

INTEGRACIÓN DE SOFTWARE DE SIMULACIÓN EN EL PROCESO DE  
ENSEÑANZA DE LA CÉLULA, SU ESTRUCTURA Y FUNCIÓN PARA EL  
DESARROLLO DE UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CRÍTICO

VANESSA ARIAS GIL

DEISY CAROLINA SILVA MUÑOZ

KATERIN JOHANA VALENCIA POSADA

Dra. SONIA YANETH LÓPEZ RÍOS

ASESORA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN TIC PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

LICENCIATURA EN EDUCACION BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS

NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MEDELLÍN

2012

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE GRAFICAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE ANEXOS.....	6
PRESENTACIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
OBJETIVO GENERAL:.....	25
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	25
ESTADO DEL ARTE.....	27
NÚCLEOS TEMÁTICOS.....	28
PALABRAS CLAVES.....	28
RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	31
PRINCIPALES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	32
EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL TEMA.....	35
ANÁLISIS POR NÚCLEO TEMÁTICO.....	53
PERSPECTIVAS GENERALES.....	62
MARCO TEÓRICO.....	66
TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: LA DINÁMICA DE LA ENSEÑANZA- APRENDIZAJE DESDE UNA PERSPECTIVA COGNITIVA.....	66
TIPOS DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	71
- <i>Aprendizaje de representaciones:</i> .....	72
- <i>Aprendizaje de conceptos</i> .....	72
- <i>Aprendizaje de proposiciones</i> .....	72
PRINCIPIOS FACILITADORES DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	74
- <i>Diferenciación progresiva</i> .....	74
- <i>Reconciliación integradora</i> .....	75
- <i>Organización secuencial</i> .....	76
- <i>Consolidación</i> .....	76
MANIPULACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA COGNITIVA DEL APRENDIZ: LOS ORGANIZADORES PREVIOS.....	77
- <i>Organizador previo</i> .....	77
CONDICIONES PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	78
DIFERENCIA ENTRE EL SIGNIFICADO LÓGICO Y EL PSICOLÓGICO.....	79

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

ASPECTOS A RETOMAR DE ESTA TEORÍA DE APRENDIZAJE.....	80
TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CRÍTICO: DE LAS BASES TEÓRICAS Y LAS PREMISAS FUNDAMENTALES.....	83
LA ENSEÑANZA COMO ACTIVIDAD SUBVERSIVA ORIENTADA HACIA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PENSAMIENTO CRÍTICO.....	84
- <i>El cuestionamiento desde una mirada epistemológica</i> .....	87
- <i>La diversidad de los materiales educativos y el Aprendizaje Significativo Crítico</i> .....	89
- <i>Aprendiz como perceptor-representador</i> .....	90
- <i>El conocimiento como lenguaje</i> .....	90
- <i>La conciencia semántica</i> .....	91
- <i>Principio del aprendizaje por error</i> .....	94
- <i>Principio del desaprendizaje</i> .....	94
- <i>Principio de la incertidumbre del conocimiento</i> .....	95
- <i>Diversidad de estrategias de enseñanza</i> .....	96
ASPECTOS QUE SE RETOMAN DE LA TASC.....	96
RELACIÓN ENTRE REFERENTES TEÓRICOS.....	98
DISEÑO METODOLÓGICO.....	102
ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	102
TIPO DE ESTUDIO:.....	103
PROPUESTA DIDÁCTICA:.....	108
HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.....	154
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	159
PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	161
- <i>Proceso de categorización y codificación:</i> .....	161
- <i>Proceso de interpretación:</i> .....	165
- <i>Proceso de triangulación:</i> .....	165
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	168
SÍNTESIS DE RESULTADOS.....	363
CONCLUSIONES.....	368
RECOMENDACIONES.....	370
REFERENCIAS.....	372
ANEXOS.....	375

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TOTAL REVISTAS REVISADAS.....	32
Tabla 2. Tesis analizada.....	34
Tabla 3. Memorias de eventos analizadas.....	34
Tabla 4. Resultados obtenidos por núcleo temático.....	37
Tabla 5. Reportes de investigación analizados.....	39
Tabla 6. Principales reflexiones.....	47
Tabla 7: propuesta didáctica.....	152
Tabla 8: proceso de categorización.....	164
Tabla 9: categorías y subcategorías apriorísticas y emergentes.....	168
Tabla 10: escala de valoración cualitativa para la capacidad argumentativa.....	169
Tabla 11: escala de valoración cualitativa para la capacidad de formular preguntas.....	170
Tabla 12: escala de valoración para el cumplimiento de los objetivos.....	171

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1. Revistas revisadas por número de artículos encontrados en cada una.....	33
Grafica 2. Evolución de los artículos encontrados por año para las categorías de análisis en general.....	36
Grafica 3. Número de artículos encontrados por cada núcleo temático.....	37
Grafica 4: relación entre referentes teóricos.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1: organización conceptual sobre la célula del E1.....	185
Fig. 2: representaciones de la célula del E1 en la fase inicial.....	188
Fig. 3: representaciones de la célula del E1 en la fase final.....	189
Fig. 4: organización conceptual sobre las plantas del E2.....	199
Fig. 5: organización conceptual sobre la célula del E3.....	217
Fig. 6: organización conceptual sobre el sistema solar del E5.....	241
Fig. 7: representaciones de la célula del E5 en la fase final.....	246
Fig. 8: representaciones de la célula del E6 en la fase inicial.....	268
Fig. 9: representaciones de la célula del E6 en la fase final.....	269
Fig. 10: representaciones de la célula del E7 en la fase inicial.....	278

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Fig. 11: organización conceptual sobre el sistema solar del E7.....	287
Fig. 12: representaciones de la célula del E7 en la fase final.....	294
Fig. 13: representaciones de la célula del E8 en la fase inicial.....	309
Fig. 14: representaciones de la célula del E8 en la fase final.....	310
Fig. 15: organización conceptual sobre el sistema solar del E9.....	328
Fig. 16: organización conceptual sobre la célula del E10.....	348
Fig. 17: representaciones de la célula del E10 en la fase inicial.....	357
Fig. 18: representaciones de la célula del E10 en la fase final.....	358

#### ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Taller indagación ideas previas e indagación de aprendizajes.....	376
Anexo 2: quiz tamaños y formas celulares.....	378
Anexo 3: quiz composición interna de la célula: organelas celulares.....	381
Anexo 4: plantilla para la organización de la información de cada estudiante.....	382

## PRESENTACIÓN

Reconociendo la importancia que representan las TIC en la sociedad actual, y el interés creciente de la educación por aprovechar sus potencialidades, se diseñó una propuesta de enseñanza basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, en la que se hizo uso de simulaciones computacionales con el fin de valorar la contribución que estas podían tener en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función, considerado un tema de difícil comprensión para los estudiantes, por razones como la falta de materiales potencialmente significativos para apoyar dicho proceso; argumento recurrente en investigaciones revisadas en el estado del arte de esta investigación, que aportaron numerosas publicaciones referentes al uso de TIC para la enseñanza de las ciencias, pero pocas en las que se aborde el uso de simulaciones para la enseñanza de la biología como tal y en relación con el aprendizaje significativo crítico.

La investigación tiene fundamento epistemológico en los planteamientos de Bachelard y Toulmin; además, como marco teórico los constructos de autores como David P. Ausubel y Marco Antonio Moreira, de los cuales se retomaron aspectos fundamentales como la diferenciación progresiva, la organización secuencial, la consolidación y cuatro de los principios facilitadores de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, a saber: principio de la interacción social y del cuestionamiento, principio de la no centralización en el libro de texto, principio de la conciencia semántica y principio de la no utilización de la pizarra.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La investigación se abordó desde una metodología cualitativa, dentro de la cual se hizo un estudio de caso colectivo con 10 estudiantes de sexto grado de la Institución Educativa Antonio José Bernal Londoño S.J. de la ciudad de Medellín, con quienes se utilizaron herramientas como el simulador celular *kokori* y laboratorio virtual a manera de apoyo para el proceso de enseñanza de dicha temática; además de instrumentos de observación de aspectos actitudinales e instrumentos de análisis de asuntos conceptuales a partir de los cuales se obtuvo información que apuntó en una primera fase a las ideas previas de los estudiantes acerca de la temática, en una segunda fase al manejo de conceptos, capacidad de cuestionamiento, de argumentación y en una tercera fase al mejoramiento o avance de estas capacidades y su posible relación con la propuesta didáctica implementada.

Así pues, el documento está compuesto por: un planteamiento del problema de la investigación, objetivos de la investigación, marco teórico, estado del arte, análisis de resultados, metodología de la investigación y anexos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En las últimas décadas la educación a nivel mundial ha sido transversalizada por las tecnologías de la información y la comunicación, desde el mismo auge de la imprenta y la televisión, los procesos educativos debieron ajustarse a los nuevos panoramas y modificar sus prácticas; de forma más acentuada, hoy en día con el inmenso desarrollo de la tecnología y la ciencia, ha surgido una nueva necesidad de que se replanteen las practicas de enseñanza y de aprendizaje con el presupuesto de que dichas tecnologías pueden contribuir de manera positiva en estos procesos y de paso en la calidad de la educación y en el progreso de la sociedad; pues desde las TIC se puede replantear la formación de personas integrales y maximizar sus potencialidades como sujetos sociales, críticos y creativos. (Fernández, 2001, p2.)

Como se expone en el Informe Mundial sobre la Educación de la UNESCO: *Los docentes y la enseñanza en un mundo en mutación* (UNESCO, 1998), “las nuevas generaciones están ingresando a un mundo que atraviesa importantes cambios en todas las esferas: científica, tecnológica, política, económica, social y cultural. El surgimiento de la “sociedad del conocimiento” está transformando la economía mundial y el estatus de la educación”<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> UNESCO. Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente: Guía de planificación. 2004. En: <http://es.scribd.com/doc/6307274/Las-Tic-en-La-Formacion-Docente-Unesco#>

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En este sentido, los gobiernos de todo el mundo han implementado políticas y recursos para responder a dichas necesidades y cambios, ya que “uno de los rasgos que, indudablemente, va a caracterizar a las sociedades del siglo XXI, es la incorporación plena de las TIC tanto al campo profesional como al personal. El ámbito educativo no sólo no puede sustraerse a esta realidad, sino que tiene ante sí el reto de hacer frente a las desigualdades sociales que se manifiestan en el acceso a la utilización de estas tecnologías y la alfabetización digital, hasta el punto de que uno de los indicadores de calidad de la educación en los países desarrollados tecnológicamente debe ser la forma en que la escuela aborda y reduce la creciente *brecha digital*, o división social entre quienes saben y no saben utilizar las nuevas tecnologías para mejorar sus relaciones sociales y laborales” (Bautista, 2004, citado por García y Ortega, 2007, p 562)

Ante esto, el gobierno Colombiano, ha incluido las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las políticas educativas y se han hecho esfuerzos, aunque no todos tangibles, para que estas políticas sean una realidad en las escuelas del país, como ejemplo de estos esfuerzos, se tiene la formulación de un Plan Nacional de TIC (PNTIC) para el período 2008-2019 que se inició en el año 2007 desde el Ministerio de Comunicaciones y en el cual se plantearon tres áreas fundamentales de cobertura a partir del uso y aplicación de las TIC, dichas áreas son: gestión de infraestructura, gestión de contenidos y gestión de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

recurso humano y se plantean además diferentes acciones y proyectos para el desarrollo de dicho plan.

El hoy llamado Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación (MINTIC) denominado así desde el 30 de julio de 2009, fecha en la que se sancionó la Ley 1341, el entonces Ministerio de Comunicaciones se convirtió en Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y se creó un marco normativo para el desarrollo del sector y promover: el acceso y uso de las TIC a través de la masificación, el impulso a la libre competencia, el uso eficiente de la infraestructura y en especial fortalecer la protección de los derechos de los usuarios . Desde dicho ministerio se han liderado proyectos entre los que figuran: “*Computadores para educar*” cuyo objetivo es “brindar acceso a las tecnologías de información y comunicaciones a instituciones educativas públicas del país, mediante el reacondicionamiento y mantenimiento de equipos, promoviendo su uso y aprovechamiento significativo en los procesos educativos, a través de la implementación de estrategias de acompañamiento educativo y apropiación<sup>3</sup> de TIC” ; “*ciudadano digital*” que busca “potenciar las competencias digitales de directivos y docentes del sistema educativo estatal” certificando internacionalmente a docentes de todo el país como ciudadanos digitales, entre otros proyectos de carácter educativo y social.

<sup>3</sup> <http://www.mintic.gov.co/>  
<http://www.computadoresparaeducar.gov.co>

En este contexto, una de las ciudades líderes en la implementación de los planes y proyectos, y de los requerimientos mundiales en cuanto al uso de TIC para la educación, es la ciudad de Medellín, en la cual se ha trabajado arduamente en el asunto y se ha avanzado significativamente en el logro de los objetivos planteados; lo cual le ha hecho merecedora de reconocimientos como el Premio Iberoamericano de Ciudades Digitales, en la categoría “gran metrópoli”, el 28 de septiembre de 2011 en Bilbao, España, por su apuesta a la digitalización de la ciudad.

En dicha ciudad, se han diseñado y ejecutado programas como “*Medellín la más educada*” que es la principal herramienta de transformación social aplicada en la ciudad y se materializa en la propuesta: *Medellín Social e Incluyente*, del *Plan de Desarrollo Municipal*; desde el cual se articulan esfuerzos e inversiones oficiales y del sector privado en programas, proyectos y acciones de educación formal. Este proyecto, tiene como propósito principal: “alcanzar la equidad social garantizando el acceso, la inclusión y la permanencia en el sistema educativo de niños, niñas y jóvenes, mediante la acción intersectorial para cada uno de los ciclos de vida; se enfoca hacia la *educación para la vida* y en el *aprender a aprender*; se soporta en inversiones importantes de formación de educadores y en recursos para el aprendizaje como infraestructura y dotación”<sup>4</sup>.

<sup>4</sup><http://habitat.aq.upm.es/bpal/onu06/bp1115.html>

Así pues, en la ciudad de Medellín, se ha invertido en infraestructura y planeación para brindarle a la ciudadanía el acceso a una educación con calidad, pues es preciso que desde los centros educativos se facilite el acceso a unas herramientas indispensables para que los estudiantes desarrollen las competencias necesarias para integrarse en un ambiente tecnológico cambiante (García y Ortega, 2007, p. 562).

En este sentido, se ha avanzado en la construcción de 10 instituciones con dotación tecnológica y diferentes recursos para el cumplimiento de dicho propósito, denominados “colegios de calidad”, los cuales además han sido construidos en lugares donde las condiciones económicas y sociales son precarias como es el caso de la zona norte del valle del aburrá, entre los barrios Héctor Abad Gómez y Plaza Colón del municipio de Medellín, donde está ubicada una de estas instituciones nombrada Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño S.J, la cual fue concebida desde su diseño para implementar estas tecnologías y se evidencia en los diversos espacios con los que cuenta para el acceso a la información y a los medios, tales como el aula Medellín digital, las salas de informática y medios audiovisuales, las aulas especializadas (aula de ciencias, aula de química, aula de diseño gráfico,) entre otras.

