



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

**REALIDAD VIRTUAL PARA EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CRÍTICO DE LA
COMUNICACIÓN CELULAR ENDOCRINA**

JUAN DIEGO GARAY

JUAN CAMILO QUINTERO

JULIE ANDREA TAMAYO

Dra. SONIA YANETH LÓPEZ RÍOS

Mg. VANESSA ARIAS GIL Asesoras

**MEDELLÍN UNIVERSIDAD DE
ANTIOQUIA FACULTAD DE
EDUCACIÓN**

**LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN TIC PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

2017

Biblioteca Digital

CEDEO



Dedicatorias

A Dios, por estar siempre presente en todos mis éxitos y dificultades

A mi madre, por su esfuerzo y entrega, y por hacer de mí un ser humano que ayude a transformar la sociedad.

A mis compañeros de carrera por haber contribuido en mi formación docente

A todos los docentes por generar en mí más pasión por el conocimiento.

Juan Camilo Quintero Correa.

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Agradecimientos

A nuestras asesoras

Dra. Sonia Yaneth López Ríos,

Mg. Vanessa Arias Gil

Quienes con su vocación, entrega y compromiso nos guiaron en este proceso hasta la culminación de un proyecto que se fue gestando poco a poco con esfuerzo, tenacidad y entrega.

Al centro de Práctica

COLEGIO COOPERATIVO JUAN DEL CORRAL

Por acogernos y contribuir en nuestra formación docente.

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

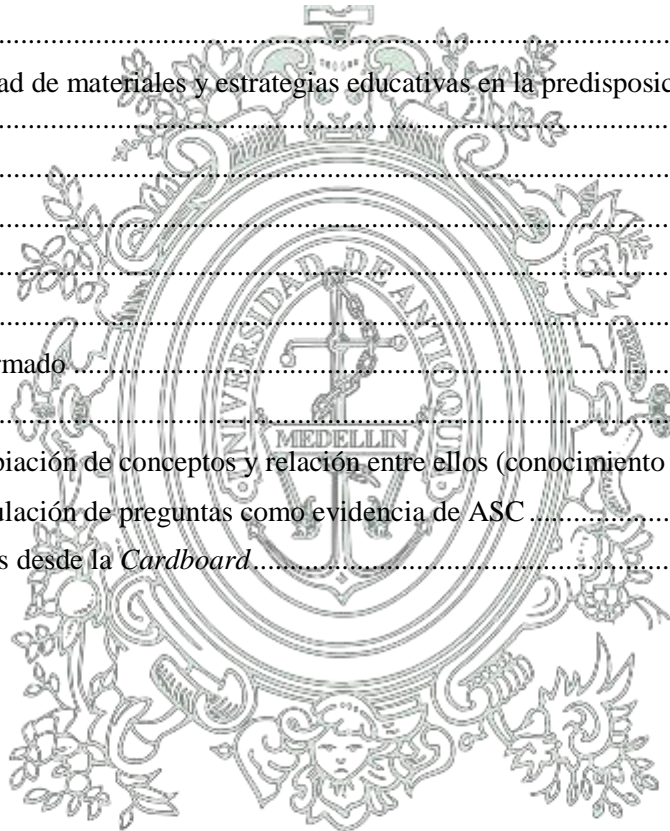


Tabla de Contenidos

1. Planteamiento del problema y justificación.....	6
2. Antecedentes.....	10
2.1 Seguimiento a la implementación de TIC en el ámbito educativo.....	10
2.2 Realidad Virtual como herramienta tecnológica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.	13
2.3 Aprendizaje Significativo Crítico en las Ciencias Naturales.....	16
2.4 Aprendizaje del proceso de comunicación celular Endocrina.....	19
3. Objetivos.....	23
3.1 Objetivo General:.....	23
3.2 Objetivos Específicos:.....	23
4. Marco Teórico	24
4.1.....	24
Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico como fundamento para el trabajo con Realidad Virtual en Ciencias Naturales	24
4.2.....	26
Realidad virtual a la luz de la TASC.....	26
4.3 las TIC en el proceso de aprendizaje en el aula.....	28
4.4 La integración de las TIC en las Ciencias Naturales.....	30
5. Metodología de la investigación	32
5.1 Diseño.....	32
5.3 Participantes.....	33
5.4 Diseño de los instrumentos de recolección de la información.....	33
6. Ciclo Didáctico	35
6.1 Fase de exploración.....	35
6.2.....	37
Fase de introducción de nuevos conocimientos.....	37
6.3 Fase de estructuración y síntesis	38
6.4.....	39
Fase de aplicación y evaluación de los conocimientos adquiridos	39



7. Análisis de la información	41
7.1	43
Apropiación de conceptos y relación entre ellos (conocimiento como lenguaje)	43
7.2	48
Formulación de preguntas como evidencia de ASC	48
7.3	51
Aporte de la diversidad de materiales y estrategias educativas en la predisposición para el aprendizaje	51
8. Conclusiones	55
9. Bibliografía	57
10. Anexos	63
Preguntas necesarias	67
Consentimiento Informado	69
11. Evidencias	70
Categoría uno: Apropiación de conceptos y relación entre ellos (conocimiento como lenguaje)	70
Categoría dos: Formulación de preguntas como evidencia de ASC	71
Imágenes proyectadas desde la <i>Cardboard</i>	74



1. Planteamiento del problema y justificación

Los avances constantes en Ciencia y Tecnología han conducido a la humanidad a una era digital nunca antes vista en su historia. Las TIC, se encuentran presentes en el día a día de miles de millones de personas en el mundo; lo que plantea exigencias cada vez mayores para nuestra sociedad y, en particular, para cada sujeto y su relación con las herramientas electrónicas.

El escenario actual del uso e integración de las TIC en educación y, en especial, en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se ajustan a los estándares y lineamientos curriculares emanados desde el Ministerio de Educación Nacional; no obstante, estos procesos y los aprendizajes emanados, aún no se reflejan en las prácticas que incorporan dispositivos y *software* en busca de un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Justamente, y con el ánimo de abordar el uso de las TIC con propósitos educativos, se propone una alternativa que busca favorecer la enseñanza y aprendizaje de temáticas que por su abstracción y complejidad invitan a recurrir a otros tipos de representación, de tal manera que se facilite el vínculo teoría y realidad. Es el caso, por ejemplo, de las prácticas de laboratorio, las cuales tradicionalmente han sido reconocidas como un elemento fundamental en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, y especialmente de la Biología, pues permiten el acercamiento real y experiencial a los fenómenos, los objetos, estructuras y procesos vitales de los seres vivos. Esto requiere de unas condiciones técnicas, donde como mínimo el estudiante pueda hacer sus propios montajes y tenga acceso a recursos elementales como el microscopio. Estas

condiciones pocas veces se cumplen en las Instituciones Educativas, lo que dificulta los procesos de enseñanza y aprendizaje y el vínculo necesario entre la teoría y la práctica.

La carencia de infraestructura y recursos para el desarrollo de prácticas de laboratorio está en el hecho de que estos importantes ejercicios educativos se hayan convertido en “una simple transmisión de conocimientos, sin apenas un trabajo experimental real, más allá de algunas recetas de cocina” (Adúriz, 2003). En respuesta a lo anterior, se justifica la búsqueda de nuevas herramientas que faciliten el aprendizaje de los estudiantes en temas puntuales de la enseñanza de la Biología que suelen ser complejos tanto para estudiantes como para docentes por el alto contenido abstracto y la complejidad para acercarse a ellos a través de prácticas de laboratorio sencillas a las que se pueda acceder en un aula de clase. Ejemplo de estos contenidos, es el concepto de célula y sus procesos asociados como lo es la comunicación celular; pues su abordaje y experimentación requiere sofisticadas experiencias y recursos no accesibles a algunas Instituciones Educativas en el contexto colombiano lo que se ha convertido en un desafío para los docentes del área.

En atención a esta problemática, y en reconocimiento de las múltiples posibilidades que ofrecen las TIC en la Educación, se recurre a la Realidad Virtual (RV) como una alternativa para la mediación pedagógica que favorezca el aprendizaje del proceso de comunicación celular.

La RV tuvo sus inicios en la ciencia ficción, luego fue empleada en campos como el militar, la medicina y la construcción, teniendo poca participación en el contexto educativo.

Hoy en día se reconoce su potencial y empieza a incursionar entre las experiencias reportadas por maestros alrededor del mundo, entre las que se destacan visitas virtuales a museos y planetarios que no son accesibles desde la presencialidad.

Se identifica en este tipo de tecnología una oportunidad de diversificar las estrategias y materiales de enseñanza para favorecer el aprendizaje y su vínculo con la realidad, superando las limitaciones de infraestructura e insumos y la misma naturaleza abstracta de los procesos celulares.

El trabajo con RV en el ámbito de la educación básica y media, no implica solo la adquisición de dispositivos que permitan el acceso a esta tecnología, sino también formación en su uso de manera segura mientras y se reflexiona sobre nuestro rol como “usuarios” “consumidores” y la conciencia planetaria, un interés pedagógico, que busque generar pensamiento crítico favorece el aprendizaje de la temática planteada.

La presente investigación se desarrollará en la Institución Educativa Colegio Cooperativo Juan del Corral de Copacabana, institución adscrita a la Secretaría de Educación para la cultura de Antioquia; cuenta con una privilegiada infraestructura tecnológica, destinada a apoyar los procesos educativos regulares y a dar respuesta a las necesidades del municipio; entre ellas, la implementación de programas de formación en torno al uso de las TIC.

A pesar de dicha infraestructura, se identifica en la institución una subutilización de sus recursos para orientar las clases en áreas diferentes a la de Tecnología, en las cuales el mayor acercamiento a las TIC suele darse sólo desde el uso de pantallas donde se muestran videos complementarios al contenido teórico, alternando así la función de la pizarra sin mayores efectos en el aprendizaje de los estudiantes.

En coherencia con este planteamiento, se pretende contribuir al buen uso de los recursos tecnológicos de esta institución, a través de la implementación de la RV, partiendo de

la mediación pedagógica del profesor en pro del Aprendizaje Significativo Crítico de los estudiantes respecto a la comunicación celular.

Luego de estudiar el fundamento teórico planteado por Moreira (2005, 2010) se formula, una propuesta didáctica que retoma algunos de sus principios orientadores para diversificar las estrategias y materiales de enseñanza, favorecer el intercambio de preguntas y significados, y la apropiación de conceptos específicos de la disciplina en cuestión. Además de responder a los intereses de los estudiantes y su relación con las tecnologías.

Con esta investigación se busca integrar en el aula de clase, diferentes estrategias y espacios que permitan acceder al conocimiento de una manera diferente y así contribuir al desarrollo de aptitudes científicas en los estudiantes; para ello, se planteó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo contribuye la Realidad Virtual en el Aprendizaje Significativo Crítico del proceso de comunicación celular con estudiantes de grado quinto del colegio Cooperativo Juan del Corral?

2. Antecedentes

La revisión de literatura se realizó con base en el modelo para la Investigación Documental de Hoyos (2000), que propone un proceso sistemático para la búsqueda y proceso de la información relacionada con el objeto de una investigación. Para ello, se definieron categorías que orientaron la búsqueda en revistas y tesis del ámbito nacional e internacional; con una delimitación temporal entre los años 2000 a 2016.

A continuación, se describen los principales hallazgos en cada una de las categorías:

- Seguimiento a la implementación de TIC en el ámbito educativo
- Realidad virtual como herramienta tecnológica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.
- Aprendizaje significativo crítico en las Ciencias Naturales.
- Aprendizaje del proceso de Comunicación Celular Endocrina

2.1 Seguimiento a la implementación de TIC en el ámbito educativo

En las últimas décadas se han publicado diferentes artículos como los de Moya (2013) y Coll (2008) los cuales señalan la importancia de las TIC como herramientas tecnológicas que innovan metodologías de enseñanza y aprendizaje en la escuela, orientadas hacia una alfabetización científica que permita a los estudiantes una mayor comprensión de las temáticas propuestas. De acuerdo con Capuano (2011), esas publicaciones crean la necesidad de profundizar en asuntos de investigación referidos al uso de las TIC en el aula, para propiciar una revolución en el campo del conocimiento, en el ambiente educativo.

El uso de las TIC se ha extendido en diferentes ámbitos; sin embargo, esto no supone que su uso se haga de manera crítica, aprovechando todo el potencial que tienen las TIC en los diferentes estamentos académicos, sociales, comunicacionales, científicos, lúdicos y culturales, entre otros.

En este sentido, Vidal (2006) presenta un recorrido histórico de las TIC en Educación, en el que evidencia las transformaciones que estas tecnologías han experimentado; su juiciosa investigación favorece la comprensión del panorama actual. Según el autor, un primer momento en esta historia se dio a mediados del siglo XX y se marca como punto clave para el aprendizaje de la tecnología educativa, considerándose a los medios audiovisuales como el primer campo específico en su desarrollo. Para los años setenta, los medios de comunicación se convierten en un factor de gran influencia social, generando el inicio de la revolución electrónica apoyada en un primer momento por la radio y la televisión; suceso que impactó y permeó las costumbres sociales, en la forma de hacer política, en la economía, en la información periodística y en la educación; siendo este último campo, el entorno donde se consolida la utilización de los computadores con fines educativos, dándose los primeros pasos hacia la enseñanza individualizada por medio de las TIC.

