales de los estudiantes sordos y oyentes, son las comunicaciones e interacciones mediante redes sociales; en aplicaciones como Facebook, WhatsApp y Twitter como las más representativas.</p>

Debido a que los estudiantes sordos presentan un déficit en cuanto a la conducta, lingüística, cognición, y escritura que crean barreras para el aprendizaje y la participación, esto los hace menos hábiles para la apropiación de la información y en los procesos de lecto escritura (Domínguez, 2009). Frente a esta problemática, el trabajo mediante grupos logró la inclusión real dentro del aula, tanto en el desarrollo de cada una de las actividades como espacialmente. Asimismo, el proceder del maestro para enfrentar las dificultades incluyó estrategias para que los estudiantes buscaran las formas de comunicarse y, también, hacer participe al intérprete en las actividades planificadas por el maestro.

Por otra parte, según Gamboa (2015), para hablar de calidad educativa para las personas con deficiencia auditiva se debe facilitar la igualdad de condiciones, teniendo en cuenta que ocurran aspectos como la creación de situaciones que posibiliten el aprendizaje de la lengua oral y escrita de su entorno, las relaciones interpersonales y la construcción de significados, y la incorporación de nuevas herramientas y nuevas tecnologías de la información y la comunicación TIC, que favorezcan canales visuales y el aprendizaje tanto de estudiantes sordos como oyentes (p. 121). En efecto, el desarrollo de la propuesta de aula orientada a los estudiantes de grado octavo da cuenta de la búsqueda de alternativas para promover la inclusión dentro del aula y la igualdad de condiciones, esto ha generado transformaciones a nivel conceptual e inclusivo para la enseñanza de la Biología.

Además de ello, involucrar al intérprete en la práctica educativa y en los ambientes de aprendizaje diseñados por el maestro, genera que haga parte del proceso de inclusión. En contraste, el intérprete debe configurarse como un mediador comunicativo y cultural, que cumple una función adicional en el contexto de inclusión, es un agente educativo que está inmerso en un procesos de enseñanza y aprendizaje, este hecho le asigna una corresponsabilidad en su labor, adicionando que el mismo manejo de las lenguas implicadas y los conocimientos de las culturas inmersas en estos actos comunicativos le otorga cierto poder, que debe ser utilizado con ética y responsabilidad dentro del marco de su labor y sus competencias ciudadanas (Gamboa, 2015).

A su vez, se pone en relevancia que las afinidades y los lazos de convivencia positivos que tienen los estudiantes sordos con oyentes, deben ser clave y puestos en consideración a la hora de planificar la enseñanza. Estas relaciones promueven el trabajo en equipo, el interés por el aprendizaje y una mejor comprensión de los contenidos, sin dejar de lado los procesos de inclusión que se favorecen entre todos: los estudiantes y el maestro.

Finalmente, en el campo de las TIC se recogió en la categoría *acceso a la información* (ver tabla 7), con dos aspectos importantes: el apoyo visual, que generó significancia en las comprensiones acerca del sistema circulatorio, y el dominio de los recursos tecnológicos, proveniente de la manipulación y actitudes frente a los recursos tecnológicos.

**Tabla 7.** Resultados referentes a la categoría de Acceso a la información

Apoyo visual	Dominio
<p>La proyección 4D de realidad aumentada y el tablero digital interactivo donde se pudo interactuar con los componentes del sistema circulatorio, logró despertar un interés por el aprendizaje de todo el cuerpo humano. Esta realidad 4D supera el video o la imagen tradicional, porque se pueden realizar diversas prácticas, incluso hacer disecciones.</p> <p>La aplicación generó interés por el aprendizaje del cuerpo humano debido a que los estudiantes centraron toda su atención en las diversas funciones de la aplicación, logrando intenciones positivas por el aprendizaje y la realización de las actividades.</p> <p>Por último, es importante recordar que el sentido de la vista es con el que los estudiantes sordos se relacionan con el mundo, consecuentemente el apoyo visual es necesario para el aprendizaje de los contenidos biológicos u otros, pues permite construir mejor los conocimientos.</p> <p><b>“Los estudiantes sordos y oyentes siempre habían desatado curiosidad por descubrir lo que era el tablero digital que guardaba el profesor titular, al utilizarlo en el aprendizaje del sistema circulatorio, querían que todas las clases se hicieran con el mismo” (CC4).</b></p>	<p>La tecnología en el mundo contemporáneo se adquiere con más facilidad desde la niñez y en la juventud. Primero porque ahora la mayoría de los estudiantes manipulan y son propietarios de su propio móvil smartphone y segundo, que operan con facilidad y entendimiento cualquier recurso tecnológico. Por lo tanto, el proyecto se basó en poder llevar ese dominio a lo educativo; transformando la información en conocimiento.</p> <p><b>[...] Los estudiantes comentan: Se utiliza de esta manera... en esta opción puede observar determinada cosa...” (CC4).</b></p> <p>Lo anterior permitió que para sordos como para oyentes, el impacto visual generará una mejor comprensión de aquellos contenidos que no se pueden comprender a simple vista, tal es el caso del interior del cuerpo humano y la complejidad que su fisiología abarca, en especial la del sistema circulatorio, en ese sentido, las TIC generaron mejores esquemas conceptuales en el estudiantado sordo y oyente.</p> <p><b>“La aplicación permite una fácil indagación por todo el cuerpo humano, las funciones y acceso a los temas provocan mayor atención en todos los estudiantes tanto sordos como oyentes, logran comprender las interrelaciones” (CC4).</b></p>