Esta institución además de estar inmersa en el uso de TIC desde la infraestructura y dotación, viene proyectándose hacia el uso de estas herramientas con proyectos como

*“cuadernos virtuales como herramienta para reforzar conocimientos en matemáticas*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

así mismo está en proceso la propuesta de una biblioteca virtual y se utilizan herramientas como el *Dropbox* para la distribución de documentos entre la comunidad educativa, la plataforma SAGA (Sistema Administrativo de Gestión Académica) en la que los docentes ingresan las notas y porcentajes de acuerdo al sistema de evaluación institucional y los estudiantes acceden a ellas a partir de un usuario y clave asignados y diferentes blogs y páginas web construidas por docentes y estudiantes de la institución para compartir temas académicos e informativos, la dotación de algunas aulas con equipos de cómputo y proyección, y el uso de diferentes herramientas tecnológicas por parte de algunos docentes para los procesos de enseñanza. Así mismo cabe mencionar el Congreso nacional de Formación en investigación que se lleva a cabo en la institución anualmente con el fin de conocer avances en investigación desde la educación básica y media y el cual tiene como eje temático el uso de TIC en la educación.

Sin embargo, como puede suceder en muchas otras instituciones, los docentes y específicamente los del área de ciencias naturales, no hacen mucho uso de los espacios y recursos tecnológicos de la institución para la enseñanza de las ciencias, debido a que encuentran algunas barreras tales como:

- Algunos no tienen la suficiente formación en TIC que les permita implementar estrategias didácticas alternativas que sean un complemento para las actividades de enseñanza y aprendizaje en el aula, lo que puede llevar a que “el docente presente debilidades en su forma de enseñar y planificar las actividades, ya que desconoce el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

uso de recursos tecnológicos que inducen a la investigación y facilitan al estudiante la construcción de nuevos saberes, así como la comunicación y discusión crítica de sus hallazgos” (Garcés, 2010, p. 62).

- Las concepciones que tienen acerca de las TIC (como “juegos” por ejemplo), chocan con la finalidad de estas herramientas de apoyo que buscan impactar el sistema educativo mejorando la calidad de la educación. Aquí es importante señalar que la sensación de que la aplicación de las TIC sucede más en el terreno de la comunicación y la información que del conocimiento y la formación, está bastante extendida; sin embargo, es un poco excesivo afirmar que “la aplicación de las TIC carece de un objetivo pedagógico y didáctico específico” (Pérez Moreno, 2003 citado por García y Ortega, 2007, p 564)
- Algunas de estas herramientas no tienen un enfoque epistemológico bien fundamentado que dé cuenta de su propósito en el ámbito educativo.
- Las condiciones de la institución y la gran cantidad de población estudiantil, limita el uso y aprovechamiento de los espacios y hace necesario algunos trámites para acceder a ellos y los docentes prefieren evitarlo.
- La cantidad de material didáctico existente para algunos temas de las ciencias es amplio, lo cual implica una revisión ardua o por el contrario es escasa y requiere mayor búsqueda.
- En muchas ocasiones el educador se siente amenazado en su forma de concebir el proceso de enseñanza y es reacio a producir nuevas estrategias de intervención dirigidas a suplir las necesidades educativas de sus estudiantes.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Las razones anteriores se pueden sustentar a la luz de estudios que se han realizado con el fin de analizar las dificultades para la plena incorporación de las TIC en el aula en distintas comunidades autónomas (PROFORTIC, 2005; Bo y Sáez, 2005; Fuentes et al., 2005; ISEI-IVEI, 2004), algunos de estos estudios coinciden en señalar, como principales obstáculos percibidos por los profesores: la escasez de recursos, la falta de formación del profesorado, la falta de materiales y modelos curriculares y la falta de tiempo y de motivación. Conclusiones parecidas se obtienen de estudios realizados a nivel europeo (BECTA, 2004), según los cuales las barreras para la integración de las TIC en la enseñanza estriban fundamentalmente en la dificultad de acceso a los recursos, la falta de competencia técnica y pedagógica, la falta de materiales curriculares, la falta de apoyo técnico y formativo, la falta de tiempo y la resistencia del profesorado a dicha integración. Estudios similares en Estados Unidos (Lara, 2006) identifican el acceso al *hardware*, la conexión a Internet, la disponibilidad de *software* y la formación del profesorado como los cuatro pilares básicos para la integración de las TIC en el aula (García y Ortega, 2007, p 563).

Volviendo a las ya mencionadas políticas de calidad en las que se incluye la necesidad de asegurar la cobertura y la permanencia del mayor número de estudiantes en el proceso educativo; y en relación con el tema de las dificultades para que los docentes puedan acceder a los recursos de la institución para el proceso de enseñanza, cabe tener en cuenta que la institución en la que se llevó a cabo el presente estudio, se encarga de educar

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

a más de 2.400 estudiantes en el año 2012, además de ser un espacio o “aula abierta” a toda la comunidad para la cual se ofrecen allí diferentes programas educativos y sociales.

Esta población estudiantil que integra la institución, es perteneciente a los barrios *Santo Domingo, Moravia, Zamora, La Paralela, Toscana, Plaza Colon y Héctor Abad Gómez* entre otros, los cuales han sido barrios de Medellín con altos índices de violencia, drogadicción, delincuencia, desplazamiento, analfabetismo y un sinnúmero de problemáticas que han dado como resultado una población con grandes necesidades en las que se pueden intervenir no solo con la construcción de una institución como la mencionada, sino además desde la educación en ciencias para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico, que pueda aportar en gran medida a la comprensión y búsqueda de soluciones a muchas cuestiones sociales, culturales y políticas en el entorno y a la situación y condiciones de la vida de los estudiantes y sus respectivas familias. Este impacto que puede tener la educación en el contexto en el que se enmarca la institución, hace necesario que desde la práctica docente se reflexione constantemente sobre la enseñanza con el fin de que los estudiantes responda a las necesidades e intereses del contexto y la importancia del papel del docente como investigador y crítico de los procesos llevados a cabo en el aula y también en la institución; además, se hace significativo el papel que puede tener el uso de las TIC para hacer que la enseñanza sea mas vivencial y motivadora y lograr enfocar a dicha población en el objetivo de la formación personal y profesional como camino para el progreso personal y social.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Asuntos como el enfoque de la enseñanza de las ciencias, que en el caso de esta institución educativa está argumentado con base en teorías como la del aprendizaje significativo, la resolución de problemas y el cambio conceptual, deberían apuntar a una significativa apropiación de los conocimientos por parte de los estudiantes; pero las condiciones institucionales y contextuales ya descritas limitan en cierta medida que estas teorías fructifiquen, y el enfoque tradicional de enseñanza cobra protagonismo; frente a esto, se hace necesario que el modelo que se centra en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico sea un tema que el maestro investigue y a partir del cual genere nuevas propuestas en el campo de la enseñanza de las ciencias, para lo cual el uso de las TIC puede constituirse en un buen camino a emprender. Otros asuntos como la calidad del aprendizaje y por ende el impacto de las estrategias utilizadas en la enseñanza, también deben ser asuntos que el docente indague de manera permanente y que de esta indagación parta para el mejoramiento de los procesos.

En el caso de las ciencias naturales en particular, algunas temáticas son abordadas durante todo el transcurso de la educación básica y media y sin embargo quedan como vagas ideas o recuerdos de significados, más no logran ser comprendidas y aplicadas en otros niveles de abstracción; el ejemplo más claro de ello es el tema de la célula que se trabaja desde muy temprana edad y aún en el bachillerato son retomados en la mayoría de cursos y sin embargo muchos estudiantes terminan su secundaria y algunos alcanzan el nivel universitario sin comprender realmente dicha estructura y su funcionamiento a nivel

orgánico y sistemático, derivando en que la asociación teórica «ser vivo - estructura

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

celular» repetida tantas veces a lo largo de la vida académica no ha sido aprendida significativamente (Caballer & Giménez, 1992, p. 176). Así pues, se puede afirmar que la célula, es un concepto que ha evidenciado serios problemas de comprensión en su aprendizaje, no sólo en lo que a Biología Celular se refiere, sino también en el conocimiento relativo a los seres vivos en general (Palmero, 2000, p. 2).

En este punto es claro entonces, que la célula es un contenido biológico abstracto; pero su importancia para comprender los procesos biológicos, la organización de la materia viva y su relación con el entorno, justifica su inclusión en los programas de Educación Básica (Tapia & Arteaga, 2009, p. 2441). Y más aún la implementación de tecnologías educativas que permitan fortalecer dicho proceso en busca de un mejor y más crítico aprendizaje.

Basados en lo anterior y teniendo en cuenta los avances tecnológicos en el campo de la educación, es de nuestro interés conocer:

*¿Cuál es la contribución de una propuesta didáctica apoyada en simulaciones computacionales y enmarcada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, para el proceso de enseñanza de*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*la célula, su estructura y función a estudiantes de sexto grado de la  
I.E.A.J.B.L.?*

Esta pregunta surge del interés por encontrar explicaciones desde la investigación educativa, a las falencias de los estudiantes en torno al tema de la célula y particularmente a la dificultad que muchos de ellos tienen para hacer la abstracción de este y aplicarlo a situaciones reales; una dificultad enraizada posiblemente en la forma como es presentado el tema en el proceso de enseñanza, el cual es muchas veces carente en el empleo de herramientas que permitan presentar contenidos reales y lógicos de la célula, sus componentes y su funcionamiento, limitando la comprensión de ésta. Aquí, es oportuno decir que en general la enseñanza de la célula en los niveles básicos, se fundamenta en la transferencia de conceptos abstractos que no son asimilados adecuadamente por los estudiantes (Tapia& Arteaga, 2009, p. 3).

Se consideró importante abordar el campo conceptual de la biología celular por múltiples razones; la primera de ellas tiene que ver con que la biología es el área de las ciencias naturales mediante la cual el estudiante se acerca inicialmente a la ciencia formal, en segundo lugar porque la concepción de célula es un tema complejo puesto que da cuenta del entendimiento de la existencia del ser vivo y generalmente no se es consciente de que es la unidad funcional de la vida, que a partir de ella se constituye el ser humano (cabe aclarar

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

que es una concepción netamente científica); por lo tanto se reconoció como importante que el estudiante se acerque a su principio vital, que sea consciente de la estructura que lo forma, que la reconozca como tal y que sea capaz de articular a partir de ella los demás procesos que se desarrollan en el cuerpo. Se consideró entonces que si el estudiante tiene buenas bases iniciales en el tema esto derivará en una mejor recepción e incorporación de los conocimientos futuros y posibilitará que se acerque cada vez más al aprendizaje en ciencias.

En tercer lugar, la biología celular se estimó como un tema propicio para vincular las TIC en pro de un aprendizaje significativo crítico, lo cual es importante para la formación de una posición argumentada frente a la ciencia y sus contenidos y, frente al proceso de aprendizaje como tal; a este objetivo apunta la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) propuesto por Moreira (2000) y las TIC, en tanto que:

*“El aprendizaje significativo crítico inicialmente propuesto como subversivo, propicia el cuestionamiento y la reflexión sobre el propio aprendizaje, así como sobre el conocimiento” (Rodríguez Palmero, 2011).<sup>5</sup>Y apuntan también las TIC en tanto que “son fuente de motivación y estímulo para aprender debido a la posibilidad de un mayor control*

<sup>5</sup> Rodríguez Palmero, María Luz. La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, V. 3, n. 1, (2011). Págs. 29-50

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*sobre el propio proceso de aprendizaje, pues incitan a las personas a que aprendan a tomar decisiones sobre cómo y qué aprender” (Duart, 2000)<sup>6</sup>.*

La Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) y sus principios de interacción social y del cuestionamiento, de la no centralización en el libro de texto, de la conciencia semántica y de la no utilización de la pizarra, se constituyeron en el referente teórico que junto con la teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel orientaron la presente investigación y a partir de los cuales se intentaron dar respuesta a la pregunta formulada.

El hecho de enfocar la investigación en una línea de reflexión denominada Aprendizaje Significativo Crítico, planteada por Moreira (2000), responde a que fue considerada para las investigadoras como una teoría bastante importante y potencial para la educación y la formación en ciencias, pero además porque la teoría psicológica del Aprendizaje Significativo planteada por Ausubel (1976) es de gran envergadura y muy amplia a la hora de realizar un estudio de caso como el que se pretende. También porque han sido pocas las investigaciones en torno a esta concepción de aprendizaje significativo crítico; y se puede decir que nulas en el caso de la biología en particular; y por lo tanto

<sup>6</sup> Citado por: FernandezGüecha, Sandra Milena. Desarrollo de competencias científicas en ciencias naturales y educación ambiental a través de las TIC. págs. 26-29. En: [www.bachigrancolombiavirtual.edu.co](http://www.bachigrancolombiavirtual.edu.co).

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

puede arrojar aportes y motivación a otros investigadores para la construcción conceptual y práctica de este asunto de gran interés.

Además, es importante resaltar que la elección de la TASC como enfoque para la vinculación de las TIC en la enseñanza de la biología celular, se apoyó en lo planteado por Moreira cuando dice que “es a través de ese aprendizaje como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. Por medio de este aprendizaje, podrá trabajar con la incertidumbre, la relatividad, la no causalidad, la probabilidad, la no dicotomización de las diferencias, con la idea de que el conocimiento es construcción (o invención) nuestra, que apenas representamos el mundo y nunca lo captamos directamente” (Moreira, 2004).

Se puede prever de esta manera, cómo a partir de este enfoque del Aprendizaje Significativo Crítico trabajado con el uso de simulaciones y otras herramientas denominadas bajo el concepto de TIC para la enseñanza de la biología celular, se pudo aportar a la mejor comprensión de las estructuras y funciones celulares, a la posibilidad de que los estudiantes logaran “transferir los aprendizajes a otros núcleos de experiencias con los que están relacionados pero cuya relación no perciben” (Sanmartí, 2005, p. 41) ); además de contribuir con asuntos como la motivación hacia el estudio de la ciencia, el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

desarrollo de la capacidad argumentativa, entre muchos otros. De igual forma se puede pensar en unos resultados positivos frente al mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el área de ciencias y en el tema de biología celular, y a la vez se pueden prever dificultades y contraargumentos que puedan surgir en el proceso.