Durante los años ochenta, las nuevas tecnologías son objeto de investigación respecto a su utilidad y validez en la educación; y en la época de los noventa, el docente es tomado como sujeto de estudio en el contexto de la organización social de la escuela; además de la postulación en esta época del internet como espacio de exploración, donde podrían realizarse procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Otro de los antecedentes expuestos por Vidal (2006) es ubicado en el sistema educativo español, donde se observa la necesidad de construir metodologías que guíen la integración de las TIC en la educación. Así mismo, el autor resalta la necesidad de generar investigaciones contextualizadas sobre las TIC que proporcionen mayor información acerca de su utilización en los centros educativos, como el estudio de caso o la investigación-acción.

Durante el recorrido que ha tenido la informática educativa, se han diseñado numerosos recursos para todas las áreas del conocimiento, también se han realizado diversas experiencias en el aula y se ha publicado una gran cantidad de trabajos de investigación sobre la influencia de los programas de computador en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En algunos trabajos de revisión y síntesis de tales investigaciones (Long, 1991; Insa y Morata, 1998; Sierra, 2003) se han expuesto las múltiples funciones que pueden desempeñar las TIC en la educación, tanto en lo que se refiere a la formación de estudiantes de todos los niveles educativos, como en la formación inicial y permanente del profesorado.

En un informe del programa EURYDICE de la Comisión Europea para el desarrollo de la Educación y la Cultura, sobre los indicadores básicos que describen la incorporación de las TIC en los sistemas de enseñanza de los diversos países europeos, se resaltan estas funciones de las TIC en la formación del profesorado, aunque se advierte que en muchos casos, los profesores adquieren formación docente sobre el uso de las TIC de forma autónoma, por la necesidad de ponerse al día en estos temas; ya que no existe una planificación general en todos los países sobre la forma adecuada en que se lleve a efecto la relación con el uso docente de las TIC (Pépin, 2001).

De acuerdo al informe de la Comisión Europea, la falta de inversión económica para dotar adecuadamente todos los centros educativos de un número suficiente de ordenadores conectados a la Red y la falta de mecanismos que aseguren un grado satisfactorio de formación inicial y permanente del profesorado en el uso educativo de las TIC, son problemas que no presentan el mismo grado de incidencia respecto a la Enseñanza de las Ciencias en todos los países de la Unión Europea, puesto que Finlandia, Luxemburgo, Dinamarca, Suecia o Reino Unido, presentan datos sobre la implantación de las TIC en sus centros educativos mucho más favorables que en otros países como Grecia, Italia, Portugal o España. En lo que respecta a Colombia, aunque en los últimos años se está haciendo un esfuerzo importante por dotar los centros educativos con dispositivos tecnológicos, es necesario fortalecer la formación del profesorado para alcanzar los niveles de uso crítico de la informática educativa que presentan los países más avanzados.

2.2 Realidad Virtual como herramienta tecnológica en el aprendizaje de las Ciencias Naturales.

El rastreo de esta categoría se realizó a través de las bases de datos halladas en el Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Antioquia y Google *Academic*, con palabras clave en español y los operadores lógicos AND y OR para una búsqueda más acertada. Sin embargo, dada la escasa producción hispanoparlante en este campo, se usaron palabras clave como *virtual reality and science teaching or science education*.

La realidad virtual como cualquier otra herramienta tecnológica o recurso didáctico, por sí sola no logra la optimización en la enseñanza de las ciencias. Es más, sin una apropiación

clara del manejo del *software* y el *hardware* necesario, la experiencia puede causar confusión a los estudiantes y frustración al docente. A esto hacía referencia el investigador de la facultad de Ciencia de la Universidad Nacional de Colombia, Carlos Augusto Hernández, quien lleva más de veinte años investigando la historia y la enseñanza de las ciencias, en entrevista, sobre la formación virtual, cuando propone el ideal de potenciar el acto educativo de los sujetos en interacción física con los escenarios virtuales.

Experiencias investigativas similares son planteadas por Fleck y Hachet (2016), donde se analiza el aporte de fusionar lo virtual con el contexto inmediato, para la comprensión de fenómenos abstractos. Allí se afirma que *“La mayoría de los estudios han concluido que RA apoya la comprensión al proporcionar experiencias visuales e interactivas únicas que combinan la información real con la virtual (...). Esto ayuda a los maestros a comunicar problemas abstractos a los estudiantes”* Esto último, es una piedra angular de toda investigación que se realice con Realidad Virtual (RV) o cualquier otra herramienta tecnológica para la educación científica, pues ella da forma a procesos y conceptos abstractos, que, en el pasado, se quedaban en los libros y difícilmente, en los esfuerzos imaginativos del docente y unos pocos estudiantes.

La investigación de los autores citados se realiza con la implementación de aplicaciones de Realidad Aumentada que permiten una interacción en tiempo real entre el *software* y el contexto; en la Realidad Virtual, los precedentes contextuales y teóricos, son fundamento para la experiencia inmersiva, interpretada a la luz del propósito de aprendizaje, como en el caso de la comunicación celular endocrina donde se lían procesos a nivel molecular, celular y orgánico.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

Es tal el valor de un diseño conceptual y metodológico que enmarque el uso de las TIC en la enseñanza de las ciencias, que se hace necesaria su mención en los diferentes artículos consultados.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

En el artículo de Mikropoulos, et al. (2003), tras diseñar, desarrollar y evaluar, un espacio virtual interactivo para el aprendizaje de la célula vegetal y el proceso de la fotosíntesis, los investigadores detallan el método que usaron para hacer la evaluación del software: incluir ese espacio virtual en los planes curriculares de 37 maestros de primaria. Uno de sus hallazgos que interesan, fue que las actitudes de los maestros, hacia la realidad virtual, fueron positivas Mikropoulos, et al (2003), esto propicia la implementación, dado que una de las principales dificultades que se tiene al implementar TIC en la educación, es precisamente, lo incómodos que se sienten los maestros con estas y sus metodologías de enseñanza.

En este artículo, también se reiteró lo que Mikropoulos y los otros autores del artículo llaman, “*Un enfoque integrado del tema en estudio.*” Esta necesidad surgió al verificar en los resultados, que, si bien los profesores integraron satisfactoriamente la RV en la enseñanza del proceso de fotosíntesis, estos no lograron dar respuesta a interrogantes, más allá de ciertos tópicos de aprendizaje puntuales, con lo que se desaprovecha el potencial formativo de la herramienta TIC.

Para superar esto, (Mikropoulos, & Natsis, 2010), proponen el diseño de lo que nombran EVE, por sus siglas en inglés, (en español: Ambiente Virtual Educativo AVE), y se define como “Un entorno virtual basado en un determinado modelo pedagógico, que incorpore o implique uno o más objetivos didácticos, proporciona a los usuarios experiencias que de otro modo no podrían experimentar en el mundo físico y redundan en resultados de aprendizaje específicos” (Mikropoulos & Natsis. 2010, P. 170).

La metodología del citado artículo se basó en la revisión de investigaciones con implementación de entornos virtuales, creados para la enseñanza, en los diez años arriba citados. Al ser una investigación de carácter documental, la revisión de la literatura fue exhaustiva con un total de 53 artículos, de los cuales, 40 pertenecen a las áreas de ciencia, tecnología y matemática, en contraste con la escasa producción en las ciencias sociales, lo que se explica, según los autores, porque “en la mayoría de los casos, las ciencias y las matemáticas conciernen escalas de espacio y el tiempo muy lejanas de la experiencia cotidiana, fenómenos inobservables, conceptos abstractos, que dificultan el entendimiento de las leyes físicas y las magnitudes” (Mikropoulos & Natsis. 2010, p. 172).

Una conclusión relevante del artículo es que la mayoría de los estudios empíricos (33) se realizó en escuelas y colegios. Lo que apunta a que la realidad virtual es una tecnología madura y apropiada para el uso pedagógico.

Los artículos revisados hasta el momento reafirman que la implementación de herramientas tecnológicas como la RV, deben estar enmarcadas en una propuesta didáctica con fundamentación teórica, que haga de la inmersión virtual una experiencia significativa y crítica, así como los fundamentos que suscita para la comprensión de fenómenos no perceptibles en la cotidianidad de la escuela.

2.3 Aprendizaje Significativo Crítico en las Ciencias Naturales.

El aprendizaje en Ciencias Naturales se da con las primeras interacciones que tiene el hombre con la naturaleza; ello arroja diversas preguntas, curiosidades y deducciones sobre el funcionamiento y explicación del cosmos que nos rodea, haciendo necesaria la formación científica y humana. Está a la vez, debe emerger desde los primeros años de aprendizaje, en la educación básica primaria, sembrando procesos elementales para ser profundizados en la educación secundaria.

Expresiones como: “los seres vivos”, “el cuerpo humano y la salud” y “el ambiente y su protección”, se apropian a las diferentes edades y se hacen más significantes en la familiarización con la naturaleza; aportando bases más sólidas para la resolución de problemas de carácter ambiental, con el fin de contribuir a la sostenibilidad del planeta mediado por el desarrollo tecnológico-científico.

En el caso de Colombia, el Aprendizaje Significativo Crítico en las Ciencias Naturales, ha sido abordado como luz hacia propuestas de enseñanza en procesos fundamentales en este campo, encontrándose mayoritariamente el tema de biología celular como eje central de las investigaciones. Por ejemplo, se ha evidenciado en departamentos como Cauca y Antioquia, la intervención a contextos escolares con propuestas pedagógicas como las unidades didácticas elaboradas en un marco referenciado por las teorías de Ausbel (2000) y Moreira (2010), donde se plantea la necesidad de hacer transversal las competencias científicas (establecidas por el MEN, 1998) con los principios de estas teorías para promoción y favorecimiento del aprendizaje significativo crítico en los estudiantes respecto a los procesos biológicos celulares. Es el caso de autores como López Camacho y Cano Pulgarín donde para el año 2014, implementaron en la educación básica unidades didácticas dirigidas hacia el área de biología, encontrando durante su

aplicación diferentes obstáculos epistemológicos respecto al aprendizaje de la biología celular, señalando aspectos relevantes como a la falta de contextualización, a la limitación de

herramientas didácticas, la poca integración de las TIC en las diferentes áreas aún proporcionadas por las instituciones y el carácter abstracto de las temáticas con su restricción respecto a metodologías o estrategias de enseñanza-aprendizaje, son entre otros factores, causas principales de la apatía o poco interés hacia temas fundamentales como la biología celular, escasez en la comprensión y la adquisición del pensamiento científico en los estudiantes, al igual que provocan un retroceso para sus diferentes potencialidades respecto al área de Ciencias Naturales y por ende, bajos índices de rendimiento académico.

También, autores como Cano Vera (2015) y Soto García (2016), indican desde sus propuestas didácticas aplicadas en educación básica al área de Biología, la importancia de iniciar la clase a partir de los saberes previos, un acto clave para contribuir con la aprehensión de los contenidos biológicos, esenciales para la interpretación por parte de los estudiantes respecto a temas como la valoración, reconocimiento y cuidado de su propio cuerpo, al igual que de los demás seres vivos de una manera crítica, consciente y aplicada al contexto en el que se encuentra inmerso.

De esta manera, los autores coinciden en que al partir del uso de las TIC para la elaboración de propuestas didácticas como las unidades aplicadas en su investigación, permitirán a los estudiantes el desarrollo de su pensamiento crítico y reflexivo, generándose en él preguntas sobre el funcionamiento y estado de las cosas, orientándolo hacia el valor y significado que debe dar a las Ciencias naturales, y comprender que estas pueden mejorar su calidad de vida.

Para ello, los autores anteriormente mencionados, hacen énfasis en la necesidad de superar la dificultad que se vive en las aulas respecto al favorecimiento del aprendizaje mecánico, donde el principal protagonista se encuentra excluido de su propio rol en términos de la construcción del conocimiento. Esto hace aun “más difícil y limitada la enseñanza, por ejemplo del concepto de célula, desaprovechando la posibilidad de explorar y conocer el entorno vivo a partir de la indagación, la formulación de preguntas, el planteamiento de problemas, el planteamiento de hipótesis, inferir y deducir, limitando en los estudiantes el desarrollo de la argumentación, la experimentación, y la apropiación del lenguaje de la ciencia y la tecnología”. (MEN, 2006)

Es así como, la formación científica es clave para la adquisición de competencias en los estudiantes, permitiéndoles vivir la ciencia y los cambios constantes del mundo, con una mirada más crítica y reflexiva; con habilidades para la resolución de problemas, no solo ambientales, sino también socioculturales, fomentando así actitudes propositivas, argumentativas e interpretativas. Es así como el aprendizaje de las Ciencias Naturales, a través de las TASC, contribuirá a la formación de estudiantes líderes con conciencia ambiental y soluciones e ideas prácticas para mejorar calidad de vida y la sostenibilidad del planeta.

Facultad de Educación
2.4 Aprendizaje del proceso de Comunicación Celular Endocrina (CCE)

Para los que hacen parte de este proyecto investigativo, es claro que el contenido disciplinar por sí solo no se justifica, es decir, que la enseñanza de la comunicación celular endocrina se hace significativa, en la medida que ésta aporte a la formación de un sujeto reflexivo y crítico.

Es de esta certeza que surge la necesidad de ahondar en la producción académica sobre la teoría celular, para conocer a cabalidad el proceso de la comunicación endocrina e identificar el contenido formativo que pueda usarse en clase para la consolidación de un aprendizaje significativo crítico.