Los equipos móviles y el *software* T-BOARD fueron recursos oportunos para enseñar el sistema circulatorio, estas aplicaciones permitieron a los alumnos desarrollar un rol activo en su aprendizaje y revalorizar el potencial de ilustración y exploración que ofrecen las TIC, pues muchas veces otros medios de información presentan de forma incorrecta o incompleta los contenidos. Por lo tanto, como lo afirma (Martínez *et al.*, 2017):

Se recomienda seleccionar aplicaciones que combinen características positivas tanto en lo que atañe a los aspectos tecnológicos como a los contenidos abordados. Asimismo, es importante decir que el uso extendido de dispositivos móviles por parte de los alumnos permite utilizar las aplicaciones estudiadas tanto dentro como fuera del aula y en conjunto con diversas estrategias didácticas recomendadas en el ámbito del estudio de la anatomía (estudio de casos clínicos, aprendizaje basado en problemas, etc.). (p. 1602)

Como se ha dicho, los recursos tecnológicos ofrecen canales visuales propicios y significativos para el aprendizaje de la Biología tanto en estudiantes sordos como oyentes. Este tipo de estrategias intentan darle al estudiante sordo herramientas para involucrarse en su propio aprendizaje y la construcción de modelos conceptuales adecuados. La alternativa de recursos tecnológicos para atender a las dificultades de la población sorda debe ser un recurso principal y primordial, así como se evidencia en esta investigación y en otras: “el empleo de herramientas informáticas, contribuye en el proceso de aprendizaje, al afianzamiento de conceptos de ciencias naturales” (Rincón y Suárez, 2014, p. 117); “Hoy los estudiantes con discapacidad auditiva cuentan con una amplia gama de dispositivos tecnológicos digitales que organizados educativamente como “mediadores cognitivos” permiten ofrecer experiencias de aprendizaje variadas, informadas y adaptadas a los requerimientos de los estudiantes” (Duque *et al.*, 2012, p. 85)

Todavía cabe señalar que las habilidades de los estudiantes frente a los recursos tecnológicos y las actitudes positivas que presentaron en relación con la interfaz y funciones de cada uno, se vieron reflejadas en la comprensión del sistema circulatorio. El hecho de que tuvieran imágenes y concepciones previas sobre el movimiento del corazón y de la sangre, hizo que con ayuda de los recursos se despertara una gran disposición por el aprendizaje, pues los imaginarios de estructura y procesos dentro del cuerpo que tenía construidos previamente, ahora los podían recrear y manipular con sus propias manos, tal es el caso de entender el corazón como bomba en su complejidad al observar los movi-

mientos auriculoventriculares, los diámetros de las arterias y las venas, y los componentes celulares inmersos en la sangre.

## Conclusiones

Los estudiantes sordos del grado octavo de la IED construyeron un conocimiento sistémico referenciando como punto de partida el sistema circulatorio, se reconocen las estructuras que participan y los procesos fisiológicos para llevarse a cabo la nutrición, el intercambio de gases y en general el transporte de moléculas. Además, este conocimiento biológico se encuentra arraigado con una perspectiva de salud compleja que involucra la promoción de hábitos de vida saludable y pensamiento crítico frente a las condiciones del ambiente y los productos actuales.

Es importante realizar una indagación y diagnóstico sobre las ideas previas, imágenes y concepciones que tienen los estudiantes frente al conocimiento anatómico y fisiológico del cuerpo humano, lo cual permitirá identificar los errores conceptuales y los obstáculos epistemológicos que han sido construidos con anterioridad, para así, proponer prácticas educativas transformadoras. En términos de Mosquera (2012) “Las ideas previas son determinantes para lograr posibilitar el avance en la enseñanza ya que permiten la formación y construcción de conceptos de allí radica la importancia de identificarlas para poder realizar procesos educativos más eficaces” (p. 131).