Se puede pensar también en la contribución de esta investigación para la enseñanza de las ciencias desde su carácter de generador de conocimientos en cuanto que la implementación de la metodología propuesta supone la adquisición de nuevos conocimientos, de habilidades de formación de modelos propios de aprendizaje, de análisis, de reflexiones críticas, de pensamientos científicos y de nuevas formas de enriquecer la práctica docente para favorecer el objetivo primordial que es el aprendizaje significativo de nuestros estudiantes y como generador de nuevas problemáticas; ya que los resultados de esta investigación pueden dar pie a la formulación de nuevos trabajos en el área, en cuanto a la calidad de las herramientas tecnológicas existentes, a la innovación con herramientas diseñadas para el área, la preparación de los docentes en ciencias para la implementación de dichas tecnologías, o a la experiencia misma de utilizarlas en las clases, a los requerimientos físicos para hacer factible estos procesos en las instituciones, entre otros.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### *OBJETIVO GENERAL:*

Valorar la contribución de una propuesta didáctica enmarcada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y haciendo uso de simulaciones, para la enseñanza de la célula, su estructura y función en estudiantes de sexto grado de la I.E.A.J.B.L.

### *OBJETIVOS ESPECÍFICOS:*

Propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades para formular preguntas y argumentar respuestas acerca de la célula, su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la interacción e intercambio de ideas.

Implementar estrategias didácticas y diferentes materiales educativos como los programas de simulación que posibiliten el comportamiento activo de los estudiantes en el proceso de comprensión y ASC de la célula, su estructura y función.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Fomentar en los estudiantes mediante diversas estrategias, la comprensión de significados como construcción del sujeto, la palabra como representación de la realidad y la evolución de los conceptos.

Conocer el estado actual del objeto de estudio de la enseñanza de la biología celular a partir de las TIC y a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, con el fin de contextualizar en qué punto se encuentra la investigación y hasta qué punto se puede llegar en ella.

## ESTADO DEL ARTE

La problemática planteada en cuanto al estudio de la célula en los diferentes niveles educativos ha sido valorada en diversos artículos por algunos autores que dan cuenta de la dificultad e importancia que enmarca el tema; esto es evidenciado en el rastreo bibliográfico de la presente investigación, el cual se constituye en un referente que permite definir adecuadamente el problema a investigar, dar cuenta del potencial del proyecto, de los posibles aportes, de la actualidad en el estudio y del nivel investigativo que hasta hoy existe. Para dicho trabajo se realizó una búsqueda entre los años 2000 y 2011, puesto que la teoría que fundamenta esta investigación, es decir la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) propuesta por Marco Antonio Moreira, se concentra en este periodo de tiempo.

Cada una de las etapas que enmarcan la revisión documental de esta investigación se realizó a la luz de los planteamientos de “Un modelo para la investigación documental” propuesto por Hoyos (2000).

La búsqueda parte de la definición de la metodología a seguir, los objetivos y los núcleos temáticos que orientan la investigación y a partir de los cuales se desglosó la búsqueda documental. En este punto, y con el fin de abarcar diferentes frentes y de abordar el mayor número de fuentes que pudieran sustentar esta investigación, se realizaron *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

combinaciones que articularan los aspectos disciplinar, teórico y de la línea específica de investigación; derivando en las categorías de análisis o núcleos temáticos. Además se definieron palabras claves que le dieron mayor claridad al rastreo y permitieron que la búsqueda fuera más eficaz y se orientara al hallazgo de textos relacionados con los núcleos temáticos establecidos.

A continuación se detallan los núcleos temáticos y las palabras claves señaladas en el apartado anterior:

#### *NÚCLEOS TEMÁTICOS*

- Enseñanza de la biología celular mediada por TIC.
- Propuestas de enseñanza de la biología fundamentadas en la TAS y en la TASC
- Uso de las TIC en la enseñanza de la biología
- Uso de simulaciones para la enseñanza de la biología celular
- Referentes teóricos y metodológicos implementados para la enseñanza de la biología y biología celular.

#### *PALABRAS CLAVES*

- Aprendizaje significativo
- Aprendizaje significativo crítico

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- TIC para la educación en ciencias
- TIC para la enseñanza de la biología celular
- Simulación en la enseñanza de la biología celular

Teniendo claro el horizonte, se procedió a realizar la recolección de información a partir de la revisión detallada de diferentes bases de datos tales como OPAC, REEDI, DIALNET, BUSCADOR DE GOOGLE, entre otras. Esta revisión se realizó entre los actores del proceso que constituyen en este caso el colectivo de investigadoras, con el fin de abarcar toda la información posible en el tema y de esta manera enriquecer la investigación.

Posteriormente se llevó a cabo el trabajo de campo; es decir, la búsqueda de la información bibliográfica correspondiente a cada núcleo temático y a partir de la cual se elaboraron dos tipos de fichas, donde fueron sintetizados y analizados los textos encontrados; una tabla correspondiente a reportes de investigación (ver tabla 5). Donde se utilizaron factores de análisis como: autor, título, año, país objetivos, pregunta, marco metodológico, población, instrumentos, principales resultados y conclusiones; la otra tabla recogió textos que exponen importantes reflexiones sobre el tema y cuyos factores de análisis fueron: título, autor, país, conclusiones (ver tabla 6).

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Los avances del rastreo fueron revisados en reuniones semanales del colectivo de investigadoras con el fin de ir avanzando hacia la construcción general del estado del arte.

Con la información organizada se procede a realizar una interpretación general por núcleo temático, lo que permite ampliar el horizonte de lo encontrado en el proceso de revisión.

Finalmente se elaboró el constructo donde se analizaron los resultados obtenidos en la investigación documental, el cual incluyó: tipos de materiales utilizados o revisados (principales fuentes bibliográficas), recopilación de la información en las fichas correspondientes y análisis de resultados por núcleo temático, posición de las autoras frente a lo encontrado y recomendaciones para nuevas investigaciones.

El rastreo documental se llevó a cabo desde la universidad de Antioquia, Medellín, Colombia; y se tomaron como referentes investigaciones realizadas principalmente en España, Brasil y otros.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En relación con el tiempo, la investigación se realizó desde el día 8 de agosto de 2011 y finalizó la primera semana de noviembre del 2012, atendiendo a las fases propuestas por Hoyos<sup>H</sup> para la elaboración de una investigación documental.

#### *RESULTADOS Y ANÁLISIS*

La revisión cuenta con un total de 21 revistas y 16 artículos analizados y sintetizados en las tablas descritas anteriormente (Ver tablas 5 y 6). A continuación se detalla el compendio de las principales fuentes bibliográficas con el número de artículos correspondientes a cada una.

· Hoyos Botero, CONSUELO. *Un modelo para la investigación documental*. 2000. Medellín

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*PRINCIPALES FUENTES BIBLIOGRÁFICAS*

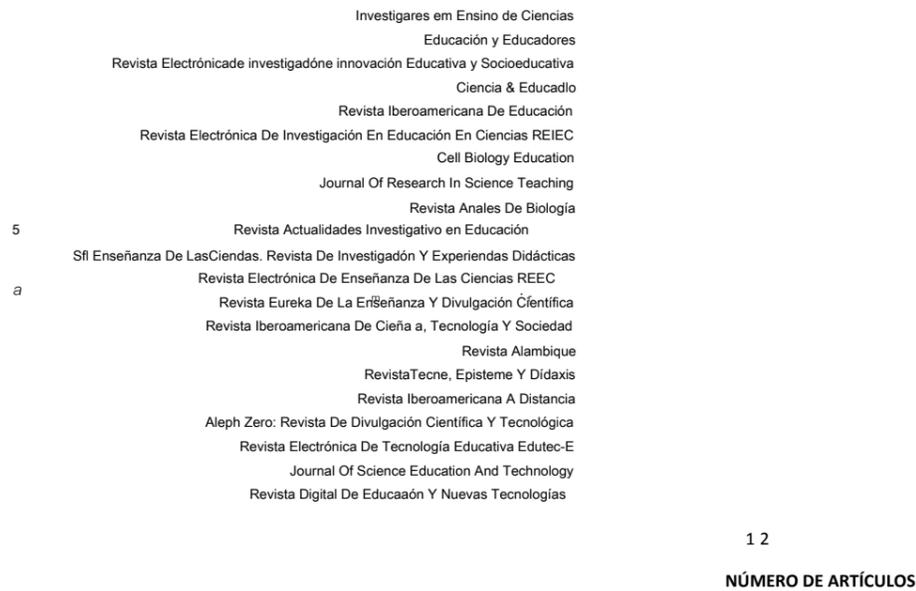
Tabla 1. Total revistas revisadas

REVISTAS	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías	2
Revista de Educación, Ciencia y Tecnología (Journal of Science Education <sup>1</sup> and Technology)	
Revista Electrónica de Tecnología Educativa Edutec -E	0
Aleph Zero: Revista de Divulgación Científica y Tecnológica	0
Revista Iberoamericana a Distancia	0
Revista Tecne, Episteme y Didaxis	0
Revista Alambique	0
Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad	0
Revista Eureka De La Enseñanza Y Divulgación Científica:	0
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias REEC	3
Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias 2 Didácticas	
Revista Actualidades Investigativas en Educación	1
Revista Anales de Biología	1
Journal of Research in Science Teaching	0
Cell Biology Education	2

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias REIEC	0
Revista Iberoamericana de Educación	^
Ciencia & Educado	^
Revista Electrónica de investigación e innovación Educativa y Socioeducativa	^
Educación y Educadores	Q
Investigares em Ensino de Ciências	^
TOTAL	16

### REVISTAS vs ARTICULOS



Grafica 1. Revistas revisadas por número de artículos encontrados en cada una.

De las revistas señaladas en la gráfica 1, la que más artículos o unidades de análisis aportó fue la Revista *Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias REEC* (3). Se reconoce

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

como principal referente de toda la búsqueda a (Rodríguez Palmero, 2000 (a) y (b), 2003 (a) y (b), 2011) y los países en los que se encontró que más se escribe sobre la célula su estructura y función son Brasil y España.

La revisión incluyó además tesis doctorales y memorias de eventos con el fin de contar con mayores referentes que sustenten esta investigación y tener un panorama más amplio sobre lo que existe y se pudo encontrar acerca del tema de estudio.

Tabla 2. Tesis analizada

TESIS	AUTOR
Modelos mentales de célula: una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU.	M <sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero

Tabla 3. Memorias de eventos analizadas

MEMORIAS DE EVENTOS	AUTOR
Aprendizaje Significativo Crítico	Marco Antonio Moreira
Aprendizaje Significativo: de la visión clásica a la visión crítica.	Marco Antonio Moreira

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La enseñanza de la célula desde un Aprendizaje Significativo Nathalya Garzón Tovar,  
para estudiantes de quinto de primaria Angie Gamboa López

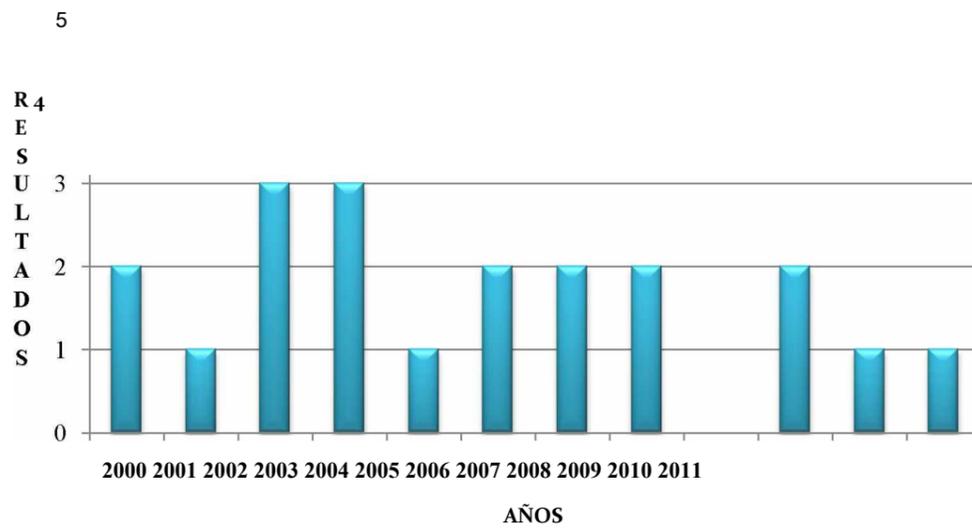
Teniendo en cuenta que el rastreo de la investigación se realizó entre los años 2000 y 2011 como se señaló en la primera parte de este capítulo, a continuación se expone la evolución histórica del tema según el número de artículos (resultados) obtenidos por año.

#### *EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL TEMA*

En la grafica 2 se evidencia claramente que en los años donde más hallazgos hubo fueron en el 2002 y 2003, mientras que en el año 2008 no se obtuvo resultados.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## RESULTADOS vs AÑOS



**Grafica 2. Evolución de los artículos encontrados por año para las categorías de análisis en general.**

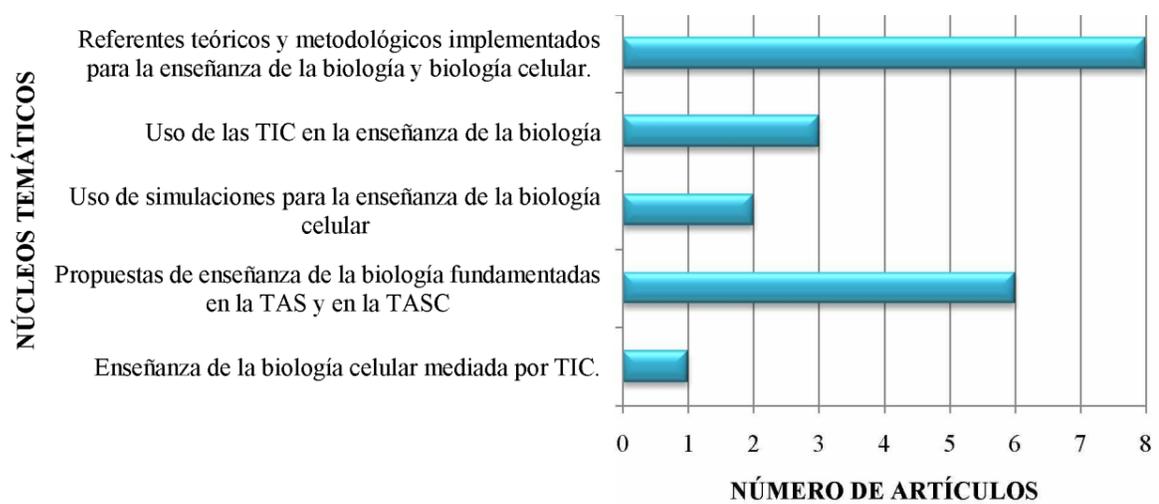
A continuación se presenta el número de artículos encontrados y sistematizados en cada categoría o núcleo temático.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Tabla 4. Resultados obtenidos por núcleo temático

NÚCLEO TEMÁTICO	NÚMERO DE ARTÍCULOS
Enseñanza de la biología celular mediada por TIC.	1
Propuestas de enseñanza de la biología fundamentadas en la TAS y en la TASC	6
Uso de simulaciones para la enseñanza de la biología celular	2
Uso de las TIC en la enseñanza de la biología	3
Referentes teóricos y metodológicos implementados para la enseñanza de la biología y biología celular.	8
TOTAL	20

### NÚMERO DE ARTÍCULOS vs NÚCLEO TEMÁTICO



Grafica 3. Número de artículos encontrados por cada núcleo temático

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La gráfica 3 muestra que en el núcleo temático en el que más unidades de análisis se encontraron incluyendo artículos, tesis y memorias de eventos, fue en el que corresponde a los referentes teóricos y metodológicos; los resultados del núcleo temático sobre propuestas de enseñanza de biología fundamentadas en las teorías hacen referencia exclusivamente a artículos sobre la enseñanza de la biología y la TAS, entre tanto el que menos artículos referencia es el núcleo temático sobre la enseñanza de la biología celular mediada por TIC.