En el artículo “Transducción De Señales Acopladas A Proteínas G Heterotriméricas” de la Dra. María Genoveva González-Morán, se encuentra de manera clara, puesto que fue pensado para uso pedagógico, la información necesaria para alcanzar un entendimiento cabal del proceso celular transmembranal que será abordado con los estudiantes-caso del grado quinto.

Así, en el artículo, la autora parte exponiendo las tres formas principales en las que se da la comunicación celular: Comunicación celula-celula, comunicación yuxtacrina y la comunicación química, ésta última, en la que se ubica la comunicación endocrina; que es descrita por la autora como “Células endocrinas especializadas segregan hormonas que viajan por el torrente sanguíneo y actúan en células blanco a gran distancia distribuidas por el cuerpo.” (González-Morán, 2004).

En la anterior definición, se aloja la principal característica de este tipo de comunicación celular y es que la señal debe viajar por el torrente sanguíneo, de un órgano a otro, por el contrario,

en la comunicación paracrina o autocrina la señal química no va más allá del tejido del órgano al que pertenece.

Las señales usadas para la fase extracelular de la comunicación celular pueden ser clasificados, tanto por su estructura química como por su función (figura 1).

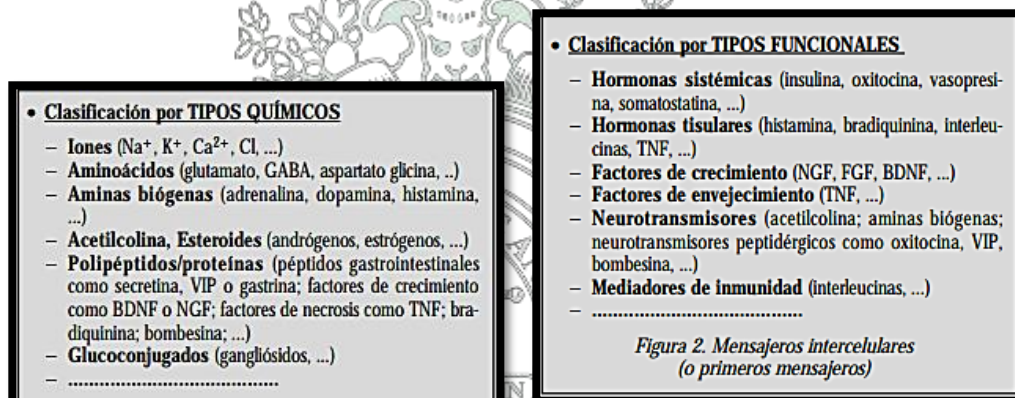


Figura 1: Clasificación de los tipos de señales, Tomado de “La comunicación celular, fundamento de la vida”, (Toledano, et al, s.f.).

Sin embargo, son las de tipo hormonal las que competen, principalmente, a la CCE. Las hormonas son sustancias sintetizadas y secretadas por células (células endocrinas), que son distribuidas a través al sistema circulatorio, para ejercer su acción a distancia, en células que reciben el mensaje hormonal que se conocen como células diana. Las células endocrinas se agrupan a menudo en glándulas que secretan sus productos al medio extracelular, diferenciándose así de las glándulas exocrinas que vierten sus productos al exterior del organismo. (Garrido et al, 2008)

Como ya se deja entrever, la comunicación celular tiene una importantísima relación con el correcto funcionamiento de los organismos pluricelulares. En términos de Toledano y los coautores “Ciertas señales que llegan a células musculares, endocrinas, etc., no sólo aumentan la respuesta normal contracción, secreción, etc. sino que activan el metabolismo, la respiración y la síntesis

Facultad de Educación

proteica, e inducen el crecimiento, la división celular o la muerte según las circunstancias” (Toledano, et al, s.f.).

No obstante, de poco sirve que se envíen “mensajes” si no existe un “buzón” que se encargue de recibirlos; es el caso de los Receptores de Membrana, elementos clave para la fase intercelular de la comunicación celular. Esta macromolécula posee una especificidad, de tal manera que existe familias de receptores para cada mensajero, lo que puede desencadenar diferentes reacciones en la célula diana, incluso hasta antagonicas. (Toledano, et al, s.f.). Cuando el receptor se acopla al mensajero, éste se activa (ligando), y actúa como transductor de la señal al medio intracelular.

Según González-Morán (2004), los receptores de superficie de celular, dependiendo de su mecanismo de transducción se han dividido en tres grandes grupos:

1. Receptores canal.
2. Receptores con actividad enzimática
3. Receptores asociados a proteínas G

En este trabajo investigativo se debe comprender, particularmente, la transducción de señales asociadas a proteínas G, esto debido a que es ésta la que ha presentado mayor dificultad de comprensión por parte de los estudiantes y también porque la app que se utilizará para la RV esta especialmente diseñada en este grupo, posibilitando un mayor potencial en la implementación.

El sistema de transducción del grupo de señales asociadas a proteínas G, es modular y está formado por tres componentes proteínicos. Los ya vistos receptor y transductor y un tercero conocido como efector. El mecanismo de funcionamiento ocurre de la siguiente manera: los mensajes

Facultad de Educación

extracelulares (primer mensaje), por ejemplo, una hormona proteínica, un péptido, un aminoácido, actúa extracelularmente uniéndose a receptores de la membrana plasmática; la interacción del complejo ligando-receptor con el transductor (proteína G) lo estimula para que éste interactúe con el efector, y éste a su vez produzca segundos mensajeros que modulan procesos celulares (González-Morán, 2004).

Lo anterior se puede visualizar mejor en la figura 2, donde se toma a la adenilato ciclasa como efector.

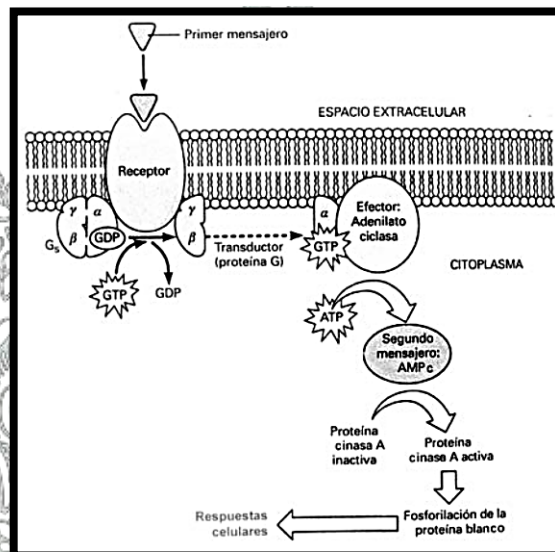


Figura 2: Vía de señalización de la adenilato ciclasa, tomado de Comunicación celular.

Transducción de señales acopladas a proteínas G heterotrimericas (González-Morán, 2004).

Hasta aquí se ha sintetizado a manera teórica y tradicional, lo que los estudiantes-caso y en general todo el grado quinto, experimentaran en el entorno virtual inmersivo aportado por MeloculE VR y Cardboard. Se espera que, con los aportes dados por la TASC y demás autores aquí relacionados, los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo crítico de este proceso fundamental para el correcto funcionamiento del organismo.



Facultad de Educación

Se pretende que los Individuos inmersos en la cultura científica, puedan explicar de manera objetiva, los cambios en su organismo y transformaciones del entorno; lo cual invita a considerar la ciencia como promotora de la salud, responsable de la mejoría en la calidad de vida del ser



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



humano, y protección de la naturaleza; además es necesaria para hacer lectura de procesos biológicos que implican la supervivencia y la comprensión del origen de la vida debatido a través de teorías basadas en evidencias latentes y experienciales, y en la caracterización de un ser vivo desde su unidad fundamental: la célula.

Para evitar la desmotivación frente al aprendizaje de la célula y sus procesos, existen investigaciones que han abordado esta situación desde diferentes perspectivas por ejemplo, es en España donde más se ha evidenciado, desde el año 2013, la necesidad de que el aprendizaje de la biología celular cambie respecto a su estado limitado por el funcionamiento y la estructura de la célula, y sea orientando hacia la incorporación de modelos mentales que le permita al estudiante potencializar las competencias científicas y destreza para abordar asertivamente situaciones de su cotidianidad. Para ello, García, Huertas & Sempere (2013), señalan la oportunidad que tiene la escuela en la actualidad, respecto a las múltiples herramientas didácticas

que, a su vez, le permite al docente lidiar con el progreso exponencial de actualizaciones, novedades y reformas del área de biología, y con mayor razón, el abordaje de procesos biológicos esenciales como lo es la comunicación celular endocrina, permitiendo al estudiante ser partícipe de su propia adquisición y evolución de conocimientos para una futura nivelación profesional propiciada en el aula de clase. Siendo esto, el motivo que movilice la actitud favorable hacia el aprendizaje como principal condición para adquisición de nuevos conocimientos y a su vez, la ruptura del modelo tradicional donde el docente es transmisor del saber y su alumno un depósito memorístico de contenidos.

De esta manera, se lograría la formación científica de hombres que valoran y potencializan la biología celular desde el conocimiento de su propio cuerpo, así mismo lo afirman autores como Toledano, Álvarez & Toledano-Díaz (2016); la importancia de conocer conceptos claves, como la comunicación celular, radica en que es un proceso biológico fundamental para la vida y sin el cual sería casi imposible la comprensión de la fisiología de los seres vivos.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



3. Objetivos

3.1 Objetivo General:

- Describir el potencial de una propuesta didáctica fundamentada en la Realidad Virtual para el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular en los estudiantes de grado quinto del colegio Cooperativo Juan del Corral.

3.2 Objetivos Específicos:

- Identificar la apropiación de conceptos relativos a la comunicación celular a partir de la interacción con actividades de realidad virtual.
- Conocer el papel de la interacción social en el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular.
- Valorar el aporte de la diversidad de estrategias y materiales educativos para el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular.

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

4. Marco Teórico

4.1 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico como fundamento para el trabajo con Realidad Virtual en Ciencias Naturales

Para Ausubel (1978) “El aprendizaje es un proceso por medio del cual se relaciona nueva información con algún aspecto ya existente en la estructura cognitiva de un individuo y que sea relevante para el material que se intenta aprender”. Así, el aprendizaje debe tener relación profunda con la cotidianidad del estudiante, ya que la carencia de sentido imposibilita la relación con los saberes previos.

Desde esta teoría se brindan grandes aportes para lograr que el aprendizaje de los estudiantes en cada uno de sus niveles se realice de acuerdo a la capacidad de cada uno y no como un proceso de imposición de datos y de reproducción mecánica de los mismos, proceso que ha demostrado en los últimos años, no ser efectivo para lograr un verdadero aprendizaje, que sea duradero, pero principalmente útil para la vida.

Con todo esto, Moreira (2010) va más allá del aprendizaje significativo, y es consciente de que no sólo debemos formar ciudadanos para el mercado, sino ciudadanos críticos, los cuales puedan enfrentar los constantes cambios de nuestra humanidad con responsabilidad social y ambiental; a partir de esta idea, da lugar a la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC).

Esta teoría, inicialmente hacía alusión a un “Aprendizaje Significativo Subversivo”, término que, por sus connotaciones políticas, sociales y culturales, se modificó a aprendizaje significativo crítico; y es precisamente lo que pretende, pues invita a que el estudiante no acepte

pasivamente las cosas y en esta medida, promueve el cuestionamiento sobre cómo se están llevando los procesos de aprendizaje. Lo que quiere alcanzar esta teoría es el cambio de ideas sobre la transmisión y aceptación de cuestionamientos.

El Aprendizaje Significativo Crítico está asociado con la capacidad de los docentes para estimular y acompañar a los estudiantes en su proceso autónomo; que puedan preguntar libremente, ya que cuestionarse es un elemento fundamental en esta teoría. En este sentido, Moreira (2010) propone once principios que permiten al sujeto formar parte de su cultura y al mismo tiempo estar fuera de ella; a través de esta teoría, el estudiante podrá expandir su visión sin dejarse dominar e identificará al conocimiento como una construcción del hombre.

Para la presente investigación se retomaron tres de los principios planteados en la teoría, a saber:

Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. La interacción social es indispensable para que se concrete un episodio de enseñanza. Ello ocurre cuando el profesor y el alumno comparten significados en relación con los materiales educativos del currículum (Gowin, 1981). Compartir significados es consecuencia del intercambio de significados entre alumno y profesor; lo cual implica una reciprocidad permanente de preguntas en lugar de respuestas.

Como dicen Postman y Weingartner “el conocimiento no está en los libros esperando para que alguien venga a aprenderlo; el conocimiento es producido en respuesta a preguntas; todo nuevo conocimiento resulta de nuevas preguntas, muchas veces nuevas preguntas sobre viejas preguntas” (p. 23). Los procesos de enseñanza y aprendizaje deben descentralizarse de la

interacción profesor-alumno y promover también la interacción alumno-alumno para la consecución de un aprendizaje significativo crítico.

Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. En la diversidad de materiales educativos, el libro de texto simboliza aquella autoridad de donde “emana” el conocimiento. Los profesores y los alumnos se apoyan excesivamente en esta fuente. El principio de la teoría defiende la diversidad de materiales de enseñanza en sustitución del libro de texto, tan estimulador del aprendizaje mecánico, tan transmisor de verdades y certezas, tan “seguras” para profesores y alumnos. No se trata, propiamente, de excluir el libro didáctico de la escuela, sino de considerarlo apenas como uno entre varios materiales educativos.