Los recursos tecnológicos utilizados en esta propuesta educativa; aplicación móvil y *software* T-BOARD fueron propicios para la comprensión del sistema circulatorio, esto se debe a la afinidad y dominio que tienen los estudiantes por estos recursos, y lo que genera que su interés y atención estén enfocados en el aprendizaje. Asimismo, ofrecen un gran potencial ilustrativo en cuanto a estructuras y procesos sobre el movimiento de la sangre, y de esta manera generan un canal visual relevante para la construcción de conocimiento en los estudiantes sordos.

Las prácticas educativas actuales para la enseñanza de la Biología deben estar acompañadas del apoyo de recursos tecnológicos, su elección debe darse acorde con las condiciones y contexto en el que se encuentre inmerso el maestro y los estudiantes. El uso de estos recursos ofrece innovar y transformar el aula en un escenario audiovisual y multimedia que permita la comprensión significativa de contenidos, en especial los que no pueden observarse a simple vista, como el caso del interior del cuerpo humano. Además, permite transformar las prácticas educativas tradicionales basadas en libros de

textos desactualizados que solamente llevan a la memorización de conceptos.

En términos de inclusión, se reconoce que dentro del grado octavo hubo un rompimiento en las barreras de comunicación que existían, pues los estudiantes buscaron estrategias como la escritura, el lenguaje de señas y la participación activa del intérprete, más aún, se lograron crear y fortalecer afinidades entre los estudiantes en cuanto a relaciones interpersonales que los llevaron a trabajar en equipo, con el propósito de aprender sobre el sistema circulatorio. Al mismo tiempo, el aula se convirtió en un espacio integrador entre estudiantes sordos y oyentes, en el que se establecieron las condiciones adecuadas y equitativas para el aprendizaje.

El intérprete es una figura indispensable en la inclusión dentro del aula, pese a que muchas veces no se encuentra formado en el área disciplinar del docente, es importante su constancia y el seguimiento en la formación de los estudiantes sordos, además de estar acorde con las dinámicas y programas que tiene el profesor para la enseñanza de los contenidos. En particular, la participación activa del intérprete del grado octavo, logró dinamizar las clases para llevar a cabo la inclusión entre estudiantes sordos y oyentes, las actividades se convirtieron en un desafío que se interiorizó cambiando su forma de estar y proceder en el aula.

A su vez, es importante que en cuanto llegue un reto para el maestro de trabajar con población de inclusión, avance con actitudes investigativas, revisión bibliográfica y búsqueda de recursos propicios para innovar el aula de los estudiantes y aportar a su propia práctica y experiencia pedagógica. Además de ofrecer alternativas que pueden ser puntos de referencia para otros maestros que se vean enfrentados a trabajar con este tipo de poblaciones.

Por último, que estos retos de trabajar con población de inclusión se conviertan en focos importantes en la formación de profesores, para que así se puedan ir aportando constantemente estrategias didácticas y metodológicas en el abordaje de la educación para la inclusión, y en la formación de profesores críticos frente a las problemáticas de las aulas.

## Referencias

Afanador, H. y Valbuena, E. (2017). Funciones de las TIC en la enseñanza: una revisión documental. *Bio-grafía, Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 1149-1156.