La síntesis de los artículos encontrados se detalla en las siguientes tablas con los correspondientes factores de análisis para cada núcleo temático.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**TABLA 5. REPORTES DE INVESTIGACIÓN ANALIZADOS**

CATEGORÍA	TÍTULO	AUTOR/ AÑO	OBJETIVOS PREGUNTAS INVESTIGACIÓN	Y MARCO DE TEÓRICO	FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA	PRINCIPALES RESULTADOS	CONCLUSIONES
ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA CELULAR MEDIADA POR TIC.  PROPUESTAS DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA FUNDAMENTADAS EN LA TASC	La enseñanza y el aprendizaje de la fotosíntesis y los temas de respiración: las prácticas de enseñanza basadas en el aprendizaje significativo (artículo)	Simone Corrêa  Dos Santos Medeiros; Maria De Fátima; Barrozo Da Costa; Evelyse Dos Santos Lemos  2009  <b>PAÍS:</b>  Brasil	Analizar la actividad de germinación de la semilla, las concepciones y conocimientos previos de los estudiantes sobre los temas de la fotosíntesis y la respiración.  <b>PREGUNTA:</b>  ¿Cómo fomentar el aprendizaje significativo de los temas de Fotosíntesis y la respiración de los estudiantes de secundaria?	Teoría del Aprendizaje Significativo	Enfoque cualitativo descriptivo  Estudio de caso.  <b>POBLACIÓN:</b>  62 estudiantes de dos clases.  34 de la clase "a" y 28 de la clase "b".  <b>INSTRUMENTOS:</b>  Encuesta  Relatos escritos de los estudiantes  Informe del experimento.	Los estudiantes llegan a la escuela sin el dominio de conceptos complejos y abstractos.  Hay una evolución de los conocimientos sobre las cuestiones planteadas durante las etapas, pero algunas ideas alternativas son persistentes (germinación en diferentes condiciones, los factores determinantes para la germinación).	Es necesario al enseñar, la búsqueda de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes, contribuyendo a la organización jerárquica de su estructura cognitiva, respetando el tiempo y las particularidades de cada uno.  Es necesario abordar los conceptos desde una ciencia interdisciplinaria con el objetivo de que sean más estables en la estructura cognitiva de los estudiantes y permitan el anclaje más complejo de aprendizaje en el futuro.
	La enseñanza de la célula	Nathalya Garzón	Desarrollar una unidad didáctica sobre el tema de la célula en estudiantes de	Teoría del Aprendizaje	Enfoque cualitativo descriptivo	La mayoría de los estudiantes tenían una imagen simple de la forma de la célula.	Tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes y hacer una indagación exhaustiva con el fin de darle un norte claro a la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

desde un Aprendizaje Significativo para estudiantes de quinto de primaria (memoria)	Tovar, Angie Gamboa López 2010	quinto de primaria bajo el enfoque de Aprendizaje Significativo.  <b>PREGUNTA:</b>  Cuál es el beneficio de implementar una unidad didáctica sobre el tema de la célula en estudiantes de quinto de primaria bajo el enfoque de Aprendizaje Significativo.	Significativo	<b>POBLACIÓN:</b>  44 estudiantes del grado quinto.  <b>INSTRUMENTOS:</b>  Guías para:  Ideas previas  Reconocimiento de formas y tipos celulares  Reconocimiento de células eucariotas y procariotas  Funciones celulares: nutrición y respiración  Funciones celulares: reproducción  Evaluación final	De 23 guías el 69% de los estudiantes lograron relacionar la forma de la célula con su función, reconociendo que no tiene una forma única. En el montaje, la mayoría identificó la forma de las células pero no profundizó en la descripción.  Daban respuestas incorrectas debido a que no leían bien los enunciados, esto se evidencia al pedir identificar los organismos eucariotas y ellos señalan organismos procariotas.  La mayoría lograron identificar los organelos implicados en nutrición celular, pero no manejaban el tema de fotosíntesis para explicar el proceso y diferencias entre respiración y fotosíntesis.  Manejan el concepto de reproducción celular y explican las características de cada proceso.  De 40 solo el 37% lograron relacionar los procesos celulares con los organelos implicados en un mapa conceptual. Solo el 37% logro establecer diferencias entre células procariotas y eucariotas en cuadro.  En respuestas abiertas daban respuestas adecuadas en cuanto a la reproducción, en cuanto a la nutrición solo el 12% acertaron en respuestas adecuadas	enseñanza y propiciar metodologías pertinentes.  Es indispensable el seguimiento al proceso de aprendizaje de los estudiantes y la flexibilidad para reestructurar las clases implementando diferentes estrategias y metodologías que generen un quehacer adecuado en el aula.  Estructurar los contenidos de manera que sean motivadores, significativos y que tengan sentido para los estudiantes.	
<b>USO DE SIMULACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA CELULAR</b>	Molecular y Celular Animaciones Biología: desarrollo y su impacto en el aprendizaje estudiantil (artículo)	Phillip McClean, Christina Johnson, Roxana Rogers, Lisa Daniels, John	Determinar el mejor método o los métodos de incorporación de la animación en el aprendizaje de la biología celular.	Teoría del Aprendizaje significativo	Estudio de casos  Enfoque predominantemente cuantitativo y algunos elementos cualitativos  <b>POBLACIÓN:</b>  55 estudiantes, 4	La animación fue un componente importante en la mejora de la retención de los estudiantes tanto durante la conferencia como individualmente.  La introducción de un tema con la animación mejoró significativamente la retención de los estudiantes.	La animación es una nueva herramienta educativa que fomenta el aprendizaje a largo plazo.  La visualización ayuda al estudiante a comprender los procesos complejos, ya que favorece las relaciones conceptuales  Los estímulos visuales llaman la atención sobre un tema favoreciendo su aprendizaje.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

	Reber, Brian M. Slator, Jeff Terpstra,  Alan White  2005	una animación de la biología celular?		grupos experimentales	La confianza del estudiante en su respuesta se mejora significativamente cuando se utiliza una animación en algún momento durante la experiencia educativa.	La animación es una tecnología diseñada para apoyar la educación.
			<b>PAÍS:</b>  Estados Unidos	<b>INSTRUMENTOS:</b>  Pre prueba y post prueba que consiste en cuatro preguntas		Los resultados de las pruebas del contenido se han mejorado mediante el uso de animaciones.
<b>USO DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA</b>	El uso de la cámara digital para aumentar el interés de los estudiantes y el aprendizaje de la Biología en la Escuela Secundaria  (artículo)	D. tártaro; M. Robinson 2003	Utilizar la cámara digital en las actividades de laboratorio para aumentar el aprendizaje de los estudiantes.  Motivar en los estudiantes un mayor interés en el trabajo del laboratorio a partir de la utilización de la cámara digital	Teoría del Aprendizaje significativo	Enfoque cuantitativo, un grupo control y uno experimental	La cámara digital incrementó el aprendizaje de las competencias en las dos actividades de laboratorio de biología.
		<b>PAÍS:</b>  Estados Unidos	<b>PREGUNTA:</b>  ¿El uso de la cámara digital en las actividades de laboratorio aumenta el aprendizaje del estudiante?  ¿El uso de la cámara digital, motiva a los estudiantes a tomar un mayor interés en el trabajo	<b>POBLACIÓN:</b>  Dos clases de biología de la escuela en una escuela urbana alta de 1300 estudiantes	Pruebas indicaron que las diferencias fueron estadísticamente significativas para las cuestiones de proceso, mientras que las diferencias en las respuestas a las preguntas de contenido no fueron significativamente diferentes.	La cámara digital es una herramienta tecnológica capaz de potenciar el aprendizaje de los estudiantes en los laboratorios de ciencias.  La cámara digital es una herramientas tecnológicas que se han ido integrando en la labor docente, ya que tienen el potencial de cambiar lo que hace y como hace.
				<b>INSTRUMENTOS:</b>  Pruebas experimentales y escritas en actividades de laboratorio	El grupo experimental tuvo más interés y cometieron menos errores en el procedimiento de laboratorio que el grupo de control.	

de laboratorio?

**REFERENTES  
TEÓRICOS Y**

**METODOLÓ-  
GICOS  
IMPLEMENTA-**

**DOS PARA LA  
ENSEÑANZA  
DE LA  
BIOLOGÍA Y  
BIOLOGÍA  
CELULAR**

Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad (artículo)

María Socorro García Barrutia.

Cristina Jiménez Artacho. José Fonfría Díaz.

Joaquín Fernández Pérez.

Begoña Torralba Redondo

2002

Detectar la evolución de algunos conceptos relacionados con las membranas celulares en el alumnado de Enseñanza Secundaria y de la Licenciatura de Ciencias Biológicas

**PREGUNTA:**

¿Cuál es la evolución de algunos conceptos relacionados con las membranas celulares en el alumnado de Enseñanza Secundaria y de la Licenciatura de Ciencias Biológicas?

**PAÍS:**  
España

Teoría de los Modelos

Estudio principalmente cuantitativo y cualitativo

**POBLACIÓN:**

Alumnos de 1º y 2º de bachillerato: 1991

Alumnos de Enseñanza Universitaria: 889

**INSTRUMENTOS:**

Cuestionarios (respuesta cerrada)

**Estructura de la membrana:** hay evolución en la adquisición del concepto de mosaico fluido de membrana al finalizar la Enseñanza Secundaria y continúa a lo largo de la licenciatura.

**Función de las membranas:** hay deterioro en la comprensión de las funciones de la membrana en ambos niveles de enseñanza. La relación estructura/función no queda manifiesta en el aprendizaje de las membranas celulares. Los aspectos funcionales tienen una mayor variabilidad interpretativa y se prestan a mayor confusión.

**Unidad de membrana:** evoluciona favorablemente en las dos enseñanzas.

Los errores, puede deberse a la existencia de un error conceptual que relaciona mal estructura y función

Hay gran dificultad para relacionar la estructura con la función, en ambos niveles de enseñanza

En ambos niveles de enseñanza, el aprendizaje de la organización celular se reduce a la memorización de las parejas orgánulo celular/función, ya sea por su propia deformación, y/o por planteamientos didácticos erróneos del profesorado, sin comprender las relaciones y procesos intracelulares que le dan sentido a la actividad celular

La adquisición de los conceptos correctos depende, más bien, del sistema didáctico.

No hay mucha evolución posiblemente por la influencia de

Detección y tipificación de cuatro modelos

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La célula vista por el alumnado (artículo)	María Luz Rodríguez Palmero 2003 (b)	Identificar y tipificar los modelos mentales de célula construidos por el alumnado de COU a lo largo de un curso escolar completo.	mentales	Estudio de casos cualitativo	mentales de célula diferentes: un modelo de estructura celular pero no de funcionamiento; otro de modelos independientes; y los otros 2 de modelos integrados estructura/funcionamiento de la célula.	gráficos utilizados desde edades tempranas difíciles de modificar.  Hay dificultad para modelar una célula en acción y realizar una relación función-estructura.
	<b>PAÍS:</b> España	<b>PREGUNTA:</b>  ¿Cuáles son los modelos mentales de célula construidos por el alumnado de COU a lo largo de un curso escolar completo?		<b>POBLACIÓN:</b>  36 estudiantes que han cursado y terminado el curso escolar		La forma de presentarla en los libros condiciona e influencia en los modos de representación que genera el alumnado con respecto a la célula.
				<b>INSTRUMENTOS:</b>  Cuestionarios inicial y final (el mismo en ambas ocasiones), exámenes, mapas conceptuales, un símil de la célula para su interpretación, un dibujo y una entrevista final.		El uso de diseños estáticos en las aulas, influencia negativamente la capacidad de pensar en una célula en acción, viva.  Pensar en otra manera más eficiente de presentarles a los estudiantes el contenido celular con el fin de que aprendan y comprenda adecuadamente la temática.
Cómo desean trabajar los alumnos en el laboratorio de Biología. Un acercamiento a las propuestas didácticas actuales	Stella Maris Álvarez 2007  <b>PAÍS:</b> Argentina	Conocer la visión de los estudiantes acerca de cómo les gustaría que fueran los T.P. que se realizan en sus clases de biología, las críticas que les formulan y qué modalidad de Trabajos Prácticos les parece más interesante y cuál menos.	Teoría de Aprendizaje Significativo	Estudio de casos	Críticas sobre la modalidad de trabajo, la ausencia de conexión con la vida cotidiana, el número de alumnos los laboratorio, el tiempo destinado a la actividad, y el desafío intelectual que exige, falta de relaciones estructura/función, falta de autonomía para realizar los trabajos.	El trabajo de laboratorio no es una pérdida de tiempo, a los estudiantes les gusta pero se tiene que enfocar mejor y contextualizar.  Modificar y diseñar prácticas que no siguieran una receta sino que permitan la investigación y experimentación autónoma, que estén más cercanos a la actividad científica.  Plantear situaciones en las que los alumnos puedan aplicar mejor sus recursos cognitivos.
		<b>PREGUNTA:</b>		<b>POBLACIÓN:</b>  20 estudiantes de 4.º año del bachillerato	<b>INSTRUMENTOS:</b>  Método clínico-crítico piagetiano: Entrevista verbal, (15 preguntas)	

(artículo)		¿Cómo les gustaría a los estudiantes que fueran los Trabajos Prácticos que se realizan en sus clases de biología?		Tarea de selección de tarjetas de situaciones didácticas y su cuestionario	Prefieren un trabajo práctico con modalidad investigativa ya que permite el trabajo independiente, autónomo en actuación y decisiones y se aproxima a la actividad científica.	Las opiniones de los estudiantes en cuanto al trabajo práctico permite enriquecer la actividad en los laboratorios y favorecer el aprendizaje significativo.
					La modalidad de trabajo menos interesante es el "trabajo pautado" porque tiene un diseño en el que solo se deben seguir ciertos pasos.	
Uso de ilustraciones en la enseñanza de la célula: un estudio de caso	Tapia Luzardo, F. Y Arteaga Quevedo, Y. 2009	Analizar el manejo de las ilustraciones como estrategia aplicada por los docentes para la enseñanza de la célula en la Educación Básica.	Teoría del Aprendizaje Significativo	Investigación cualitativa y con estudio de caso	Los docentes utilizaron ilustraciones pertinentes, pero descuidando otros aspectos como color, nitidez y claridad.	Una adecuada utilización de las ilustraciones supone un mejoramiento en la comprensión de la temática sin embargo es indispensable tener en cuenta la selección de una buena ilustración, el manejo de la ilustración en el aula y una buena estrategia evaluativa.
(artículo)	<b>PAÍS:</b> España	<b>PREGUNTA:</b> ¿Cuáles son las implicaciones del manejo de las ilustraciones como estrategia aplicada por los docentes para la enseñanza de la célula en la Educación Básica?.		<b>POBLACIÓN:</b> 2 docentes, ambos dictaron la asignatura Ciencias Biológicas del 9no grado de la Educación Básica.	Las ilustraciones fueron utilizadas con el propósito de memorizar, no favoreciendo otros procesos cognitivos importantes como la comprensión.  Se descuida la explicación precisa de las ilustraciones.	Al utilizar ilustraciones es importante tener en cuenta la calidad, utilidad, su relación con el discurso y público al que va dirigido  Es indispensable que el docente realice un buen manejo didáctico de las ilustraciones durante la clase
				<b>INSTRUMENTOS:</b> Entrevistas no estructuradas, ilustraciones como estrategia de	En la mayoría de las ocasiones no se hace explícita la relación de estas con el discurso.	