Principio del conocimiento como lenguaje. Desde este principio se establece que el lenguaje está involucrado en todos los intentos de la humanidad por percibir de una manera más reveladora, la realidad. En este sentido, “*Aprender un contenido de manera significativa es aprender su lenguaje*” (Moreira, 2010). El aprender no se basa solo en las palabras, sino también en sus símbolos, instrumentos y procedimientos, para representar el mundo. Desde esta perspectiva, aprender de manera crítica es apropiarse de un lenguaje como una nueva forma de percepción.

4.2 Realidad virtual a la luz de la TASC

1 8 0 3

La Realidad Virtual (RV) es una herramienta tecnológica que permite un cambio cualitativo, diferente de otros medios, como la televisión o la pantalla de un ordenador, ya que brinda una sensación de inmersión, una simulación de la realidad donde el usuario puede

interactuar con el mundo virtual, similar a como interactúa con el mundo real. La RV es un entorno de escenas de objetos de apariencia real, lo que posibilita que la persona identifique los factores relevantes al momento de analizar un fenómeno de la naturaleza.

Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo como los visores o cascos de realidad virtual; en esta investigación se usaron los visores *google cardboard*. Esta tecnología da una sensación de participación mucho mayor, lo que indica que no solo el usuario es un espectador, sino que también puede interactuar con la simulación virtual.

Las aplicaciones que se han dado a la tecnología de realidad virtual van desde campos como la arquitectura, donde se puede apreciar los interiores de un edificio, sin ser construido; en la medicina, para figurar intervenciones quirúrgicas y hacer viajes al interior del cuerpo humano; en la aeronáutica, para hacer simulaciones de vuelo y en educación para visitar lugares y épocas no convencionales en la escuela.

La RV es una herramienta tecnológica revolucionaria en los últimos años; llegó para quedarse y hacer parte de las diferentes facetas de la sociedad.

Las teorías críticas, aportan un referente para entender y afrontar los retos derivados de las TIC y las ciberculturas en el aula. En este sentido, los principios facilitadores de la TASC propuestos por Moreira (2010), son el insumo adecuado para la creación de una metodología que lleve a la RV más allá de una visión funcional y permita generar, tanto en el entorno virtual como fuera de él, una experiencia de aprendizaje significativo crítico.

De la TASC, son varios los principios que dialogan con la postura metodológica de esta investigación; en particular, la implementación de un recurso TIC en la enseñanza de las ciencias en la escuela, requiere de un amparo teórico que detenga los ímpetus consumistas y alienantes, incentivando en los estudiantes un uso consciente y crítico no solo de la RV, sino de todos los avances tecnológicos que revolucionan la sociedad.

El principio de la no centralización en el libro de texto, es una invitación a la diversificación de los recursos usados tradicionalmente en el aula; como muestra de ello, el tema de la célula se plantea de forma muy lineal; es decir, no se ofrecen nuevos recursos didácticos que permitan generar un aprendizaje significativo, que analice cabalmente, todos sus elementos, como es el caso de la RV, que por su tecnología, permite modelizar en 3D, realizando diferentes procesos como el de la comunicación celular; así el perfil de la realidad se dinamiza y acerca el lenguaje digital al estudiante contemporáneo; lenguaje digital que incluye gran contenido gráfico y multimedial.

La RV se posiciona como una excelente estrategia tecnológica para ser utilizada en el aula de clase, al ser de bajo costo y disponer de diversidad de *apps*, videos y *software* gratuitos, que posibilitan al contexto escolar, prácticas inmersivas que propician la curiosidad y movilizan el pensamiento de los estudiantes hacia la ciencia.

4.3 las TIC en el proceso de aprendizaje en el aula

En el escenario actual, y con la incorporación de las TIC, la educación adquiere una nueva dimensión: se convierte en el motor fundamental del desarrollo personal, social y cultural

que identifica una nación. Tradicionalmente, la educación ha sido considerada una prioridad de las políticas de bienestar social. En la sociedad de la información, la educación se convierte en una estrategia para las políticas de desarrollo, con todo lo que ello comporta.

Según Coll (2008) *“El objetivo de construir una economía basada en el conocimiento comporta la puesta en relieve del aprendizaje, tanto en el plano individual como social, y en este marco las TIC se presentan como instrumentos poderosos para promover el aprendizaje, tanto desde un punto de vista cuantitativo como cualitativo”*. Y es así como estas tecnologías hacen posible la superación de barreras espaciales y temporales ya que más personas pueden acceder a la formación y a la educación.

Tras el análisis sobre la influencia de los programas de computador en la formación de estudiantes, se pueden clasificar las funciones formativas de las TIC, en tres categorías: desarrollo de objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Hay que destacar la función de las TIC en el acceso a la información y su influencia en la ilustración de conceptos científicos. Trabajos como los de Stewart (1989) y Hennessy et al. (1995) destacan importantes funciones informativas y mejores conocimientos de tipo conceptual en los recursos multimedia, porque facilitan contenidos educativos sobre diferentes áreas y presentan una variada información (textos, imágenes, sonidos, vídeos, simulaciones, entre otros) relacionada con fenómenos y modelos científicos.

En relación con los objetivos de carácter procedimental, algunos trabajos realizados sobre esta amplia temática (Rieber, 1994; Kelly & Crawford, 1996; Cortel, 1999) muestran la existencia de diversos recursos informáticos para desarrollar destrezas como la construcción e interpretación de gráficos, la elaboración y contrastación de hipótesis, la resolución de problemas

asistida por computador, el manejo de sistemas informáticos de adquisición de datos experimentales, o el diseño de prácticas de laboratorio mediante programas de simulación de procedimientos empíricos.

4.4 La integración de las TIC en las Ciencias Naturales.

Existe un nuevo paradigma en la enseñanza de las Ciencias que se enfoca especialmente en el desarrollo de la competencia científica en los estudiantes para atender las necesidades de un mundo jalonado por avances en esta área. Las TIC facilitan este desarrollo. En este sentido se deben buscar estrategias metodológicas donde el estudiante pueda articular y transversalizar los conocimientos.

La importancia de las Ciencias y la actividad científica es una de las principales características del mundo contemporáneo y la educación debe responder de la mejor forma posible a esta realidad (López, 2004). El debate se centra, en mejorar la educación de todos los estudiantes en Ciencias para que, por una parte, puedan comprender el mundo altamente tecnológico en el que viven y participar activamente en él; y luego, ofrecer herramientas. El autor recomienda se den oportunidades a los estudiantes para explorar el significado que tiene la ciencia en sus vidas; el hacer ciencia, preguntando, indagando, observando, descubriendo, reflexionando; todo lo cual conlleva a las habilidades para resolver problemas, donde el estudiante trabaje en equipo y así la enseñanza de la Ciencia aproveche las diferentes herramientas TIC.



Para la utilización de los simuladores o realidad virtual, plantea Pierini (2013): *“la dificultad de comprensión de un tema está en el grado de abstracción que representa. Para esto son ideales los simuladores”*. Así, la realidad virtual admite interactuar de forma privilegiada con un modelo, modificar una variable y ver cómo repercute en el modelo. Al intercambiar comentarios en el aula, se ampliará la imagen del modelo propuesto



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

5.1 Diseño

La presente investigación es de carácter cualitativo. Se opta por este paradigma, ya que permite una mayor riqueza interpretativa debido a que es posible abordar un amplio espectro de situaciones en un contexto particular y obtener valiosa información de estas, como lo expresan Hernández, Fernández & Baptista (2003). La investigación cualitativa favorece situaciones de contexto, detalles y experiencias únicas. En esta investigación dicho enfoque permite evidenciar el fortalecimiento del aprendizaje cooperativo, por la interacción social que se establece entre el estudiante, sus pares y el maestro.

De las múltiples metodologías alojadas en el paradigma cualitativo, se recurre al estudio de caso instrumental desde la perspectiva de Stake (2005), según el cual *“el estudio de casos es el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes”*.

Esta técnica ofrece, a través de los estudiantes que conforman el caso, la oportunidad de comprender una situación de aprendizaje mediada por la realidad virtual, específicamente el aporte de esta a la comprensión de la comunicación celular endocrina.

Para la escogencia de los participantes que constituyen el caso, se seleccionan cinco estudiantes; dos por recomendación de la docente cooperadora y tres derivados de los meses de observación que se realizó en el primer semestre de la práctica. Los argumentos que tuvo la docente fueron: participación activa de los estudiantes en el aula de clase, la asistencia a clases y

su responsabilidad; y entre los criterios de los investigadores estuvo: bajas calificaciones, dificultades de atención, desmotivación en las clases, pasividad.

5.2 Contexto de la investigación y participantes

La I. E. Colegio Cooperativo Juan Del Corral, se elige debido a sus buenos procesos académicos y organizativos, que propician un buen desempeño en la práctica pedagógica. Esta Institución se encuentra ubicada en el municipio de Copacabana al Norte del Valle de la Aburrá.

Se ha escogido el tema de la CCE para la implementación de la RV en esta institución basado en los estándares en ciencias y la adaptación hecha por el colegio que ubica el aprendizaje de la célula y su organización en tejidos y órganos en primera instancia en quinto grado y para su profundización en séptimo.

5.3 Participantes

La investigación se realiza con los estudiantes del grado quinto, en particular con cinco de ellos, tres niñas y dos niños, cuyas edades oscilan entre 9 y 11 años; y quienes se constituyen en el caso analizado.

5.4 Diseño de los instrumentos de recolección de la información

Para la ejecución de la presente investigación se utilizan instrumentos como la observación directa, ciclo didáctico, diario de campo, videos de clase, dibujos, construcción de frases, concurso de preguntas, ensamblaje y personalización de las *cardboard*, cuentos y mapa



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación

mental; todo lo cual permite la recolección de información que se constituye en evidencias con las cuales se formulan respuestas para la pregunta de investigación.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

5.4.1 Observación directa

Este instrumento es uno de los más utilizados en el campo etnográfico para registrar la ocurrencia o frecuencia de comportamientos, eventos y características a través de los cuales se extrae y se analiza la información, con el objetivo de detectar cuáles prácticas educativas y materiales deben ser utilizados por la comunidad base de la investigación; lo cual permitirá dar cuenta de las acciones de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Ligada a la observación directa, está la elaboración de los diarios de campo, los cuales se constituyen en una primera mirada hermenéutica por parte de los tres investigadores.

5.4.2 Diario de campo

El diario de campo es un “instrumento” como lo llama Sanabria (2006), que bien permite un registro conciso de las experiencias durante el ejercicio educativo y/o práctica pedagógica que lleva a cabo el docente investigador. El diario no es una herramienta rígida y controlada, todo lo contrario, permite la libre percepción e interpretación de la realidad escolar y favorece las reflexiones de su práctica. En términos generales, el diario no contempla un rigor de elaboración, pero claramente el uso y apropiación del mismo, por parte de los educadores, ayuda a llevar a cabo mejores prácticas pedagógicas.

6. Ciclo Didáctico

La propuesta didáctica (anexos) fundamentada en el modelo de Jorba & Sanmartí (1996) e implementada en la presente investigación, estuvo enfocada hacia el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje de la comunicación celular, mediada a la vez, por la realidad virtual a la luz de la teoría del aprendizaje significativo crítico.

La secuencia de enseñanza-aprendizaje se realizó en cuatro fases: exploración inicial, introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis y, por último, la aplicación.

Es importante recordar que este ciclo didáctico es de carácter constructivista y sus actividades fueron fundadas y analizadas a la luz de los principios de la TASC.

6.1 Fase de exploración

El objetivo de esta fase es que el docente investigador conozca las ideas previas del estudiante sobre un tema específico. Las nociones previas del estudiante sirven como punto de partida para que el docente pueda diseñar e implementar estrategias para las siguientes fases que impliquen la apropiación de conceptos de la comunicación celular.

Para realizar el sondeo de las ideas previas se propusieron actividades sencillas como:

- 10 preguntas necesarias RV.
- Responder: ¿Cómo crees que se comunican las células?

Facultad de Educación

- Has un dibujo en el que las células se estén comunicando
- Ronda de conceptos: los estudiantes, saldrán por turnos a escribir en el tablero, alrededor del concepto de comunicación celular, conceptos que se relacionen.

Durante esta primera fase, se pudo evidenciar el interés de los estudiantes respecto a su participación en la propuesta de investigación; se tuvieron en cuenta las consideraciones éticas relacionadas con los permisos para ser filmados o fotografiados, al tiempo que se informó del aporte para la compra de las *cardboard* y el recomendado estudio del plegable enviado, con la información necesaria para el uso.

En relación con el concepto RV, los estudiantes reconocieron su uso desde el contexto de videojuegos y salas de cine 4D y 5D como método para ampliar la imagen y simulación en escenas filmicas.

Durante la sesión de saberes previos respecto al proceso de comunicación celular, los estudiantes emplearon dibujos estructurados, pero planos respecto a la célula, identificando algunos orgánulos. De otra parte, comunicarse entre células hizo referencia a expresiones de los estudiantes como “telepatía”, “diálogo”, “señales”, “tacto”, “muecas”, “no sé cómo se comunican las células”, “relación”, “reproducción”, “acción”, además de rasgos humanos y medios informáticos como redes sociales y dispositivos electrónicos que hicieron complemento en las producciones de los estudiantes.