- Coffey, A. y Atkinson, P. (2003). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos, estrategias complementarias de investigación*. Universidad de Antioquía. <https://www.fceia.unr.edu.ar/geii/maestria/2014/DraSanjurjo/8mas/Amanda%20Coffey,%20Encontrar%20el%20sentido%20a%20los%20datos%20cualitativos.pdf>
- Constitución política Colombiana (1991). Asamblea Nacional Constituyente, Bogotá, Colombia, 6 de julio de 1991.
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (2011). El campo de la investigación cualitativa. Manual de investigación cualitativa. (Vol 1). Gedisa Editorial. <http://metodo3.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/169/2014/10/Denzin-Norman-K.-Lincoln-Yvonna-S.-Introducci%C3%B3n-general.-La-investigaci%C3%B3n-cualitativa-como-disciplina-y-como-pr%C3%A1ctica.pdf>
- Departamento de Biología. (2006). *Proceso para el establecimiento de convenio entre instituciones de educación superior -IES y la secretaría de educación del distrito -SED para el desarrollo de la práctica pedagógica de estudiantes de licenciatura en instituciones educativas distritales-IED*. [Tesis de grado, Universidad Pedagógica Nacional].
- Dominguez, A. (2009). Educación para la inclusión de alumnos sordos. *Revista Latinoamericana de Inclusión Educativa*, III(1), 45-61. [www.rinace.net/rlei/numeros/vol3-num1/art4.pdf](http://www.rinace.net/rlei/numeros/vol3-num1/art4.pdf)
- Duque, C., Merino, C. y Contreras, D. (2012). Orientaciones para el diseño de SEA para sordos mediante el uso de tecnología: Dilemas y desafíos. (J. Sanchez, Ed.) *Nuevas ideas en informática educativa*, 80-86. <http://www.tise.cl/volumen8/TISE2012/12.pdf>
- Escobar, C. (2006). William Harvey: la circulación sanguínea y algunos de sus obstáculos epistemológicos. *Iatreia*, 19(2), 199-205. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-07932006000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-07932006000200008)
- Gamboa, M. (2015). *Concepciones y acciones de profesores de química sobre la inclusión de estudiantes sordos al aula regular*. Universidad Pedagógica Nacional. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/260/TO-18778.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. (Sexta edición). McGraw – Hill/Interamericana editores, S.A. De C.V.
- Hurtado, L. y Agudelo, M. (2014). Inclusión educativa de las personas con discapacidad en Colombia. *CES Movimiento y Salud*, 11(1), 45-55. [revistas.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/download/2971/pdf](http://revistas.ces.edu.co/index.php/movimientoysalud/article/download/2971/pdf)
- Ley 115 de febrero 8 de 1994. El Congreso de la república de Colombia. Bogotá, Colombia, Febrero 8 de 1994.
- Insor. (2004). Estudiantes sordos de la educación superior. Equiparación de oportunidades.
- Martínez, G., Mir, F. y García, L. (2017). Caracterización de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Extraordinario*, 1597-1603. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/335517>
- Martínez, J. (2011). Métodos de investigación cualitativa. *Silogismo: más que conceptos*, (8), 1-33. <http://www.cide.edu.co/doc/investigacion/3.%20metodos%20de%20investigacion.pdf>
- Morawicki, P., Ramos, A., Meinardi, E. (2011). Prácticas de enseñanza en educación para la salud en egresados del profesorado en biología de la UNAM. *Ciencia y Tecnología*, 16, 5-12. [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-75872011000200001&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872011000200001&lng=es&tlng=es)
- Mosquera, D. (2012). *Enseñanza-Aprendizaje del concepto de circulación sanguínea en el ser humano en estudiantes de primaria de zona rural*. Universidad Nacional de Colombia: Manizales. <http://bdigital.unal.edu.co/9495/1/8411013.2012.pdf>
- Revel, A., Meinardi, E. y Adúriz, A. (2013). Elementos para un análisis histórico-epistemológico del concepto de salud con implicaciones para la enseñanza de la Biología. *Filosofía e historia de la biología*, 8(1), 1-19. <https://biblat.unam.mx/es/revista/filosofia-e-historia-da-biologia/articulo/elementos-para-un-analisis-historico-epistemologico-del-concepto-de-salud-con-implicaciones-para-la-ensenanza-de-la-biologia>
- Rincón, J. y Suárez, R. (2014). Diseño y aplicación multimedia en ciencias naturales, para el aprendizaje de niños y niñas sordos. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 111-122. <http://www.asociacioncolombianadecienciasbiologicas.org/download/revistas/2014/111-122.pdf>
- Valbuena, E., Lizarazo, A., Dueñas, A. y Gutiérrez, A. (2010). Inclusión de sordos en la formación inicial de docentes de Biología. Análisis en el marco del conocimiento profesional del profesor. *Pedagogía y Saberes*, 32, 87-98. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PYS/article/view/748>
- Vasilachis, I. (2006). *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Gedisa, S.A. [http://www.cieg.unam.mx/lecturas\\_formacion/investigacion\\_perspectiva\\_genero/unidad-3/U3\\_T2\\_L2.pdf](http://www.cieg.unam.mx/lecturas_formacion/investigacion_perspectiva_genero/unidad-3/U3_T2_L2.pdf)
- Wright, T. (2016). *La Circulación de la sangre La idea revolucionaria de William Harvey*. D. R. Fondo de Cultura Económica.
- Zappalá, D. y Köppel, A. S. (2011). *Inclusión de TIC en escuelas para alumnos sordos*. Ministerio de Educación de la Nación. <http://escritorioeducacionespecial.educ.ar/datos/recursos/pdf/sordos-1-40.pdf>