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

<p>Modelos mentales de célula: una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU (tesis)</p>	<p>M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero 2000 (a) <b>PAÍS:</b> España</p>	<p>Interpretar las diferentes representaciones de los estudiantes sobre la célula a lo largo del curso.  <b>PREGUNTA:</b> ¿Qué modelos mentales generan los estudiantes de COU cuando aprenden la célula?</p>	<p>Teoría de los Modelos mentales</p>	<p>enseñanza, revisión del programa de la asignatura Ciencias Biológicas del 9no grado y el manual del docente, para la planificación de las actividades del aula.  Investigación cualitativa, estudio de casos.  <b>POBLACIÓN:</b> 36 estudiantes que han cursado oficialmente la asignatura de Biología de COU durante el curso escolar.  <b>INSTRUMENTOS:</b> Cuestionarios inicial y final (el mismo en ambas ocasiones), exámenes elaborados a lo largo del curso, mapas conceptuales, interpretación de un símil de la célula, elaboración de un dibujo relativo a su estructura y</p>	<p>El manejo de las ilustraciones durante el desarrollo de las clases no se corresponden con las recomendadas por los teóricos actuales.  A partir de las representaciones de los estudiante, se pudo establecer cuatro modelos mentales diferentes de ésta:  <b>Modelo estructural:</b> modelo de estructura celular pero no de funcionamiento. Imagen única y estática. Sin relaciones. <b>Modelo dual:</b> modelos independientes de la estructura y funcionamiento, Imagen estática. Pocas relaciones. <b>Modelo causal discursivo:</b> modelo integrado estructura/funcionamiento de la célula. no genera imágenes o son estáticas, si relaciones. <b>Modelo causal imagístico:</b> modelo integrado estructura/funcionamiento de la célula. Imagen dinámica-compleja. si relaciones.</p>	<p>Desde la teoría de los modelos mentales se puede dar explicación a las diferentes representaciones que los estudiantes hacen de la célula.  Los modelos mentales de los estudiantes evolucionan progresivamente al desarrollar habilidades para procesar y reinterpretar la nueva información.  Es indispensable concebir la enseñanza y el aprendizaje como un proceso gradual que facilite la interacción y el establecimiento de relaciones conceptuales.  El marco teórico utilizado, permite dar explicaciones a los problemas de aprendizaje de los estudiantes frente a temas tan complejos como la célula.</p>
--	---	---	---------------------------------------	--	--	---

funcionamiento,  
entrevista final.

denota evolución, pues 23 modificaron su  
representación.

Los cuestionarios inicial y final, mapas  
conceptuales, símil y dibujo son más  
informativos en comparados con los  
exámenes. La entrevista final confirma  
generalmente el modelo mental final.

**TABLA 6. PRINCIPALES REFLEXIONES**

CATEGORÍA (NÚCLEO TEMÁTICO)	TITULO DEL TRABAJO	AUTOR/ AÑO	CONCLUSIONES RELEVANTES
ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA CELULAR MEDIADA POR TIC.	Arqueología de un juego: la célula microcosmos de vida  (artículo)	Alicia Gurdíán Fernández  2001  <b>PAÍS:</b>  Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> <li>Las TIC le presentan un nuevo reto a la educación, pues supone la formación de personas integrales capaces de maximizar las potencialidades de estas herramientas como sujetos críticos, sociales y creativos.</li> <li>El juego le permite a los estudiantes construir individualmente y a su propio ritmo los conocimientos sobre la célula de una manera más lúdica que los sistemas tradicionales de enseñanza, además de propiciar en ellos el proceso de aprender disfrutando.</li> <li>Pretende que el juego tenga un marco filosófico-epistemológico que impacte positivamente en la reestructuración de los conceptos percepciones y esquemas que el estudiante incorpora en la estructura cognitiva.</li> <li>Pretende optimizar el deseo de aprender de los estudiantes, estimulando la motivación y participación, buscando estrategias para aumentar el significado potencial de los materiales y medios usados.</li> <li>Es urgente que emerja en el campo de la educación la figura del educador diseñador con vocación artística, creatividad y gran imaginación</li> <li>El diseño conceptual del juego se fundamenta en la teoría Ausubeliana del aprendizaje significativo, y la psicología sociocultural Vigotskiana, ya que ambas corrientes comparten la importancia de la construcción – o re-construcción - del aprendizaje por parte del estudiante</li> <li>Los aspectos que guiaron la producción del juego fueron enseñar a pensar-comprender y a actuar sobre contenidos significativos ubicados en un contexto social e histórico específico.</li> <li>Las TIC puede crear un entorno cultural y educativo capaz de diversificar no sólo las fuentes del saber y el conocimiento, sino también de propiciar su redistribución</li> </ul>
PROPUESTAS DE ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA FUNDAMENTADAS EN LA TASC EN LA TASC	Un análisis y una organización del contenido de biología celular  (artículo)	M <sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero Y Javier Marrero Acosta  2003 (a)  <b>PAÍS:</b>  España	<ul style="list-style-type: none"> <li>El análisis y organización del contenido, permiten adecuar de mejor modo los contenidos a las demandas actuales de la ciencia y de los estudiantes suponiendo en él aprendizajes significativos.</li> <li>Analizar el contenido con el fin de advertir las categorías en las que es indispensable organizarlo y de esta manera planear estrategias para logara su aprendizaje por parte de los estudiantes.</li> <li>La organización del contenido aplicando los principios de diferenciación progresiva, reconciliación integradora y las relaciones naturales de dependencia, permite identificar la estructura conceptual de lo que se va a enseñar y delimitar jerarquías conceptuales para transferir el significado lógico de la disciplina al significado psicológico de los estudiantes y que de esta manera sea significativo.</li> <li>Una buena forma de plasmar la organización del contenido la constituyen los mapas conceptuales, ya que éstos permiten establecer jerarquías que reflejan el contenido básico que permite entender la estructura y el funcionamiento celular; en ellos se establece con facilidad relaciones naturales de dependencia y se muestran las consolidaciones necesarias y suficientes que favorecen una diferenciación progresiva y una reconciliación integradora de lo que es la célula y de cómo funciona.</li> <li>Es posible aplicar un modelo consistente con lo que la teoría del aprendizaje significativo postula, lo que permite dar también una solución o una salida al problema de la organización del contenido celular para su enseñanza.</li> </ul>
	Aprendizaje Significativo	Marco Antonio Moreira	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es indispensable preparar a los estudiantes para vivir en un mundo cambiante desde todas las dimensiones.</li> <li>La escuela aun transmite conceptos fuera de foco, verdades absolutas, certezas, consumismo, globalización, etc.</li> </ul>

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, en un sujeto que vive en un mundo de un aprendizaje significativo ingenioso, curiosas capaces de enfrentar las*

Crítico (memoria)	2000	<p>transformaciones sociales y de desarrollar habilidades para aprender a aprender a partir de la construcción y búsqueda de significados.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La mejor estrategia para sobrevivir en la actualidad de la sociedad es una educación que favorezca la formación crítica del estudiante</li> <li>• El aprendizaje significativo se da cuando el nuevo conocimiento adquiere significados para el estudiante, enriqueciendo el conocimiento previo y quedando más estable en la estructura cognitiva.</li> </ul> <p><b>PAÍS:</b></p> <p>Portugal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El aprendizaje significativo crítico posibilita que el sujeto no sea dominado e influenciado por la cultura y sus pasiones.</li> <li>• Se proponen 9 principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico de gran viabilidad para ser implementados en el aula con el fin de propiciar la formación crítica de los estudiantes.</li> </ul>
Aprendizaje Significativo: de la visión clásica a la visión crítica (memoria)	Marco Antonio Moreira 2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocho visiones diferentes que dan cuenta de la importancia de la teoría del aprendizaje significativo a la luz de varios autores y que van desde la visión clásica, pasando por la humanista, la de interacción social, la cognitiva, la de la complejidad y de la progresividad, la autopoietica, la computacional y la visión crítica.</li> </ul> <p><b>Visión clásica:</b> aquello que el aprendiz ya sabe es el factor más importante que influencia el aprendizaje. Aquí el aprendizaje está condicionado a que el material sea potencialmente significativo y a la predisposición del estudiante para aprender; además el aprendizaje puede ser representacional, conceptual o proposicional.</p> <p><b>Visión humanista:</b> Establece una relación entre pensamientos, sentimientos y acciones; además supone que cuando el aprendizaje es significativo el estudiante crece, tiene una sensación buena y se predispone a nuevos aprendizajes.</p> <p><b>Visión interaccionista social:</b> Establece una relación alumno, profesor, material educativo, donde el proceso de enseñanza-aprendizaje está condicionado a una negociación de significados entre los dos actores sobre el material de enseñanza donde el profesor lo presenta de diversas maneras y el estudiante decide si quiere aprender significativamente. Esto ocurre en el medio social (contexto).</p> <p><b>Visión cognitiva contemporánea:</b> la construcción de un modelo mental puede verse como el primer paso para un aprendizaje significativo ya que refleja intención de aprender, éste puede ser modificado y evolucionar hacia esquemas de asimilación. Los modelos mentales son construidos a partir del conocimiento previo.</p> <p><b>Visión de la complejidad y de la progresividad:</b> Los conocimientos de los alumnos están ligados a las situaciones que progresivamente dominan. Ellos responden a las situaciones a partir de los conocimientos previos, que se vuelven más elaborados en la medida en que son utilizados. De la interacción entre nuevas situaciones (nuevos conocimientos) y conocimientos en construcción (preexistentes), resulta el aprendizaje significativo.</p> <p><b>Visión autopoietica:</b> el alumno es una unidad autopoietica, el profesor y los materiales educativos son agentes perturbadores. El aprendizaje significativo ocurre cuando hay una acción perturbadora que genera un cambio de estado; es decir, modifica la estructura de los conocimientos previos sin alterar su organización.</p> <p><b>Visión computacional:</b> la mente humana es vista como un sistema computacional representacional; de aquí que las personas construyen representaciones mentales del mundo que devienen de cómputos mentales no-conscientes (subsumidores). La interacción que caracteriza el aprendizaje significativo esta mediada por el profesor, la palabra y la computadora. Se utiliza el diagrama AVM para facilitar el aprendizaje significativo de actividades computacionales.</p> <p><b>Visión crítica: en</b> la actualidad es indispensable adquirir conocimientos de manera significativa y critica; ser crítico de la sociedad y para esto basar la enseñanza de los 9 principios facilitadores que propone la teoría.</p>

<p>La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual (artículo)</p>	<p>M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero</p> <p>2011</p> <p><b>PAÍS:</b> España</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La teoría pretende dar cuenta de los mecanismos por los cuales se adquieren significados en el aula. Muestra el proceso de construcción de significados de quien aprende, su finalidad es garantizar la adquisición y asimilación de los contenidos.</li> <li>• Teoría impacta el quehacer docente al ocuparse de lo que ocurre en el aula y de cómo facilitar los aprendizajes.</li> <li>• Desde estos postulados el estudiante aprende a partir de lo que ya sabe, aquí se genera una interacción entre nuevos conocimientos y los preexistentes, además, es indispensable el deseo de aprender.</li> <li>• Un fundamento esencial es que el estudiante no es un receptor pasivo, pues él construye su conocimiento.</li> <li>• A la idea original del aprendizaje significativo, subyacen diferentes perspectivas de diferentes autores que lo enriquecen, le imprimen vigencia y favorecen su capacidad explicativa.</li> <li>• En torno a la teoría se tejen diversos mitos que van en contra de postulados como: la importancia de las ideas previas, el deseo de aprender, el significado del material de enseñanza, la organización del contenido, la progresividad del aprendizaje, además, que la predisposición es condición importante, pero no es suficiente.</li> <li>• Aprender significativamente es un proceso personal que supone la toma de decisiones y la responsabilidad de quien aprende.</li> <li>• El Aprendizaje significativo favorece la adquisición de nuevos conocimientos; aquí se propicia la reestructuración de los esquemas de asimilación, supone el crecimiento cognitivo y afectivo, enriquece el trabajo en el aula y favorece el desarrollo de habilidades por parte del estudiante</li> <li>• la contribución de la teoría se sustenta en que permite comprender el proceso de cognición y orienta el quehacer en el aula.</li> <li>• desde la TASC se propone una organización del trabajo en el aula basado en: determinar la estructura conceptual y proposicional de aquello que va a enseñar, identificar los conceptos subsumidores relevantes, las ideas previas del estudiante e implementar organizadores previos si es necesario, articular la enseñanza a la estructura del contenido, disponer las condiciones y estrategias de negociación de significados y que la evaluación sea transversal a todo el proceso.</li> </ul>
<p><b>USO DE SIMULACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA CELULAR</b></p>	<p>Uso de la animación en la Enseñanza de Biología Celular (artículo)</p> <p>Bradley J. Stith</p> <p>2004</p> <p><b>PAÍS:</b> Estados Unidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En cuanto a aspectos técnicos las animaciones deben ser accesibles, reproducibles, con tamaño/peso adecuado y para todo sistema operativo. Debe tener un diseño pertinente y entendible.</li> <li>• Existen diversas herramientas para la creación de animaciones; programas, reproductores, formatos, etc. Algunas son: (<a href="http://www.macromedia.com/software/flash/">http://www.macromedia.com/software/flash/</a>), (<a href="http://sdc.shockwave.com/shockwave/download/download.cgi?P5_Language=English">http://sdc.shockwave.com/shockwave/download/download.cgi?P5_Language=English</a>), (<a href="http://carbon.cudenver.edu/~bstith/waverot.htm">http://carbon.cudenver.edu/~bstith/waverot.htm</a>), (<a href="http://www.e-learningcentre.co.uk/eclipse/Resources/usingppt.htm">http://www.e-learningcentre.co.uk/eclipse/Resources/usingppt.htm</a>).</li> <li>• Entre los recursos de animación para la biología celular se pueden detallar programas como el timbre o kinemage permite girar la proteína para ver el movimiento desde diferentes ángulos. La versión web MAGE y el Chime, que permiten rotar los modelos moleculares. Algunos recursos: Plegamiento de proteínas y enzimas (<a href="http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellbio.htm">http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellbio.htm</a>). La unión del sustrato a la carboxipeptidasa A, acompañada por el movimiento de cadenas de aminoácidos (<a href="http://kinemage.biochem.duke.edu/javamage/java.html">http://kinemage.biochem.duke.edu/javamage/java.html</a>). Biología Celular galería de imágenes (<a href="http://www.cellbioed.org/resources/resources.html">http://www.cellbioed.org/resources/resources.html</a>).</li> <li>• Las animaciones con movimiento aclaran procesos biológicos que las ilustraciones estáticas no logran hacer; por ejemplo el movimiento a lo largo de polimerasas de ADN o el de los ribosomas a lo largo de ARNm. Algunos recursos: Animación del modelo embrague de movimiento celular (<a href="http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellcrawling.swf">http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellcrawling.swf</a>). Potencial de Membrana (<a href="http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellbio.htm">http://carbon.cudenver.edu/~bstith/cellbio.htm</a>).</li> <li>• Las animaciones facilitan la comprensión de los diversos procesos celulares, ya que las pueden mostrar muchos pasos abstractos y difíciles de entender en la teoría.</li> <li>• Las animaciones pueden integrar los diversos métodos a través de los cuales se facilita el aprendizaje, auditivo, visual y cinético, etc; los sonidos se pueden asociar a la comprensión del concepto, lo visual, la interacción y el control de la animación pueden potenciar su fijación.</li> <li>• Las animaciones significan beneficios en el aprendizaje a largo plazo al poderlas utilizar en espacios extraescolares.</li> <li>• Los videojuegos educativos pueden enseñar a los estudiantes a pensar en la solución de problemas, además son actualmente una parte importante de la vida estudiantil.</li> </ul>