De manera constante, se evidenció la participación activa de los estudiantes, tanto para dar respuestas desde sus asientos como para salir al tablero a escribir sus ideas, conclusiones o proposiciones.

También, durante la intervención del docente para la introducción de nuevos conocimientos, se captaron ideas que relacionaban la comunicación celular percibida desde los estudiantes en términos de analogías: “paloma mensajera” es a la carta como “llave de casa” a receptor.

6.2 Fase de introducción de nuevos conocimientos

Esta fase se caracteriza por la introducción de conocimientos desde distintas perspectivas de acuerdo con la temática a estudiar. Para este caso, se proponen una serie de actividades que permiten al estudiante contextualizar los conceptos. A continuación, se relacionan dichas actividades:

- Muestra de pasos para doblar y ensamblar las *Google Cardboard*.
- Doblar, ensamblar y personalizar la *Google Cardboard*.
- Clase sobre comunicación celular endocrina.

Durante el procedimiento para doblar, ensamblar y personalizar la *Google Cardboard*, los estudiantes manifestaron alegría, concentración, participación, curiosidad e iniciativa para indagar sobre programas y ampliación de información sobre el uso de la RV; además, expresaron su agrado al dar rienda suelta a su creatividad en la decoración de los visores; lo cual permitió un ambiente de esparcimiento y la ruptura del tiempo escolar entre los estudiantes.

Las selfies, posturas corporales para uso de las gafas, la cooperación entre estudiantes para identificar las partes y ensamblaje de las mismas, propiciaron un nuevo escenario de interacción social a los estudiantes y otras posibilidades para aprender virtualmente el proceso de comunicación celular, de una manera interactiva y diferente respecto a las percepciones tradicionales de este proceso. La curiosidad general trascendió al intentar ver en aumento a sus compañeros o docentes, incluso proponiendo fechas de entrega para llevar a sus casas y compartir con su familia esta magia virtual, semejante a los objetos milagrosos que llevaba Melquiades a Macondo.

6.3 Fase de estructuración y síntesis

Se pretendió que los estudiantes asimilarán la teoría que les fue propuesta e hicieran uso de la misma para dar explicación de los fenómenos presentados, por medio de las siguientes actividades:

- Con las normas de seguridad y los conceptos teóricos aprendidos, los estudiantes harán uso de la RV
- A modo de cuento, narrar una visita al mundo de la célula donde se muestre cómo se comunican.

En el anexo 1 se muestra de forma secuencial la técnica, fase y actividad desarrollada: Fue significativo para los estudiantes reconocer que la RV es una modelización de la realidad y por lo tanto se debe diferenciar de las representaciones que permiten comprender procesos

celulares, esto se evidenció en el momento de uso del software *Molecule VR*; a través del cual los estudiantes accedieron a una escala celular donde una señal hormonal se acopla al receptor de membrana de la célula diana y una serie de segundos mensajeros desencadena respuestas del núcleo o del citoplasma. Se esperaba que los estudiantes reconocieran los trabajos de las fases anteriores, donde se abordó el proceso de comunicación celular de manera teórica.

6.4 Fase de aplicación y evaluación de los conocimientos adquiridos

En esta fase se propusieron actividades donde los conceptos y procedimientos fueran aplicados a situaciones de la vida real; orientados a que los estudiantes llevaran a su contexto inmediato los aprendizajes construidos, haciéndolos significativos, originando nuevos interrogantes.

Dichas actividades fueron:

- En equipos representar una parte del proceso de comunicación celular.
- Mapa mental con los conceptos claves de la comunicación celular.
- Mesa redonda: reflexiones en torno a la RV y lo aprendido de la célula.

Para cerrar el ciclo didáctico, se plantearon debates y reflexiones sobre las valiosas apreciaciones y los alcances obtenidos; las nuevas percepciones de los estudiantes respecto a la comunicación celular y la RV y su interés por indagar, no solo sobre otros campos de ciencias naturales, sino sobre otras disciplinas del saber o dimensiones del ser humano.



Se hizo un seguimiento respecto a la apropiación, evolución y relación de saberes asociados a la comunicación celular, tales como representaciones, conceptos y sus relaciones, con logros significativos que aportaron al fortalecimiento del pensamiento científico, la capacidad para seguir aprendiendo y la valoración crítica de la ciencia y la tecnología.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3

7. Análisis de la información

Las técnicas para la recolección de información de la presente investigación, plantean un análisis desde lo conceptual y lo actitudinal de los estudiantes, son interpretaciones apoyadas en la hermenéutica que según Cisterna (2005) *“Investigar desde una racionalidad hermenéutica significa una forma de abordar, estudiar, entender, analizar y construir conocimiento a partir de procesos de interpretación, donde la validez y confiabilidad del conocimiento descansa en última instancia en el rigor del investigador”*(p62).

En busca de este rigor, se designaron categorías codificadas para dar sentido al *puzzle* de la información y dar respuesta a la pregunta de investigación

Para Cisterna (2005), categorías son aquellas que denotan un tópico en sí mismo; los tópicos emergen de los objetivos planteados en la investigación, de los cuales surgen las categorías apriorísticas relacionadas con el marco teórico y la propuesta didáctica en las diferentes fases.

La tabla 2 revela la relación entre el proceso de categorización y codificación y, a su vez, con los objetivos de investigación.



Objetivo General	Objetivos Específicos	Categorías Apriorísticas	Codificación
Describir el potencial de una propuesta didáctica fundamentada en la Realidad Virtual para el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular en los estudiantes de grado quinto del colegio Cooperativo Juan del Corral.	Identificar la apropiación de conceptos relativos a la comunicación celular a partir de la interacción con actividades de realidad virtual.	Apropiación de conceptos y relación entre ellos (conocimiento como lenguaje)	CAT1
	Conocer el papel del cuestionamiento en el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular.	Formulación de preguntas como evidencia de ASC	CAT2
	Valorar el aporte de la diversidad de estrategias materiales educativos para el Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular.	Aporte de la diversidad de materiales y estrategias educativas en la predisposición para el aprendizaje	CAT3

Tabla 2: Categorías apriorísticas, su relación con los objetivos y códigos

Con base en estas tres categorías apriorísticas, definidas por los investigadores, se hace el análisis de la información.

7.1 Apropiación de conceptos y relación entre ellos (conocimiento como lenguaje)

La designación de esta categoría apriorística se dio debido a que la mayor parte de actividades e instrumentos del ciclo didáctico incluyendo, desde luego, la VR, se orientaron a manifestar la apropiación y relación de conceptos de comunicación celular, las representaciones y cambios significativos generados de la implementación.

En consecuencia, en la fase exploratoria del ciclo didáctico, se hizo el sondeo de los conceptos previos que tenían los estudiantes, sobre la comunicación celular y para ello, primero se les formuló una pregunta:

¿Cómo crees que se comunican las células?

Y posteriormente se les pidió dibujar a dos células comunicándose.



Foto 1: dibujo de E1, dos células usando celular.

Facultad de Educación

Las respuestas y los dibujos de los estudiantes fueron diversos, hubo células usando celular (foto 1), la humanización de dos células “Celulina y Celulola” (anexo 2) o simplemente

cómo responde E2 las células se comunican “con el tacto”

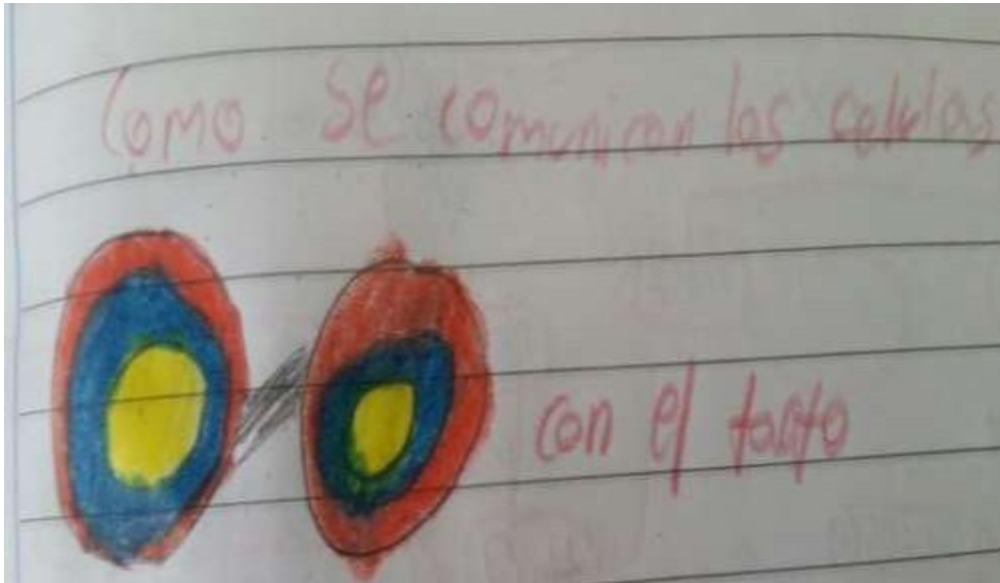


Foto 2: producción de la estudiante E2 sobre comunicación celular.

La búsqueda de relaciones y conceptos previos sobre comunicación celular en los 5 estudiantes muestra desde la evidencia, que en general la célula se representa circular y plana, excepto E1 que da forma esférica a la célula y E3 que se sale de la forma circular.

El total del caso dibuja el núcleo dando la importancia que este tiene, sin embargo, los demás orgánulos, como el retículo endoplasmático rugoso, no se diferencian de los nucléolos. Incluso la membrana plasmática y su bicapa lipídica, tan importante la comunicación celular endocrina, solo es tenida en cuenta por E2

Otra actividad que se hizo a modo de sondeo fue la ronda de concepto (ver anexos), donde, entre las nociones surgidas alrededor de la Comunicación Celular, abundaron las compañías telefónicas y las redes sociales.

Queda en evidencia al triangular las fuentes pre-implementación, que el caso no cuenta con nociones básicas de comunicación celular ni, desde luego, los conceptos asociados y esto lo manifestó, en su momento, un investigador en el diario de campo:

“En general se aprecia que los estudiantes no tienen ningún concepto asociados a la comunicación celular como tampoco conciben su importancia para el funcionamiento del organismo” (JD d2, p3).

Sin embargo, la célula como unidad y la presencia del núcleo son ideas previas importantes sobre lo que se puede construir ASC de la comunicación celular endocrina.

Posterior a la implementación de la RV, en la fase de síntesis y aplicación, se realizaron tres actividades que, a juicio de los investigadores, permiten contrastar con las evidencias iniciales en busca, no tanto de la evolución, sino de la apropiación y relación de los conceptos necesarios para una comprensión básica de la comunicación celular, que posibilite un ASC de la misma.

En la representación corporal a cada estudiante del caso le correspondió hacer un paso de la de comunicación celular. E5 debía personalizar el concepto de señal química y no lo realizó, según ella, porque le daba pena y, por el contrario, el estudiante E3, en el rol de mensajero, demostró apropiación en su papel respecto al proceso biológico, dando a conocer su función, importancia y participación.



En un diario de campo: “Los estudiantes del grupo del caso eligieron cada uno su rol y lo hicieron muy bien E3 se destacó como habló sobre su función y dijo que era una proteína

del organismo” (JC,D5, p1).

E3 también destacó en la actividad de los mapas mentales (foto 2), al relacionar solamente conceptos relevantes de comunicación celular, además de esto, pasó de personificar las células con diálogo humano para representar la comunicación celular (anexo 2), a dibujar una célula con orgánulos más o menos diferenciados, con receptores de membrana y señales entre las células (foto 3).



Foto 3: dibujo de E3 sobre comunicación celular posterior a la implementación

1 8 0 3



Los participantes del caso instrumental estudiado nunca habían trabajado mapas mentales y por ello, fueron presentados como una forma creativa de relacionar y dar lógica a conceptos y procesos. Se dieron las indicaciones con algunos ejemplos, para que cada estudiante



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



podiera relacionar conceptos de la comunicación celular que se presentaron en forma de nube de palabras con una proporción de 1:1 de conceptos ajenos, no trabajados en la clase y otros importantes para la comunicación celular.

Los mapas mentales de casi la totalidad de los estudiantes, sufrió la influencia de los ejemplos, aunque estos no fueren de un tema de la biología. Esta condición imposibilita revisar con confianza la relación que se dio entre los conceptos empleados para la realización del mapa mental, más, sí permite evidenciar el reconocimiento de conceptos necesarios para el entendimiento de la comunicación celular.