<b>USO DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA</b>	Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales	Marta López García y Juan Gabriel Morcillo Ortega 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La sociedad necesita, cada vez más, gente preparada con competencias en el manejo de las TIC dentro de los distintos ámbitos profesionales y una ciudadanía igualmente preparada y familiarizada con la utilización de unas tecnologías que ya son necesarias para desenvolverse en sociedad.</li> <li>• En los contextos educativos, es importante tener claridad en que no se trata de que los profesores vean las TIC como una imposición a la que le deben hacer espacio en su labor utilizándola de cualquier manera; no se trata de que las escuelas se adapten a las TIC, sino al revés.</li> <li>• La integración curricular de las TIC permite identificar contextos en los que las tecnologías permitan impactar las carencias del sistema tradicional de enseñanza y propiciar nuevos enfoque didácticos,</li> <li>• El uso de los laboratorios virtuales como recurso educativo en el aula permiten simular una situación de aprendizaje propia del laboratorio tradicional. Recrear procesos y fenómenos imposibles de reproducir en un laboratorio presencial e intervenir en ellos. Desarrollar la autonomía en el aprendizaje de los estudiantes. Rompen con el esquema tradicional de las prácticas de laboratorio así como con sus limitaciones (espacio, tiempo, peligrosidad, etc.)</li> <li>• Desarrollar una nueva forma de aprendizaje que estimule en los estudiantes el deseo por aprender e investigar.</li> <li>• Las simulaciones constituyen excelentes herramientas para reproducir fenómenos naturales y mejorar su comprensión, explorando conceptos, comprobando hipótesis o descubriendo explicaciones.</li> <li>• favorecen la participación activa del alumno mediante la experimentación de fenómenos con los que puede interactuar.</li> </ul>
		<b>PAÍS:</b>  España	
	Desarrollo de un curso de biología contextualizado en el bachillerato: el caso del proyecto salters-nuffield advanced biology	Reiss, Michael J. 2006  <b>PAÍS:</b>  Reino Unido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se trata de una iniciativa curricular o, relevante y atractiva que convoque a los estudiantes, tenga en cuenta los avances recientes en biología y utilice las estrategias de enseñanza y las tecnologías más apropiadas para posibilitar el aprendizaje de los estudiantes.</li> <li>• La pretensión fue crear un curso coherente que entusiasme a los estudiantes y al profesorado mostrando una imagen de lo que la biología actual utiliza en la investigación, en la industria y en la vida diaria.</li> <li>• Con el fin de obtener mayores logros educativos y bajo premisas epistemológicas, pedagógicas y motivacionales, se plantea enseñar biología de manera contextualizada.</li> <li>• A lo largo del curso se estudian los principios biológicos en el contexto de las aplicaciones de la biología a la vida real, haciendo que el contenido sea más relevante para los estudiantes.</li> <li>• Se examinaron los contextos a incluir, estos debían ser de actualidad, interesantes para los estudiantes, pero también duraderos.</li> <li>• Un curso que favoreciera las habilidades críticas de los estudiantes.</li> <li>• Favorece la autonomía tanto de estudiantes como de profesores.</li> </ul>

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

	(artículo)		
REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA Y BIOLOGÍA CELULAR	El aprendizaje significativo, esa extraña expresión (utilizada por todos y comprendida por pocos)	Sergio Dávila Espinosa 2000 <b>PAÍS:</b> México	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desde el enfoque del aprendizaje significativo el estudiante no es un ente receptivo sino un sujeto proactivo y el docente se constituye como un <i>mediador</i> entre el alumno y el conocimiento, propiciando las condiciones para orientar la construcción de los conocimientos, conceptos, ideas y significados por ejemplo propios de la biología.</li> <li>Es preciso impedir que los estudiantes prefieran aprender en forma memorística, convencidos de que los docentes evalúan el aprendizaje mediante instrumentos que no comprometen otra competencia que el recuerdo de información, sin verificar su comprensión. Esto se puede impactar desde los presupuestos y principios de la teoría del aprendizaje significativo.</li> <li>En cuanto a las implicaciones didácticas en torno al favorecimiento del aprendizaje significativo de los conceptos básicos de la biología; es preciso resaltar la importancia de conocer los conocimientos previos del alumno, organizar el material de enseñanza de manera que tenga forma lógica y jerárquica, para presentarla a los estudiantes y potenciar su inclusión y finalmente tener en cuenta la motivación del alumno; es importante darle motivos para que quiera aprender y que tenga una actitud favorable frente al maestro y la clase.</li> </ul>
	Aprendizaje significativo (artículo)	Natalia Gil 2006 <b>PAÍS:</b> Argentina	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propiciar un aprendizaje significativo en las clases de biología implica tener en cuenta que no hay aprendizaje amplio, profundo y duradero sin la participación activa del que aprende, él debe ser el constructor, el creador, el productor de su propio aprendizaje; por lo tanto las clases deben ser con intensa participación del alumnado.</li> <li>Plantear diferentes estrategias grupales, trabajos en equipo, etc, favorece el aprendizaje significativo al propiciar situaciones de intercambio de ideas.</li> <li>Es indispensable asumir que el que tiene que aprender "algo sabe" sobre el asunto, de aquí la necesidad de indagar saberes previos y planificar el espacio para que los alumnos aporten dudas, expresen discrepancias, muestren sus conocimientos y sus propuestas.</li> <li>Para incentivar la motivación de los estudiantes es preciso plantear actividades por ejemplo sobre los conceptos básicos de la célula con diferente nivel de dificultad, que se adapten a las heterogéneas posibilidades y ritmos de aprendizaje de los estudiantes.</li> <li>Es importante que el docente plantee el tema de enseñanza de la célula con un enfoque profundo que exija del estudiante la intención de comprender y relacionar la información nueva, y no solo satisfacer los requisitos de la tarea o memorizar los conceptos por las notas.</li> <li>Desde esta perspectiva es imprescindible el uso de mapas y redes conceptuales, por ejemplo sobre las funciones celulares, propuestos no solo por el docente sino realizados por los estudiantes.</li> </ul>
	Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la Biología y la investigación en el estudio de la célula (artículo)	M <sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero 2000 (b) <b>PAÍS:</b> España	<ul style="list-style-type: none"> <li>La célula es un concepto de gran complejidad para el nivel de enseñanza básica donde se empieza a estructurar como referente abstracto y de difícil entendimiento.</li> <li>Se trata de un concepto que determina la estructura y el funcionamiento del mundo vivo, que exige comprensión, interpretación y representación del mismo.</li> <li>La dificultad en cuanto a la comprensión del contenido celular ha sido expuesta en diversos estudios, sin embargo no ha sido objeto de estudio principal de las investigaciones.</li> <li>Las representaciones internas entre tanto constituyen el conocimiento que el estudiante posee con un carácter complejo y difícil de modificar</li> <li>Teniendo en cuenta que el contenido celular su estructura y función son de carácter complejo y problemático, generalmente la representaciones que el estudiante se hace del mismo son erradas y confusas derivando en dificultad para entender los procesos que integra y en general el funcionamiento del ser vivo.</li> <li>Presenta una revisión bibliográfica sobre estudios que aunque no suponen investigaciones profundas sobre el contenido celular, pretenden servir de marco de referencia.</li> <li>Desde diferentes enfoques se evidencian dificultades importantes en cuanto a la comprensión del contenido celular.</li> <li>Se establece 6 categorías diferentes en cuanto al objeto de estudio: concepciones en diversos temas, imágenes, currículo, resolución de problemas, papel de las analogías, otros.</li> <li>En cuanto a los resultados más relevantes del rastreo, aunque tratan diversos aspectos, se categorizan en: célula, curriculum, imagen.</li> <li>De las principales dificultades de los alumnos se resaltan la categorías de: nivel de organización celular, procesos vitales, desconocimiento de la física y de la química, reproducción y herencia</li> </ul>

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- El estudio de las representaciones que hacen los estudiantes puede derivar en resultados positivos que se pueden aplicar a los problemas que se evidencian en la enseñanza aprendizaje de la célula.

### *ANÁLISIS POR NÚCLEO TEMÁTICO*

A partir de la revisión y análisis de los referentes encontrados en cada núcleo temático se establece que:

De los artículos revisados, solo uno corresponde específicamente a la enseñanza de la biología celular mediada por TIC y se clasifica en la tabla de reflexiones; aquí se enfatiza sobre la importancia de abordar la célula utilizando herramientas como juegos virtuales que se sustenten epistemológicamente y potencien las habilidades críticas de los estudiantes, además de incentivar en ellos el deseo de aprender. También se hace referencia a abordar el tema desde diferentes aspectos como procesos, estructura y función; pues se considera que para llegar a la comprensión de niveles superiores, es fundamental tener claridad sobre su base; es decir, el tema específico de este estudio, y de esta manera promover un aprendizaje significativo (Fernández, 2001).

En cuanto a los hallazgos sobre el núcleo temático que aborda la enseñanza de la biología celular desde las teorías que fundamentan este estudio; es decir, propuestas de enseñanza de la biología fundamentadas en la TAS y en la TASC; del total de textos se encontraron cuatro unidades de análisis que sustentan a manera de reflexiones: por un

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

lado la importancia de establecer una clara organización del contenido celular que se va a impartir para favorecer el Aprendizaje Significativo en los estudiantes, retomando y articulando además a la enseñanza de este saber específico, los principios y estrategias que respaldan la teoría como son, los mapas conceptuales para lograr el cometido pedagógico (Palmero y Acosta, 2003(a)).

Por otro lado, un segundo artículo hace especial énfasis en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico como estrategia, que a partir de la implementación de sus principios facilitadores en el aula, hace posible que el estudiante comprenda, relacione, argumente, analice y aprenda de manera significativa y crítica el contenido disciplinar; en este caso en particular, la temática de la biología celular, desarrollando habilidades para utilizar adecuadamente ese conocimiento en distintas situaciones. (Moreira, 2000)

Otro de los artículos presenta distintas visiones del Aprendizaje Significativo a la luz de varios autores. La historicidad que refleja da cuenta de la vigencia, importancia e impacto de la teoría en el campo educativo. Particularmente en el caso de la enseñanza de la biología celular, puede representar un impacto positivo al favorecer la comprensión significativa y crítica del sujeto desde su unidad básica. De esta manera la teoría permite

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

orientar el quehacer docente hacia el objetivo de una formación para la vida. (Moreira, 2005)

Un cuarto artículo expone la importancia e implicaciones en el aula de conocer adecuadamente la Teoría del Aprendizaje Significativo; además advierte acerca de la necesidad de superar el desconocimiento en cuanto a la manera de aplicar la teoría y sus principios, puesto que una enseñanza fundamentada en la teoría supone ventajas que favorecen las dinámicas de aula, el desarrollo de habilidades y autonomía de los estudiantes, potencia su deseo de aprender, genera satisfacción en el profesorado, entre otras. Orientar la educación de la biología celular bajo este fundamento teórico implica un cambio en las dinámicas de aula regulares que favorecen aprendizajes mecánicos y reducidos en significado, a partir del trabajo juicioso y comprometido del docente para estructurar los contenidos adecuadamente, implementar metodologías que capten la atención del alumno y le generen deseo por el trabajo escolar. (Palmero, 2011)

Entre tanto, se encuentra a nivel de investigaciones dos unidades de análisis; una de ellas describe prácticas de enseñanza que favorecen la comprensión de procesos celulares como la fotosíntesis y la respiración, fundamentada en la Teoría del Aprendizaje

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Significativo y sujeta a una metodología cualitativa descriptiva, donde se hace especial énfasis en la importancia de respetar las particularidades de cada estudiante y en contribuir a la organización estable y clara de su estructura cognitiva. El artículo aborda conceptos que sin lugar a dudas dan claridad y aportan importantes reflexiones para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la disciplina en general. (Medeiros, De Fátima, Da Costa, Lemos, 2009)

El otro artículo da cuenta de una unidad didáctica sobre el tema de la célula bajo el enfoque de Aprendizaje Significativo, implementada en estudiantes de educación básica. El estudio es muy pertinente ya que es uno de los pocos que tratan el tema como factor medular y lo reconoce como dificultoso al observar que la mayoría de los estudiantes no logran hacer relaciones pertinentes entre conceptos previos y nuevos conocimientos utilizando instrumentos como cuadros y mapas conceptuales, derivando en dificultades para relacionar procesos con organelos. Esta investigación reafirma la necesidad de una organización clara y lógica del contenido, que suscite interés por parte de los estudiantes presentándolos como una posibilidad de entender y relacionarlos con la realidad, además de hacer énfasis primordial en la importancia de implementar estrategias motivadoras y tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes como factores indispensables para lograr aprendizajes significativos. (Tovar y López, 2010)

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Señalando particularmente las simulaciones como herramientas de enseñanza de la biología celular, se encuentra para el núcleo temático de uso de simulaciones para la enseñanza de la biología celular, un artículo que entra dentro de la categoría de reflexiones. Éste presenta diferentes aspectos importantes que se deben tener en cuenta para que las animaciones sean un recurso de gran utilidad en la enseñanza del tema en los diferentes niveles de educación, como son la pertinencia en el diseño, en el lenguaje, la información, la accesibilidad, etc; también describe ventajas como el movimiento, lo auditivo y lo visual que pueden tener las simulaciones para facilitar la comprensión de procesos y conceptos complejos y abstractos; así mismo muestra los video-juegos educativos como herramientas que además de ser parte de la vida cotidiana de los estudiantes pueden favorecer procesos de resolución de problemas. (Stith, 2004)

En cuanto a las investigaciones para este núcleo temático, se encontró un artículo fundamentado en el Aprendizaje Significativo y bajo un enfoque metodológico mixto que sustenta resultados favorables en la retención y comprensión de los estudiantes sobre el tema objeto de estudio y sobre la confianza para sustentar sus respuestas a partir de la utilización de animaciones, posicionándola como una fuerte estrategia para fomentar el Aprendizaje Significativo, utilizando los diversos estímulos visuales, auditivos, etc de esta herramienta favoreciendo la atención y el desarrollo de relaciones conceptuales. (McClean, Johnson, Rogers, Daniels, Reber, Slator, Terpstra, White, 2005)

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para abordar de manera más amplia las TIC dentro del campo biológico, se establece un núcleo temático específicamente sobre el uso de las TIC en la enseñanza de la biología; para éste se encuentran dos artículos que a nivel general exponen amplias reflexiones acerca de la necesidad de la formación en el manejo de las TIC con el fin de preparar y facilitar el desenvolvimiento de los estudiantes en una era cada vez más tecnológica; además de señalar la importancia de la vinculación de las TIC en los contextos escolares como una herramienta que permite impactar las carencias del sistema tradicional de enseñanza y mejorar las prácticas pedagógicas, desarrollar la autonomía de los estudiantes y profesores, a la vez que favorece la contextualización de la enseñanza, estimulando la motivación por aprender e investigar.(García y Morcillo, 2007) y (Reiss, 2006)

Simultáneamente, para los reportes de investigación en este núcleo se encontró un artículo de enfoque metodológico cuantitativo que presenta la cámara digital como una herramienta tecnológica que puede favorecer el interés y aprendizaje significativo de los estudiantes. (Tártaro y Robinson, 2003)

El último núcleo temático corresponde a los referentes teóricos y metodológicos implementados para la enseñanza de la biología y biología celular; en éste se

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

encontraron para la categoría de reflexiones tres artículos; dos de ellos permiten articular sus supuestos con la temática disciplinar del núcleo, ya que exponen elementos indispensables que lo enriquecen y le dan fuerza, al sustentar como factores que favorecen el Aprendizaje Significativo, la importancia de propiciar el ambiente y las condiciones necesarias para construir conocimientos y negociar significados, promoviendo de esta manera la participación activa del estudiante y el intercambio de ideas, al señalar la importancia de conocer los conocimientos previos del estudiante, motivarlo para que quiera aprender y favorecer una actitud positiva frente al aprendizaje del contenido celular, además de manifestar la importancia de organizar el material de enseñanza, de utilizar diferentes recursos y estrategias entre los que se encuentran los mapas conceptuales así como tener en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje de los estudiantes. (Espinosa, 2000) y (Gil, 2006)

El otro artículo da cuenta de la importancia que tiene la enseñanza del contenido celular para la comprensión de los procesos biológicos; además de señalar como primordial la necesidad de estudios que procuren el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje del tema, teniendo en cuenta que se trata del conocimiento y comprensión biológica que enmarca al ser vivo. También enfatiza en que falta más investigación en este campo disciplinar, pues si bien es cierto que se trata en diversos estudios, pocos lo abordan como el eje principal en torno al cual se desarrollen investigaciones que signifiquen mejoras en el quehacer del docente en el aula. Aquí se *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

justifica la investigación en este campo disciplinar, además de lo anterior, porque de ésta pueden partir nuevas y mejores estrategias para desarrollar enfoques que permitan disminuir en el estudiante la concepción de complejidad que generalmente le atribuye al concepto de célula. (Palmero, 2000 (b))

Por otro lado, para las investigaciones se encontraron cinco artículos, uno de ellos de carácter metodológico mixto, bajo el fundamento de aprendizaje significativo, donde se señala que hay grandes dificultades para el aprendizaje de la organización celular debido principalmente al aprendizaje memorístico, por lo cual no se comprenden las relaciones y procesos intracelulares, también se señala la importancia de la organización del contenido, de conocimientos claros por parte del docente y la importancia de la implementación de diferentes estrategias didácticas que favorezcan el aprendizaje significativo. (Barrutia, Artacho, Díaz, Pérez, Redondo, 2002)

Dos de las unidades de análisis encontradas, una correspondiente a un artículo (Palmero, 2003 (b)) y la otra a una tesis (Palmero, 2000 (a)), están basadas en una metodología cualitativa de estudio de caso y bajo el fundamento teórico de los modelos mentales; se tienen en cuenta en este rastreo puesto que permite evidenciar, clarificar e

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

insinuar un posible origen de las dificultades que tienen los estudiantes desde niveles escolares inferiores para desarrollar y comprender adecuadamente los conceptos propios de la temática. Dichas falencias se evidencian en las representaciones independientes que realizan de la estructura y funcionamiento celular; esto debido posiblemente a la influencia negativa de los diseños presentados en los libros de texto como una unidad estática donde es difícil establecer relaciones entre los procesos intracelulares, y por lo cual es indispensable replantear las prácticas educativas en cuanto a la manera de presentar el contenido celular a los estudiantes, utilizando herramientas más eficientes que denoten aprendizajes significativos.

Otra de las publicaciones encontradas para esta categoría, con un enfoque principalmente cualitativo, permite una reflexión sobre la importancia de contextualizar las prácticas de laboratorio de biología en la escuela, de dotarlas de un nivel apropiado de rigurosidad y dirigir las al desarrollo de habilidades investigativas con el fin de propiciar la formación de sujetos hábiles en la resolución de problemas, analíticos y críticos, capaces de responder adecuadamente a las demandas sociales de la época. (Álvarez, 2007)

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

El otro artículo justifica a partir de sus planteamientos, la importancia de que el estudio de la célula haga parte de los programas educativos, puesto que se refiere al conocimiento de la materia viva y su relación con el entorno, además señala que las dificultades en torno a la comprensión del tema están ligadas al uso de ilustraciones simplificadas en los textos y el aula, lo que obstaculiza la enseñanza-aprendizaje en niveles superiores. Se retoma al considerarse que puede dar claridad en cuanto al por qué de las dificultades de los estudiantes para entender el concepto y como punto de partida para implementar nuevas estrategias de aula más efectivas para el aprendizaje de la célula. (Tapia y Arteaga, 2009)

### ***PERSPECTIVAS GENERALES***

En los diferentes trabajos e investigaciones revisadas se pueden detectar diversas perspectivas y enfoques que si bien es cierto permiten orientar esta investigación, también dan cuenta de las limitaciones dentro del campo de estudio de este proyecto en cuanto a fuentes o unidades de análisis representativas de sus núcleos temáticos, además de evidenciar las implicaciones que derivan del proceder didáctico del docente y la difícil e importante tarea de abordar adecuadamente el tema de la célula, su estructura y función, desde los niveles inferiores de la educación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Es importante señalar que los hallazgos de esta búsqueda no representan la totalidad de estudios en este campo, pues tan solo son una muestra que permite vislumbrar un poco el panorama en lo que respecta al tema de investigación.

Así pues, la búsqueda ha arrojado resultados demasiado amplios en cuanto a la TAS, a la enseñanza con TIC y a estudios desde otras disciplinas como el área de la física; dichos resultados se han depuraron con el objetivo de mantener el rumbo central del proyecto. Además, fueron pocas las publicaciones encontradas que aborden el uso de simulaciones para la enseñanza de la biología celular como tal y en relación con el Aprendizaje Significativo Crítico para la educación escolar.

Ahora bien, desde una mirada general de lo que se obtuvo, cabe resaltar que en lo que respecta a la enseñanza de la célula, su estructura y función, las TIC y el fundamento teórico en el que se enmarca esta investigación, representan un reto para la enseñanza de esta temática en particular y sus áreas afines, puesto que los resultados obtenidos como ya se mencionó, demostraron que la investigación en los aspectos disciplinar (célula), metodológico (TIC) y teórico (TASC) a la fecha se encuentran reducidos, siendo elementos que dentro de la educación representan gran importancia; pues se trata del conocimiento

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

crítico del ser vivo desde su base biológica, (aspecto que se desarrolló y justificó profundamente en el planteamiento del problema de esta investigación) y de la utilización fundamentada de la tecnología, que en la actualidad está tan inmersa en todos los procesos humanos, que vale la pena utilizarla.

En el caso de las TIC a nivel educativo, es importante utilizarlas con una adecuada orientación pedagógica, como una herramienta para facilitar, mejorar y propiciar la comprensión significativa de los procesos celulares; pues éstas suponen nuevos enfoques didácticos que derivan en diversidad de estrategias y metodologías de enseñanza que pueden potencializar el deseo de aprender de los estudiantes, favorecer el interés y actitud positiva tanto del docente frente a su quehacer como del estudiante frente a la disciplina; además de posibilitar el desarrollo de habilidades y capacidades que les permita responder adecuadamente a las diversas situaciones que se pueden presentar en un mundo en constante cambio, y todo enmarcado bajo un fundamento teórico que sustente y propicie la formación integral del estudiante.

En este sentido, es de vital importancia contribuir desde la investigación en el campo de estudio disciplinar, teórico y metodológico antes descrito, al establecimiento de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

dinámicas formativas que propicien ambientes de interacción que exija a los estudiantes forjar una posición crítica frente al saber, ser analíticos e involucrarse en su formación.

De esta manera, este proyecto pretende ser parte de nuevas miradas hacia la investigación sobre la enseñanza de la biología celular, y base de diversas investigaciones que estén dirigidas al desarrollo e implementación de TIC con un fundamento epistemológico fuerte que las posicionen como herramientas de apoyo para alcanzar objetivos como un Aprendizaje Significativo Crítico.

Es por esto entonces que se justifica realizar trabajos en este campo y motivar el acercamiento a dichas temáticas, enfatizando en su importancia y en su novedad.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## MARCO TEÓRICO

La presente investigación posee dos ejes teóricos principales: el primero de ellos es la Teoría del Aprendizaje significativo (TAS) planteada por David Paul Ausubel en 1963, y el segundo es la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) planteada por Marco Antonio Moreira en el año 2000. Esta última se apoya en la primera y propone nueve principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico para implementar en el aula.

Con el fin de ampliar más las ideas relativas a los dos ejes teóricos de la investigación se realizará una descripción detallada de cada uno de ellos a continuación. Para ello inicialmente se describe la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y finalmente se habla acerca de la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira; cabe resaltar que luego de la descripción de cada teoría hay un apartado donde se hace referencia a los aspectos que se retoman y que se constituyen en el norte de la investigación. Por último, en la parte final se realiza un mapa conceptual donde se retoman las relaciones fundamentales entre las dos teorías y que son centrales para la investigación.

Teoría del Aprendizaje Significativo: la dinámica de la enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva cognitiva

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La idea fundamental y sobre la que se estructura y construyen los demás postulados de esta teoría cognitivista es la concepción de que la retención y adquisición de conocimientos se da mediante un proceso activo, el cual consiste en la interacción y relación entre el material de aprendizaje nuevo y las ideas apropiadas que el aprendiz posea; de esta manera se generarán nuevos significados, siempre y cuando esta relación se haga de manera plausible, consiente y no aleatoria ni literal.

Según Ausubel el aprendizaje de conceptos se da mediante la asimilación o la formación de los conceptos. El primer proceso es el que se da comúnmente en los entornos formales de aprendizaje y el segundo es el que se lleva a cabo en niños, quienes van tomando los atributos característicos de determinado concepto a través de la experiencia directa. Es importante resaltar aquí que en ciertas ocasiones esa “experiencia básica” -en términos de Bachelard- es el primer obstáculo epistemológico entre otros (verbal, animista, pedagógico etc.),y se convierte en un limitante para el aprendizaje y la formación del espíritu científico cuando la experiencia es colocada por encima de la crítica (Bachelard, 1948, p.27).

Profundizando en el principio de asimilación que es uno de los componentes de esta teoría que se retoma en la propuesta didáctica y en el diseño metodológico de la presente investigación, debido a la importancia que representa para el objetivo de lograr aprendizaje

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

significativo crítico; encontramos que durante la asimilación se dan tres procesos principalmente: primero un “anclaje selectivo del material de aprendizaje a ideas pertinentes ya existentes en la estructura cognitiva, segundo la interacción entre las ideas acabadas de presentar y las ideas pertinentes ya existentes (de anclaje), surgiendo el significado de las primeras como producto de la interacción, y por último el enlace en el intervalo de retención (memoria) de los nuevos significados emergentes con sus correspondientes ideas anclaje”(Ausubel, 2002, p.36).

Los nuevos significados son muy estables, ya que son el resultado de la modificación de las ideas anclaje (subsumidor) y las nuevas ideas mediante el proceso de interacción. De esta manera cuando se da el proceso de adquisición del conocimiento, este es seguido por la retención “que se puede facilitar en gran medida reforzando los aspectos pertinentes de la estructura cognitiva” y el olvido de los conocimientos” (Ausubel, 2002, p36).

Desde esta perspectiva conocer las ideas previas de los estudiantes se convierte en una tarea importantísima para aquel maestro que busque el aprendizaje significativo de sus estudiantes. No concebir esto en el proceso de enseñanza representa según Bachelard un obstáculo pedagógico, debido a la poca reflexión que los maestros hacen acerca de los conocimientos empíricos ya construidos por los estudiantes y por no concebir que la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

enseñanza es un intento por cambiar una cultura experimental y vencer los obstáculos amontonados por la vida cotidiana (Bachelard, 1948).

Además de mencionar los procesos que se dan durante y después de la asimilación, es de gran importancia resaltar que las ideas anclaje o subsumidores son los conocimientos apropiados que un aprendiz posee para relacionarlos con las nuevas ideas a aprender; los cuales cumplen el papel de ideas anclaje.

Para Moreira (1997), un subsumidor o los subsumidores, son “conocimientos específicamente relevantes en la estructura cognitiva del aprendiz que sirven de -matriz ideacional- y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos”; es decir, son conocimientos que funcionan como “puntos de anclaje”.

En el caso de Rodríguez Palmero (2004), la noción de subsumidor hace referencia a “la presencia de ideas, conceptos o proposiciones inclusivas, claras y disponibles en la mente del aprendiz”, también habla de que los subsumidores son “ideas-ancla” que sirven de base para nuevos conocimientos. Al referenciar esto se comprende entonces la importancia que representan los subsumidores que poseen los estudiantes para la Teoría del Aprendizaje Significativo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Debido a lo descrito anteriormente, la Teoría de Ausubel se enmarca dentro de un paradigma constructivista donde la educación se centra y parte de las necesidades del estudiante quien en últimas es un sujeto activo, debido a que no recibe el conocimiento nuevo tal cual como se le es enseñado sino que realiza y construye relaciones entre el nuevo saber y las ideas propias que poseen previamente a las enseñadas. Para ello\_ realiza un análisis necesario para la determinación de las ideas o aspectos de la estructura cognitiva más pertinentes para relacionarlas con los nuevos conocimientos. Además, el aprendiz percibe las diferencias y similitudes que hay entre los conceptos de su estructura cognitiva y las nuevas ideas, resolviendo las contradicciones y en resumidas cuentas haciendo una conciliación entre las ideas.