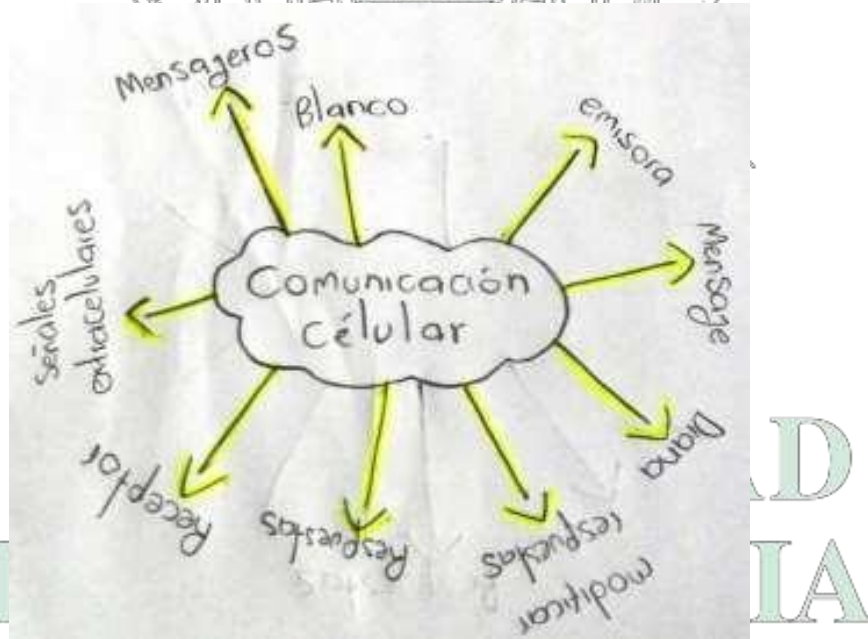


Foto 3: Mapa mental del estudiante E3, sobre la comunicación celular.

De los 5 estudiantes del caso, 4 realizaron mapas similares sin relaciones, de ellos E3, como se mencionó, usó solamente conceptos relevantes para la comunicación celular en su

mapa mental, los otros 4 incluyeron conceptos que poco o nada tienen que ver con la comunicación celular endocrina. Esta actividad se complementa con la mesa redonda, donde los estudiantes en general hablaron sobre la comunicación celular y la RV con más propiedad, usando conceptos y asociándolos, en ocasiones, dentro de los pasos de la comunicación celular; así quedó consignado:

“Se nota un cambio muy importante entre las primeras actividades y esta que hace parte de las últimas, en la parte conceptual los estudiantes ya utilizan términos como: célula diana, Receptor, mensaje” (JC, D4,P5,F3)

7.2 Formulación de preguntas como evidencia de ASC

Esta categoría, acopia el menor número de información y, con ello, de evidencia que permita dar cumplimiento al objetivo que la rige. En esta, el concurso de preguntas, que se realizó posterior a la implementación de la RV, y los cuestionamientos orales recogidos en los videos y los diarios de campo, son las fuentes que dan luz para el análisis de la categoría.

En el concurso de preguntas solo estuvieron 4 de los estudiantes del caso, por lo cual no sabemos que desempeño podría tener E2 en la construcción de preguntas. En este análisis, se trata de buscar cuando esas preguntas dieron lugar y condiciones, para evidenciar que se estaba aprendiendo significativamente y cuando no.

E5, quien ha sido siempre muy “participativa”, pero, en las actividades escriturales y de concentración, no tiene mucha disposición; en el concurso de preguntas tuvo un buen desempeño al inquirir por todos los conceptos asociados a la comunicación celular endocrina,

—incluyendo la proteína G (foto 5), sin embargo, E3 sigue mostrando apropiación no solo de conceptos sino del proceso del cual hacen parte, es más, una de las indicaciones, era la de construir una o más preguntas y E3 fue el único que lo hizo.

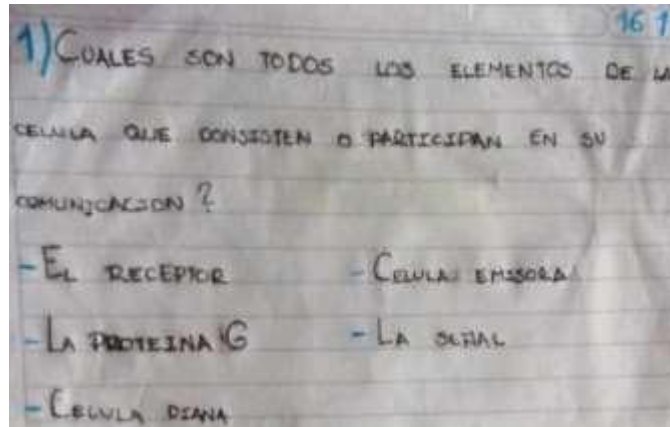


Foto 4: construcción de pregunta E5”

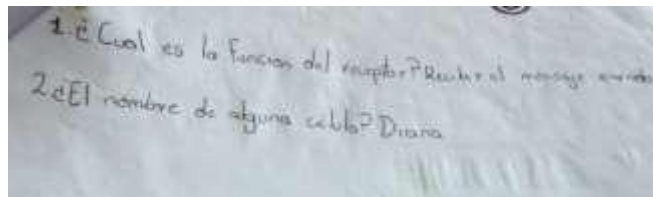


Foto 5: construcción de preguntas E3

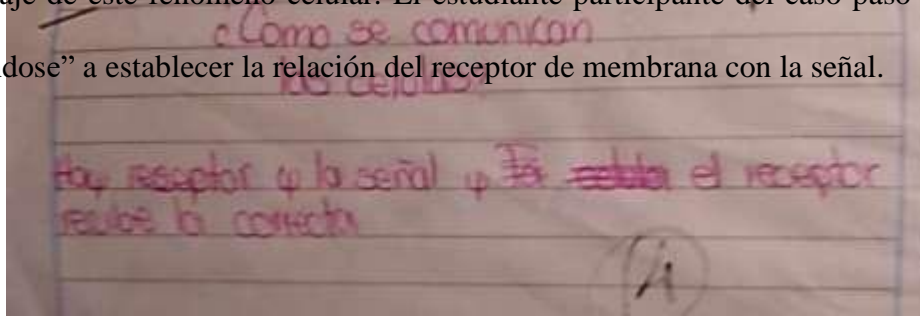
E3 al preguntar por la función del concepto, lo hace porque en su mente representa “un receptor, recibiendo el mensaje enviado”. Ninguno de los otros integrantes del caso, preguntó por funciones y/o procesos, haciendo posible pensar en un aprendizaje significativo de la comunicación celular y la integración del cuestionamiento, más, si se tiene en cuenta las evidencias de E3 en las otras categorías.

Ahora bien, en lo que atañe a la formulación de preguntas, todos los estudiantes del caso presentaron dificultades y es claro que, por dinámicas de tiempo en la implementación, la

Facultad de Educación

propuesta didáctica no alcanza a abordar la formulación y planteamiento de interrogantes, algo que influyó definitivamente en la relevancia de las preguntas realizados por el caso.

Hay que comentar en el análisis de esta categoría, la producción de E4, quien presenta, según valoración de profesionales de la institución, dificultades de aprendizaje que han hecho que su rendimiento en los diferentes cursos sea bajo. A pesar de, o mejor aún, gracias a que la pregunta con que participó E4, fue una transcripción de la pregunta que se expuso en la fase inicial del ciclo didáctico (foto 6), la respuesta de esta es contrastable; evidenciando que su percepción de la comunicación celular evolucionó e incorporó conceptos importantísimos para el aprendizaje de este fenómeno celular. El estudiante participante del caso pasó de responder “relacionándose” a establecer la relación del receptor de membrana con la señal.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Foto 6: E4 pregunta para el concurso.

1 8 0 3

Otra fuente importante de información para la categoría es la formulación de preguntas orales, que, en las filmaciones de clase, quedaron registradas.



Muchas fueron las inquietudes surgidas en el transcurso de la propuesta didáctica, pero, sin duda, fue en la interacción con la RV, donde surgieron las más significantes, la estudiante E1 manifiesta la sensación de sentirse en “la célula”; pregunta si ¿En realidad esto



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

Facultad de Educación

sucede en el cuerpo? A la cual, un investigador le recuerda que es una modelización, una representación de un proceso microscópico real que se da entre las células de nuestro organismo; su pregunta muestra el cuestionamiento por la realidad desde una simulación virtual, es una búsqueda por relacionar aquello nuevo que está experimentando con las nociones previas sobre la célula.

La significancia o no de estos interrogantes está dada en gran medida, por el instante en que se formula, pues es allí, en el momento mismo de la interacción con el fenómeno, donde el cerebro teje redes neuronales y se generan relaciones que hacen posible el ASC.

Para E3 la experiencia inmersiva presentada por *Molecule VR*, en principio no fue muy grata pues se sintió un poco confundido y preguntó con desánimo ¿Esto es una célula?, sin embargo, pasados unos pocos minutos y con algunas indicaciones logró identificar la membrana y las proteínas G y, posteriormente, pregunta al investigador que lo acompaña “las proteínas tienen otras formas, ¿cierto? El investigador le dice que las proteínas constituyen nuestro organismo y las hay de inmenso número de formas.

7.3 Aporte de la diversidad de materiales y estrategias educativas en la predisposición para el aprendizaje

Para que la experiencia inmersiva virtual, a escala celular, fuera comprendida por los estudiantes y posibilitara en ellos un ASC de la comunicación celular, se llevó a cabo en la Fase de Introducción Nuevos Conocimientos, una clase “tradicional” sobre comunicación celular endocrina con algunos recursos audiovisuales (foto 7).



Foto 7: Clase sobre comunicación celular uso del tablero previo al material multimedia.

Esta clase permitió, no solo propiciar el aprendizaje de la comunicación celular, sino también registrar las aptitudes y disposiciones de los estudiantes del caso en la clase “tradicional” y contrastarla con aquellas donde se usó la Realidad Virtual y rastrear si la implementación de esta, en el aula, favorece o no la predisposición de los estudiantes para el aprendizaje.

Para esto entonces, debemos discriminar aquellos casos que mostraron interés y predisposición en la mayor parte de actividades de la propuesta didáctica. Como la estudiante E1 a la que un investigador describió como “niña observadora, que interviene en las diferentes actividades (...) demostrando interés y motivación” y E3 del que ya se han desprendido varios análisis; este tipo de estudiantes no son apropiados para evidenciar cambios en la predisposición. Sí lo son, por el contrario, los otros tres constituyentes del caso y, muy en especial, E4 del que ya se habló un poco y del cual en un diario de campo se comenta:

Facultad de Educación

“El estudiante (...) el cual puede ser un posible caso de estudio según la docente cooperadora presenta problemas de aprendizaje y durante la clase se mantenía por fuera de su escritorio e interrumpe en repetidas ocasiones” (JC, D1,P1,F1)

En efecto, desde la fase de observación, se intuyó que este estudiante representaba un desafío para los investigadores y a la vez una buena posibilidad investigativos; fuertes deficiencias conceptuales, actitudinales y comportamentales, así lo evidenciaban.

Sin embargo y contrario a lo que se esperaba, el estudiante siguió con atención los pasos para ensamblar y personalizar sus visores *Cardboard*. Es claro que la RV lo motiva y quiere saber todo lo posible sobre esta y es justo eso lo que se espera en esta categoría; notar que la experiencia inmersiva generó en E4, una predisposición para el aprendizaje, la cual estuvo ausente en la mayor parte de la propuesta didáctica, y muy especialmente, en la clase teórica de comunicación celular endocrina como quedó evidenciado en el video donde se le ve todo el tiempo disperso con objetos que tiene en el pupitre o caminando y distrayendo a los otros estudiantes.

También en la mesa redonda se orientó el dialogo hacía la percepción que quedó en los estudiantes sobre el uso de la Realidad Virtual en la clase ciencias; todos los estudiantes manifestaron su gusto por la implementación. E4 manifestó “es muy bueno que nos enseñen de otras formas”. Así mismo E2 en la mesa redonda se mostró más dispuesto, lo que puede ser interpretado como un posible cambio actitudinal, ya que los investigadores concuerdan, en que E2 en las primeras actividades de la propuesta didáctica, todo lo asumía de manera hilarante y sarcástica; en la actividad que sirvió de cierre, se vio escuchando atento y seguro al hablar del tema, aunque su participación fue breve.

Facultad de Educación

E5 siempre llama la atención y desde que se habló de la propuesta de RV siempre estuvo interesada en instalar las apps en su smartphone y varias ocasiones abordó a los investigadores con nuevos juegos y aplicaciones para aprovechar las *Cardboard* que cuidadosamente pintó, en la implementación para el aprendizaje de la comunicación celular, siguió las instrucciones para el manejo de *Melecule VR*. Sin embargo, en las otras actividades de la propuesta didáctica poco atendió o participó, como lo recoge en su diario un investigador:

“Para la actividad de mesa redonda donde se hacen reflexiones en torno a lo aprendido, la estudiante E5 no participa, solo manifiesta una actitud de escucha y una postura corporal que indica incomodidad frente a la actividad.” (JC,D8,P1,F)

Toda esta evidencia tan dicente, es interpretada como prueba de que la diversidad estratégica, aporta a la predisposición, la cual es base para la consecución de un ASC en ciencias.



8. Conclusiones

Se reconoce que hubo una apropiación de conceptos relacionados con el tema de estudio, en la medida que se partió de escasas ideas de biología celular y en las actividades finales la totalidad del caso hacía uso de términos asociados a la comunicación celular endocrina.

La relación de conceptos, necesaria para el desarrollo del principio del conocimiento como lenguaje, no se logró en más que uno de los cinco estudiantes que constituían el caso instrumental.

La formulación de preguntas evidenció el reconocimiento y apropiación de conceptos, sin ser esto, necesariamente indicio de ASC.

La pregunta fue desaprovechada en la implementación, en parte porque ya desde la formación escolar se desconoce el rol del cuestionamiento en el Aprendizaje Significativo.

La totalidad del grado quinto, incluyendo el caso, manifestaron su agrado ante la RV como estrategia, y la gran mayoría dejó ver un aumento en la predisposición para el aprendizaje de la comunicación celular.

Queda claro para los investigadores y futuras investigaciones que implementen RV en la clase ciencias, que el potencial está en el andamiaje teórico y metodológico que



Facultad de Educación

permite la comprensión de la experiencia inmersiva y teje relaciones y representaciones de la realidad desde lo virtual.

Por último, se recomienda, vincular la RV a las demás áreas del saber, son muchos los recursos libres disponibles para estas y con ello los estudiantes obtendrán pericia y se podrá aprovechar aún más el potencial de esta asequible tecnología.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Facultad de Educación



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



9. Bibliografía

- Alcañiz, M. Real Time Changing Virtual Environments: A New Tool for Virtual Therapy (Medical Image Computing Laboratory – UPV).
- Burdea, G. C. & Coiffet, P. (2003) Virtual Reality Technology (second edition). Ed. Wiley. New York
- Chad, G. & Walker, E. (2001). Game Modeling Using Low Polygon Techniques.. Ed. Charles River Media.
- Cruz-Neira, C.; Sandin, D. J.; Defanti, T. A. SurroundScreen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE. Electronic Visualization Laboratory (EVL). The University of Illinois at Chicago.
- Engel, K. Real Time Volume Graphics. 2006. Ed. A K Peters.
- IEEE Computer Society. Real Time Interaction with Complex Models. 2007
- Incera, D. JOSÉ A. (2007). Nuevas Interfaces y sus Aplicaciones en las Tecnologías de Información y Comunicación. Laboratorio de Redes Avanzadas. Instituto Tecnológico Autónomo de México.
- Kaufmann, H. General Training of Spatial Abilities by Geometry Education in Augmented Reality General. Group Vienna University of Technology.
- González-Morán, M. G. (2005). Comunicación celular. Transducción de señales acopladas a proteínas G heterotriméricas. Educación química, (ario), 208-216.
- Gutiérrez M. A; Frédéric Vexo; D. T. Stepping into Virtual Reality (2008). Ed. Springer.
- Shirley, P. Fundamental of Computer Graphics. Second edition. 2005. Ed. A K Peters.
- Stampe, D. Realidad Virtual, Creaciones y Desarrollo. 1993. Ed. Anaya Multimedia.
- Cisterna, F (2005). “Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa”. Revista Theoria Vol 14 Número 001, Chile, Universidad del Bío-Bío.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Area Morelia, M. (2010). El proceso de integración y uso pedagógico de las TIC. Obtenido de
Revista educación: http://www.revistaeducacion.educacion.es/re352/re352_04.pdf



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



—Bustamante, O. (2013). Colegios digitales, para mejorar el aprendizaje. El mundo.com, pág. **Facultad de Educación**
http://www.elmundo.com/portal/vida/educacion/colegios_digitales_para_mejorar_el_aprendizaje.php#.VRwR9fyG-QV.

Talero, N. M., & Benítez, R. U. (2014) “ideas para mi mundo” un espacio de reflexión y socialización de experiencias en la enseñanza de la biología encaminado al Aprendizaje Significativo Crítico. Un abordaje desde la investigación acción. Biografía, 987-995.

Chulak, L., Branchet, L., & Mendeluk, P. (2013). TEDxRiodelaPlata Educación. Obtenido de Testimonios docentes y alumnos:
<https://www.youtube.com/watch?t=114&v=U2iNBOEF8iM>

Coll, C & Rodríguez, J. (2008). Alfabetización, nuevas alfabetizaciones y alfabetización digital: las TIC en el currículo escolar. Colección: PSICOLOGÍA, capítulo XIV, p 325- 345.

Cónsul, M. D. (2001). Aprendizaje basado en problemas: Método ABP. Obtenido de <http://educra.cl/aprendizaje-basado-en-problemas-el-metodo-abp/>

Contenidos Medusa. (s.f.). Obtenido de [gobierno de canarias.org](http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/4/Medusa/GCMWEB/Code/Recursos/DetalleRecurso.aspx?IdNodo=1514):
<http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/4/Medusa/GCMWEB/Code/Recursos/DetalleRecurso.aspx?IdNodo=1514>

Cuartas Ramírez, D., & Ocampo Areiza, M. (2015). Gerencia de Proyectos Maestría en TIC. noviembre de 2015. Obtenido de Gerencia de Proyectos. Maestría en TIC. Noviembre de 2015
https://auladigital.upb.edu.co/pluginfile.php/255973/mod_resource/content/6/RS%20Gerproytecina%20MTIC%20201542.pdf

Duquesne y Rodriguez. (2007). Herramientas para la producción de materiales didácticos para las modalidades de enseñanza semipresencial y a distancia. Obtenido de ACIMED:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000800008

EDUCREA. (s.f.). EDUCREA. Obtenido de Importancia de las TIC en la educación básica regular: <http://educra.cl/importancia-de-las-tic-en-la-educacion-basica-regular/>



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

EDUTEC. (junio de 2.013). Revista Electrónica de Tecnología Educativa. Obtenido de
Facultad de Educación
aprendizaje a través de proyectos colaborativos:

http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec44/pdf/Edutec-e_n44-Basilotta-Herrada.pdf

EDUTEKA. (25 de 01 de 2003.). MITICA - Modelo para Integrar las TIC al Currículo Escolar.

Obtenido de Eduteka: <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=8&idSubX=234>

Estudios virtuales. (marzo de 2.007). Estudios virtuales. Obtenido de

<http://hojavirtual.blogspot.com.co/2007/03/definicion-del-laboratorio-virtual.html>

Farré, I. (s.f.). psicologiadelaprendizaje808.wikispaces.com/. Obtenido de

<https://psicologiadelaprendizaje808.wikispaces.com/file/view/word-TP2estelacayuman-pdf.pdf>: <https://psicologiadelaprendizaje808.wikispaces.com/file/view/word-TP2estelacayuman-pdf.pdf>

Fleck, S., and Martin H. (2016). "Making Tangible the Intangible: Hybridization of The Real And The Virtual To Enhance Learning Of Abstract Phenomena". Frontiers in ICT 3.

Garrido, E. (2008). Vivir con sentido 8. Ingenio Editorial Ltda. Colombia. 210p.

Gauthier, Jean-Marc. (2005). Diseño animado interactivo en 3D. Ed. Anaya Multimedia.

Glinz Férez, P. (2005). Reviste ibero Americana . Recuperado el 27 de noviembre de 2015, de Reviste ibero Americana: http://www.rieoei.org/rec_dist6.htm

Gobernación de Antioquia (2011). Antioquia digital. Obtenido de Línea estratégicas - La educación como motor.

González-Morán, M. (2005). Transducción De Señales Acopladas A Proteínas G Heterotriméricas. Educación Química, 16, 208-215. Obtenido de:

<http://educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf901.pdf>

Graciela Paula, C. (2014). Zona de desarrollo Próximo. Obtenido de:

http://vigotsky.idoneos.com/293538/8_0_3

Higuita, O. (2011). Ovas y avas herramientas de aprendizaje. Obtenido de Blogger:

http://aprendizaje-ovas-avas.blogspot.com/2011_03_01_archive.html

Jiménez Borja, J. (2011). Aspecto mundial nacional y local. Obtenido de Slideshare:

<http://www.slideshare.net/claross/las-tics-en-primaria?related=1>



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Jimenez Gámez, J. L., & Rueda Hernández, L. (2011). Los simuladores virtuales como

Facultad de Educación Obtenido de los simuladores virtuales como estrategia



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Jiménez, M. G. (s.f.). Trabajo cooperativo. Obtenido de <http://especializacion.una.edu>:
<http://especializacion.una.edu.ve/Telematicaeducativa/paginas/Lecturas/UnidadIII/TCEV.pdf>

José M., S. (10 de marzo de 2013). actualidadpedagogica.com. Obtenido de Actualidad pedagógica: http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/

Kozak, D. (2.001). Revista Iberoamericana de Educación. Obtenido de las TIC en el aula: el proyecto aulas en red: <http://www.rieoei.org/deloslectores/610Kozak.pdf>

Cano Pulgarín, L. G. (2015) Diseño de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa para el aprendizaje del concepto de célula eucariota en el grado séptimo de la Institución Educativa El Pedregal del municipio de Medellín. <http://www.bdigital.unal.edu.co/47768/#sthash.22f1ZBMs.dpuf>

Cano Vera, P. (2016) Propuesta didáctica mediada por procesos de evaluación en el área de biología para la promoción del aprendizaje significativo crítico en los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Cisneros - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52858/#sthash.tSQAfJbJ.dpuf>

Soto García, Y. C. (2016) Diseño de un proyecto de aula para el aprendizaje significativo crítico de los principios básicos de la genética, dirigido a estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Yermo y Parres, Medellín. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52861/#sthash.b0PuhjtP.dpuf>

López Camacho, C. E. (2014) Implementación de la guía de aprendizaje como estrategia para mejorar las competencias científicas en el estudio del concepto de célula en el grado sexto de la institución educativa Leopoldo Pizarro González en el municipio de Miranda Cauca. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. - See more at: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12890/#sthash.aAludwTv.dpuf>

López García, J. (2004). EDUTEKA. Obtenido de EDUTEKA:
<http://www.eduteka.org/Editorial19.php>



López García, J. C. (2009). MITICA – Modelo para Integrar las TIC al Currículo Escolar.

Facultad de Educación

Obtenido de Eduteka: <http://www.eduteka.org/modulos.php?catx=8&idSubX=251>

Marchesi, Á. (s.f.). La integración de las TIC en la escuela. Obtenido de mec innovación ciencia tecnología: <http://www.dicyt.gub.uy/dcc/data/material/IntegracionTIC.pdf>

Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011) "Educational Virtual Environments: A Ten-Year Review Of Empirical Research (1999–2009)". Computers & Education 56.3: 769-780.

MINTIC. (2009). Plan nacional Decenal de educación PNDE. Obtenido de ¿Qué es el Plan ¿Nacional Decenal de Educación 2006 -2016?: http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-166057_resumen.pdf

Molla, M. (2013). De las TICs a las TACs : la importancia de crear contenidos educativos digitales. Didáctica, innovación y multimedia, Núm. 27 (diciembre 2013), p. 1-15

Negroponte, N. (1995). El mundo digital. Ediciones B.

Pérez Martínez, F. J. (2006). La Tecnología de la Realidad Virtual: Hoy y Mañana. Ciclos Complutenses Ciencia y Tecnología.

Perez, M. (s.f.). La importancia del trabajo en equipo. Obtenido de EWOW: http://www.ehowenespanol.com/importancia-del-equipo-info_453816/

Pierini, L. (2013). Cinco propuestas de integración TIC en Ciencias Naturales para primaria. Educar, Colombia, P. N. (01 de 03 de 2008). Renovación pedagógica y uso de las TIC en educación. Obtenido de Eduteka: <http://www.eduteka.org/PlanDecenal.php>

Programa digital. (s.f.). Obtenido de Antioquia la más educada: http://www.tareanet.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=6000:programa-antioquia-digital&catid=110:antioquia-digital-contenido&Itemid=109

Retamal Vallejos, N. G. (s.d de 01 de 2.012). Influencia de las nuevas tecnologías en el rendimiento de alumnos. Obtenido de El rincón del vago: <http://html.rincondelvago.com/influencia-de-las-nuevas-tecnologias-en-el-rendimiento-de-alumnos.html>

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 7 N°1 (2008). (2008). Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de



Química en formación: un estudio piloto. Obtenido de Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de Química en formación: un estudio piloto:

http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART1_Vol7_N1.pdf

Rodarte Ramírez, R. (13 de 11 de 2.014). Uso de las TIC en los profesores de tiempo completo de la Licenciatura. Obtenido de Maestría en Investigación Educativa - Universidad:
http://www.uv.mx/mie/files/2012/10/Tesis_Ricardo-Rodarte-Ramirez.pdf

Romero, F. (2013). Educación virtual, Carlos Augusto Hernández [archivo de video].
Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=c9GSYkuoavQ&t=3s>

Sacristán, A. (1990). www.artfutura.org/v2/pasteditions.php?idcontent=8&mb=2

Salanova Sánchez, E. (s.f.). La motivación en el aprendizaje. Obtenido de La motivación en el aprendizaje: <http://www.uhu.es/eine.educacion/didactica/0083motivacion.htm>

Servicio de Innovación Educativa. (2.008). Servicio de Innovación Educativa. Obtenido de Aprendizaje basado en problemas:
http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf

Toledano, A., Álvarez, M. I., & Toledano-Díaz, A. La comunicación celular, fundamento de la vida. Acta (revista en internet) Instituto Cajal, CSIC, Madrid. Consultado, 30.

Trindade, J., Fiolhais, C. and Almeida, L. (2002), Science learning in virtual environments: a descriptive study. British Journal of Educational Technology, 33: 471–488.

Villegas, P; Zuluaga, M. (s.f.). Procesos de la autorregulación del aprendizaje desde la Cátedra Universitaria.



10. Anexos

**FASES DEL CICLO
DIDÁCTICO**

**ACTIVIDADES PARA LA TOMA DE
EVIDENCIAS**

De exploración o de
Explicación inicial

10 preguntas necesarias R
¿Cómo crees que se comunican las células?
dibujo células comunicándose
Ronda de conceptos.

Fase de Introducción de
Nuevos Conocimientos

Ensamble de la Google Cardboard.
Clase sobre comunicación celular endocrina.

Fase de Estructuración y
Síntesis de los Nuevos
Conocimientos

Uso de la RV
Concurso de preguntas
Narración de una visita al mundo de la célula.

Fase de Aplicación

Mapa mental con los conceptos claves de la
comunicación celular.
Mesa redonda: reflexiones en torno a lo aprendido.

**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3



Escenario del Ciclo Didáctico (¿Dónde? ¿Cuándo?)

Lugar	Salón de clase del Grado 5to del Colegio Cooperativo “Juan Del Corral”.
Duración	Aprox. 5 sesiones de 2 horas (10h)

Detalles del Ciclo Didáctico (¿Cómo?)

Metodología de Aprendizaje Este Ciclo Didáctico, es de carácter constructivista y es entendido a la luz de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico de Marco Antonio Moreira.

Procedimientos Instruccionales (Cuatro fases según Jorba & Sanmartí 1996)

Fase de Exploración o de Explicación inicial

Tiempo	Actividades del estudiante	Actividades del practicante	Medios y recursos Didácticos	Instrumentos de recolección de Datos
1 ½ hora	Interiorización del trabajo a desarrollar en campo. sus cuatro fases. Formular preguntas. Asimilar desde una mirada científica y crítica, los entornos virtuales y comprender y su potencial para la educación y en este caso para la aprendizaje de la comunicación celular. Leer atentamente el y asumir una responsable y crítica, para usar Cardboard.	Presentación del Ciclo didáctico 10 preguntas necesarias, demostración proyectada de una experiencia virtual, lista de apps útiles presentación de Molecule VR la plataforma que usaremos para conocer la célula. Diseño de plegable con información relevante para poder dar un uso responsable y crítico a la Realidad Virtual.	Presentación en ppt, videos YouTube	Registro en el diario de
Tiempo	Actividades del estudiante	Actividades del practicante	Instrumentos y recursos Didácticos	Instrumentos de recolección de datos
1 hora	Responder: ¿Cómo crees que se comunican las células? Has un dibujo en el que dos células se estén comunicando	Acompañar la actividad así como ajustar los medios para la clase	Modelos, animaciones, fotos, diapositivas y demás necesarios para desarrollar la clase.	Respuestas a pregunta abierta y dibujos.



1 hora	Ronda de conceptos: los estudiantes, saldrán por turnos a escribir en el tablero, alrededor de un concepto clave, otros que se relacionen. Construcción de frases: en equipos elegir mínimo 3 conceptos y escribir una frase que los articule.	Descripción y acompañamiento durante la actividad. Poner en el tablero el concepto de “Comunicación Celular”. Recoger la producción escrita para su posterior contrastación.	Tablero y concepto clave escrito de manera clara en papel Iris.	Registrar en diario de campo, en fotos y en video. Producción escrita
--------	---	---	---	--

Fase de Introducción de Nuevos Conocimientos

Tiempo	Actividades del estudiante	Actividades del practicante	Instrumentos y recursos Didácticos	Instrumentos de recolección de Datos
1 ½ hora	Doblar, ensamblar y personalizar la Google Cardboard.	Guiar el ensamble de Cardboard mientras se verifica el porcentaje de compatibilidad de los smartphones.	Cardboards (cartón base, lentes e imanes) temperas, crayolas, tijeras, videos tutoriales y mucha creatividad.	Registro en video, fotos y diario de campo.
½ hora	Atender las instrucciones para la instalación de la app en los smartphone.	Realizar la prueba e instalar Molecule VR.	Smartphones, Cardboards, acceso a internet.	Registro en diario de campo, en video y fotos. Hojas de respuesta para contrastación
Tiempo 1½ hora	Actividades del estudiante Participar activamente en el desarrollo de la clase y apropiarse de los conceptos y la metodología necesaria para la consecución del Aprendizaje Significativo Crítico de la comunicación celular.	Actividades del practicante Ajustar los medios para la clase. Construir, junto con los estudiantes, una clase comunicación celular, que sea amena y participativa.	Instrumentos y recursos Didácticos Modelos, animaciones, fotos, diapositivas y demás necesarios para desarrollar la clase.	Instrumentos de recolección de datos Registro en diario de campo, en video y fotos.

Fase de Estructuración y Síntesis de los Nuevos Conocimientos



Tiempo	Actividades del estudiante	Actividades del practicante	Instrumentos y recursos Didácticos	Instrumentos de recolección de datos
½ hora	Teniendo en cuenta las normas de seguridad y los compromisos metodológicos harán uso de Molecule VR.	Dejar en claro el plan de trabajo y orientar la implementación hacia la consecución del aprendizaje de la comunicación celular.	Smartphones, Cardboards. Espacio libre de objetos delicados y/o peligrosos.	Registro en diario de campo, en video y fotos.
½ hora		Mediación de la actividad.	Espacio libre de objetos delicados y/o peligrosos	Registro en diario de campo, en video y fotos.
½ hora	Teniendo en cuenta las normas de seguridad y los compromisos metodológicos harán uso de Molecule VR.	Dejar en claro el plan de trabajo y orientar la implementación hacia la consecución del aprendizaje de la comunicación celular.	Smartphones, Cardboards. Espacio libre de objetos delicados y/o peligrosos.	Registro en diario de campo, en video y fotos.
½ hora	A modo de cuento, narrar una visita al mundo de la célula donde se muestre cómo se comunican.	Mediación de la actividad.	Hojas y lapices.	Hojas con las narraciones.

Fase de Aplicación

Tiempo	Actividades del estudiante	Actividades del practicante	Instrumentos y Recursos Didácticos	Instrumentos de recolección de datos
½ hora	Dividir el grupo en equipos y asignarles una representación de una parte del proceso de comunicación celular.	Breve explicación y ejemplificación de una representación		Fotos diario de campo.
½ hora	Mapa mental con los conceptos claves de la comunicación celular.	Acompañar la realización de los mapas mentales.	Hojas de block, lápices y lapiceros.	Mapas mentales.
¾ hora	Dispuestos en mesa redonda, estudiante debe formular preguntas, reflexiones y conclusiones, para retroalimentar el debate.	Acompañamiento y mediación de la discusión.		Registro en diario de campo, en video y fotos.

Preguntas necesarias

- 1.- ¿Qué es la Realidad Virtual? Es un entorno generado por un dispositivo informático. El usuario se sumerge dentro de este entorno por medio de unas gafas o cascos de Realidad Virtual.
2. ¿En qué se usa? Medicina y salud, educación, programas militares, entretenimiento arquitectura, entre otros.
3. ¿Cómo funciona la Realidad Virtual? Se necesitan dos dispositivos esenciales: las gafas que contienen la pantalla que envolverá los ojos, y el dispositivo informático que generará el entorno virtual (un ordenador, una consola o un smartphone). Las lentes, amplían el ángulo de visión, generando la sensación de que la pantalla abarca todo tu campo visual. El dispositivo informático genera dos imágenes diferentes, una para cada ojo, produciendo un efecto 3D similar al de las películas 3D.
4. ¿Se puede usar en clase? La Realidad Virtual, como muchas herramientas tecnológicas, tienen un potencial educativo que puede ser de gran ayuda para la adquisición de aprendizajes. Google ha desarrollado una plataforma virtual para la educación y en la actualidad capacitan instituciones para el aprovechamiento de esta tecnología en el aula
5. ¿con qué experimentaremos la RV? Cardboard fue lanzada en 2013 y fue pensada para ser una tecnología de bajo costo, ecológica, de fácil manejo y que pudiera ser usada por millones de personas en el mundo. Estas gafas nos dan un primer acercamiento a una experiencia inmersiva en Realidad Virtual.
6. ¿Qué clase de celular nos sirve? Cualquier Smartphone que pueda descargar e instalar en “Google Play Store” la aplicación “Cardboard”.
7. ¿Es seguro para los ojos? Es cierto que colocarse unas pantallas a unos centímetros de los ojos impone respeto, pero hay que tener en cuenta que las pantallas creadas para la realidad virtual utilizan tecnología OLED que emite una luz propia de baja intensidad. Además las lentes situadas entre los ojos y la pantalla actúan de escudo protector.
8. ¿y qué vamos a aprender? Si bien son múltiples las posibilidades de aprendizajes, en el marco del proyecto de investigación aprenderemos sobre la comunicación celular, gracias a la app Molecule VR
- 9 ¿Qué precauciones tener?
 - Asegurar el smartphone al visor y para evitar caídas.
 - Prestar siempre atención a tu alrededor.



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Asegurarse de no estar cerca de objetos, escaleras, balcones, ventanas u otros obstáculos con los que pueda tropezar o derribar.

- Nunca usar el visor en situaciones que precisen atención como caminar, andar en bicicleta o conducir.
- Suspender el empleo del visor si experimenta cualquiera de los siguientes síntomas: Mareos, malestar en la cabeza o los ojos, anomalías visuales, desorientación, trastornos del equilibrio o fatiga.

10. ¿Qué apps y recursos son útiles?

- Google Cardboard
- Google Expeditions
- Google Earth
- Youtube Videos 360°
- Molecule VR



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

1 8 0 3



Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PADRES O ACUDIENTES DE ESTUDIANTES

Yo _____
yo _____ o
yo _____
mayor de edad,
 madre, padre, acudiente o representante legal del estudiante

de _____ años de edad, he (hemos) sido informado(s) acerca de la realización del trabajo investigativo: **Realidad Virtual Para el Aprendizaje Significativo Crítico de la Comunicación Celular**, en el marco de la práctica pedagógica, de la facultad de educación de la Universidad de Antioquia, el cual se requiere para que el docente en formación adquiera el título de Lic. En ciencias Naturales y Educación ambiental.

Para la participación de Mi hijo(a) en esta investigación educativa, entiendo (entendemos) que:

- ⓐ No habrá ninguna sanción para (nuestro) hijo(a) en caso de que no autoricemos su participación.
- ⓑ La implementación de la Realidad Virtual, requiere la adquisición de las gafas Cardboard, que tienen un costo de \$11.000.
- ⓒ Los practicantes harán la gestión para la compra y mi hijo(a) quedara en posesión de las gafas Cardboard, las cuales podrán ser usadas en futuras clases con fines educativos.
- ⓓ Mi (nuestro) hijo(a) en esta investigación o los resultados obtenidos por los investigadores no tendrán repercusiones o consecuencias en sus actividades escolares, evaluaciones o calificaciones en el curso.
- ⓔ La identidad de mi (nuestro) hijo(a) no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la implementación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación y como evidencia de la práctica pedagógica del docente en formación.
- ⓕ Las entidades a cargo de la práctica y los investigadores garantizarán la protección de las imágenes de mi (nuestro) hijo(a) y el uso de las mismas, de acuerdo con la normatividad vigente.

Atendiendo a la normatividad vigente sobre consentimientos informados, y de forma consciente y voluntaria

DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO NO DOY (DAMOS) EL CONSENTIMIENTO para la participación de mi (nuestro) hijo (a) en el proyecto de investigación de la práctica pedagógica.

Lugar y Fecha:

FIRMA MADRE
CC/CE:

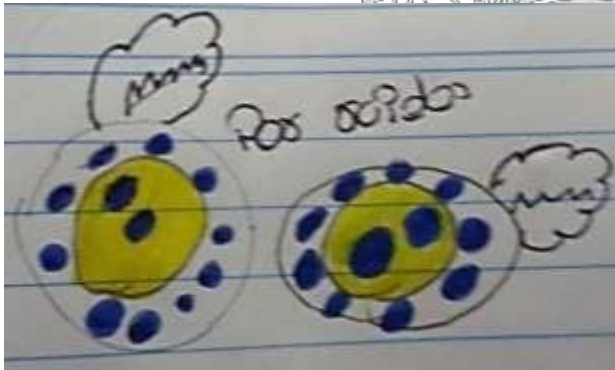
FIRMA PADRE
CC/CE:



11. Evidencias

Categoría uno: Apropriación de conceptos y relación entre ellos (conocimiento como lenguaje)

SABERES PREVIOS



APROPIACION DEL CONCEPTO





Categoría dos: Formulación de preguntas como evidencia de ASC





una célula y digo sera q' todavía estoy
 viviendo.
 luego vio una célula pasaban demasiado rapido
 y vio el receptor y digo como funcionaba eso
 y mas adelante vio como funciona era tan
 extraordinario q' aun pensaba que estaba sonando
 y vio como el receptor rechazaba a algunas
 y otras las recibia el mensajero que empujaba
 eran pequeños peptidos, aminoacidos, oxido nitrico
 etc.
 Hay estaba pensando en su padre que avia
 muerto y su padre avia querido eso desde
 pequeño y digo voy a alcanzar todo lo que
 me proponga y salio de su hermana porque
 vio todo lo que necesitaba cuando salio
 digo voy hacer un gran bacteriologo cuando
 crecio fue un bacteriologo y decidio compartir
 toda esa historia era tan famoso que salia hasta
 en los periodicos y Pedro alcanzo su meta



5 Grupo 3 167116

1) CUALES SON TODOS LOS ELEMENTOS DE LA CELULA QUE CONSISTEN O PARTICIPAN EN SU COMUNICACION?

- EL RECEPTOR
- LA PROTEINA G
- CELULA DIANA
- CELULA EMISORA
- LA SEÑAL





Imágenes proyectadas desde la *Cardbard*