Desde la visión epistemológica de Bachelard es el aprendiz quien para comprender las ciencias y su construcción, “capta los conocimientos científicos en efectivas síntesis psicológicas; vale decir, en síntesis psicológicas progresivas, estableciendo respecto de cada noción, una escala de conceptos, mostrando cómo un concepto produce otro, cómo se vincula con otro” (Bachelard, 1948, p. 20).

Así pues, el objetivo central de este apartado era desglosar y analizar la asimilación del conocimiento desde la perspectiva cognitiva y epistemológica con el fin de mostrar la *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

importancia que este proceso tiene para el aprendizaje significativo y por supuesto para el aprendizaje significativo crítico que es el fin de esta investigación. Al comprender esto, la detección de las ideas previas se convierte en una función fundamental de un proceso de enseñanza cuya meta es el aprendizaje significativo; ya que de no ser así, el maestro al no conocer mínimamente las construcciones que los estudiantes han hecho sobre los conceptos de la ciencia, fácilmente será un precursor de aprendizajes significativos de ideas poco adecuadas; ya que por ejemplo, cuando el maestro no centra su enseñanza ni indaga por las ideas pertinentes y las estructuras cognitivas que sus estudiantes poseen con respecto a un conocimiento, fácilmente los obstáculos epistemológicos del estudiante pueden impedir que construya las relaciones pertinentes y surja el significado..

#### ***Tipos de aprendizaje significativo***

Además del principio central de asimilación del AS, Ausubel en el desarrollo de su teoría hace referencia a otros componentes importantes que estructuran y le dan argumentos a su construcción; entre ellos encontramos la diferenciación que hace de los tipos de aprendizaje significativo (donde describe el aprendizaje por recepción como una opción válida y acertada) y la concepción que tiene acerca del significado de tipo psicológico y lógico.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- *Aprendizaje de representaciones:*

Este aprendizaje ocurre cuando los estudiantes asocian los significados de los símbolos con los referentes y construyen un significado propio. Este tipo de aprendizaje es importante porque el individuo relaciona de manera no arbitraria el significado de los objetos y construye sustancialmente una representación.

- *Aprendizaje de conceptos*

En el caso del aprendizaje escolar, éste se da mediante el proceso de asimilación, como se describió anteriormente. Desde la perspectiva del AS, Novak (1991) y Ausubel (2002) definen los conceptos como “ideas unitarias genéricas o categóricas”, “objetos, eventos, situaciones o propiedades comunes” que están representados o poseen un signo y símbolo propio. Es importante resaltar que los conceptos poseen nombres y de éstos dependerá la capacidad para manipular y comprender; ya que los conceptos sin nombre son más difíciles de entender. Estos nombres se adquieren mediante el aprendizaje representacional significativo.

- *Aprendizaje de proposiciones*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además de construir representaciones, la tarea de aprendizaje significativo amerita de la comprensión del significado de las ideas o proposiciones; ya que el significado de estas últimas no es la suma de los significados de las palabras que las componen. Desde este sentido el aprendizaje del significado de las proposiciones se puede dar mediante un aprendizaje inclusivo o subordinado que se refiere a cuando la proposición nueva puede ser incluida o relacionada con una idea o ideas particular(es) en la estructura cognoscitiva del estudiante. Se dice que es derivativo cuando la nueva idea solo apoya una idea ya existente en la estructura cognoscitiva, y correlativo cuando es una “extensión, elaboración, modificación o limitaciones de proposiciones previamente aprendidas” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1991, p. 47).

Por otra parte también puede darse que la nueva proposición o concepto a aprender sean ideas relevantes más inclusivas que las que están en la estructura cognitiva; es decir, esas ideas nuevas son muy amplias y se relacionan con ideas muy específicas y menos inclusivas que posee el estudiante y que pueden estar contenidas en el nuevo conocimiento. A este último proceso de aprendizaje significativo se denomina aprendizaje superordinado. Además se puede dar un aprendizaje combinatorio cuando en las proposiciones o conceptos no se pueden relacionar con ideas superordinadas ni subordinadas de la estructura cognitiva, pero sí con múltiples ideas relevantes de esta estructura.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

### ***Principios facilitadores del aprendizaje significativo***

Hay muchos factores que afectan e influyen la estructura cognitiva del aprendiz, debido a esta situación es de gran relevancia tener en cuenta cuáles de esos factores y procesos pueden garantizar la asimilación de los nuevos conocimientos; por ello Ausubel propone cuatro principios facilitadores del Aprendizaje Significativo que se deben tener presentes e implementar durante este proceso. Cabe resaltar que aunque se postulen como principios, Ausubel los concebía como procesos que se daban en el estado de asimilación y retención del conocimiento nuevo. A continuación se describirán a profundidad estas premisas.

#### ***- Diferenciación progresiva***

Cuando el conjunto de ideas generales e inclusivas de la materia de estudio se presentan primero y se van diferenciando las ideas entrando en detalles y especificidad, se dice que ese material o nuevo conocimiento se ha organizado teniendo en cuenta el principio de diferenciación progresiva. Desde la teoría del AS se concibe que esta forma de presentar el material parte de dos suposiciones:

La primera de ellas es la que afirma que para los seres humanos es más fácil aprender aspectos diferenciados de una estructura más amplia para luego comprender sus aspectos específicos y menos inclusivos. La segunda suposición parte de que las ideas se

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

organizan en la mente de una manera jerárquica, donde hay conocimientos superordinados que abarcan ideas más específicas y características concretas, y conocimientos subordinados que son ideas específicas y menos inclusivas que pueden estar contenidas en una categoría más amplia.

Teniendo en cuenta la jerarquía anterior, Ausubel propone entonces que en el proceso de asimilación el sujeto comienza a organizar el nuevo conocimiento en términos de la diferenciación progresiva convirtiéndose esto en un proceso. Esto se da en la medida “que la nueva información es incluida dentro de un concepto o proposición dados, aquella se aprende y el concepto o proposición incluido se modifica. Este proceso de inclusión al ocurrir una o varias veces, conduce a la diferenciación progresiva del concepto o proposición incluida” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1991, p. 117). Desde la perspectiva de la teoría de asimilación planteada en el AS, la mayoría de este tipo de aprendizajes se da mediante la intervención de la diferenciación progresiva de los conocimientos como proceso.<sup>8</sup>

- ***Reconciliación integradora***

<sup>8</sup> Esta afirmación de la diferenciación progresiva como proceso derivado de la asimilación de un conocimiento nuevo la hace Novak. Para ampliar esta perspectiva véase Psicología cognitiva un punto de vista cognoscitivo de Joseph Novak (1991, pág. 117)

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Lo más importante de este principio es que invita a que en la medida que se desarrolla o se enseña el conocimiento se hagan aclaraciones donde se muestren al aprendiz las diferencias y las similitudes entre las materias de estudio, en otros términos se debe entonces señalar las semejanzas y divergencias más importantes para reconciliar las inconsistencias que pueden ser reales o aparentes. En términos de proceso, la reconciliación integradora permite al individuo que asimila el nuevo conocimiento combinar las diversas ideas nuevas y propias con relación a la conciliación de inconsistencias entre los conocimientos.

- ***Organización secuencial***

Es de vital importancia la organización y la secuencia en la cual se presenta el conocimiento nuevo a los estudiantes, ya que esto influye fuertemente el cuerpo de ideas, su relación y establecimiento. Debido a esto es imprescindible que se organice el conocimiento de la manera más coherente y cuya secuencia permita tener a disposición ideas que al asimilarse promuevan el aprendizaje de otras nuevas.

- ***Consolidación***

El proceso de consolidación de conocimientos por parte del aprendiz es imprescindible, ya que si no se aprenden y dominan las primeras ideas, esto afectará todo el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

proceso de asimilación y aprendizaje significativo siguiente. Según Novak, muchas investigaciones han demostrado que los aprendizajes no consolidados no podrán ser transferibles y utilizables en otras tareas de aprendizaje (Ausubel, Novak & Hanesian, 1991, p. 179). Para lograr entonces la consolidación del conocimiento es importante que el maestro continuamente repase, esclarezca y retroalimente mediante actividades la información que los estudiantes están aprendiendo.

***Manipulación y organización de la estructura cognitiva del aprendiz: Los organizadores previos***

Además de los anteriores principios facilitadores del aprendizaje significativo y en gran medida de la asimilación, Ausubel trabaja fuertemente el concepto de organizador previo como aquel material o estrategia mediante la cual el maestro puede intervenir en la estructura cognitiva del estudiante y de esta manera facilitar el aprendizaje.

***- Organizador previo***

Para Ausubel es importante utilizar un organizador previo cuando se presenten contextos en los que “las ideas pertinentes ya existentes en la estructura cognitiva son demasiado generales y carecen de un grado suficiente particular de pertinencia y contenido para actuar con eficacia como ideas de anclaje para las nuevas ideas presentadas mediante el material de instrucción en cuestión” (Ausubel, 2002, p. 40). En otros términos, en

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

situaciones donde los aprendices tienen ideas poco claras y pertinentes, se hace necesario un mediador que sirva como un puente cognitivo de ideas temporal que permita el anclaje y la relación entre las ideas propias del estudiante y los nuevos conocimientos.

Con el fin de que esta estrategia pedagógica funcione y permita a la mayor parte de los estudiantes esa conexión temporal de ideas, es necesario que el material de organización previa sea más general, inclusivo y con un nivel de abstracción mayor que las ideas o proposiciones que se desean aprender posteriormente.

#### ***Condiciones para facilitar el aprendizaje significativo***

Para finalizar con esta descripción de la Teoría del Aprendizaje Significativo, es necesario hacer referencia a las condiciones mínimas y necesarias en un proceso de aprendizaje significativo. Teniendo en cuenta la premisa fundamental de asimilación del conocimiento encontramos que es de vital importancia que el estudiante relacione sus propias ideas con el nuevo material de aprendizaje y obviamente para ello es importante que posea una disposición para hacerlo; ya que independientemente de lo potencialmente significativa que sea la información y el material empleado, puede que la intención del estudiante sea la memorización del conocimiento y no el aprender significativamente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Otro de los aspectos importantes a la hora del aprendizaje significativo, es el empleo de materiales potencialmente significativos. Para que un material posea esta característica es necesario que sea significativamente lógico y psicológico. En cuanto al significado lógico posee dos criterios el primero se refiere a la “relacionabilidad no arbitraria, lo cual significa que el material en sí muestra la suficiente intencionalidad y hay una base casi obvia para relacionarlo de modo no arbitrario con los tipos de ideas correspondientes” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1991, p. 51).

El segundo criterio es la relación sustancial “que significa que si el material de aprendizaje es lo suficientemente no arbitrario, un símbolo ideativo equivalente podría relacionarse con la estructura cognoscitiva sin que hubiese ningún cambio en resultante en el significado” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1991, p. 52)

#### ***Diferencia entre el significado lógico y el psicológico***

Es de gran importancia hacer la diferenciación entre lo que es el significado ***lógico*** y el ***psicológico*** con el fin de vislumbrar el papel que cumplen en el material potencialmente significativo y la estructura cognitiva propia de cada aprendiz en la construcción de significados.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*En relación con el significado lógico*, este hace referencia a los significados manifestados por los materiales de aprendizaje y la información dada. El material simbólico presenta un significado lógico si éste puede enlazarse y relacionarse de manera no literal con las ideas que se encuentren en la estructura cognitiva de seres humanos con capacidades generales. “Por ejemplo, si el material proposicional mismo consta de relaciones en general no arbitrarias, también se puede relacionar, casi por definición, de una manera no arbitraria y no literal con la estructura cognitiva de por lo menos algunas personas de una cultura dada y, en consecuencia, ser lógicamente significativo” (Ausubel, 2002, p. 130).

Por otra parte el *significado psicológico* o significado real es un proceso cognitivo propio de cada sujeto que aprende, en el sentido de que cuando se hace una relación no arbitraria y no literal de las proposiciones lógicamente significativas, depende de lo potencialmente significativo que sea el material y de “la posesión real por parte del estudiante, del fondo ideacional necesario para subsumirlo y anclarlo” (Ausubel, 2002, p. 131).

#### ***Aspectos a retomar de esta teoría de aprendizaje***

Teniendo en cuenta que la presente investigación ha apuntado a que los estudiantes desarrollen un aprendizaje significativo crítico de la célula en términos de la estructura y

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

función celular, por medio de una propuesta didáctica y la utilización de *software* de simulación; fue imprescindible adaptar las estrategias de enseñanza a las construcciones hechas por Ausubel, ya que desde la perspectiva de Moreira para lograr que los estudiantes desarrollen un pensamiento y una postura crítica en torno a este conocimiento es necesario promover un aprendizaje significativo.

Teniendo en cuenta las premisas del aprendizaje significativo, al implementar y escoger los *software* de simulación se tuvo en cuenta la potencialidad del material para ser significativo, y se adapta a unas actividades que le dieran este sentido. Esto con el fin de crear las condiciones para que se dé el aprendizaje significativo de los estudiantes. Otro de los fines con el uso de *software* y la construcción de actividades con el apoyo de estos, era promover la predisposición de los estudiantes a aprender mediante la motivación que estos materiales pueden generar en ellos.

Desde esta perspectiva, la propuesta didáctica se construyó en torno a la idea de asimilación del conocimiento y por tanto se concibe que los aprendizajes y las ideas que los estudiantes poseen, son determinantes para lograr la comprensión de la estructura y función celular. Se retoman también los principios facilitadores del aprendizaje significativo, ya que están directamente involucrados en el proceso de asimilación del conocimiento.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por un lado se retoma el principio de la diferenciación progresiva, teniendo en cuenta que los conocimientos acerca de la célula se organizaron de tal manera que las proposiciones más inclusivas se presentan al inicio y a medida que los estudiantes comprendan lo más general se comienza a enseñar lo más específico. Se retoma entonces la reconciliación integradora, considerando que este principio ayuda a que los estudiantes relacionen de manera consciente los conocimientos nuevos con los previos, al tener en cuenta las diferencias, inconsistencias y similitudes entre los conceptos y proposiciones a aprender. Así mismo, es imprescindible tener en cuenta la organización secuencial, para mostrar de manera coherente y accesible el conocimiento a enseñar. Además de estos principios facilitadores, en todo momento se tiene en cuenta la jerarquización del conocimiento, en términos de superordinación y subordinación de ideas, conceptos y proposiciones, desde la relación que hay entre ellas. Lo anterior es importante, dado que el estudiante al establecer una relación y/o jerarquización de manera consciente, podrá aprender de manera significativa y más aún aplicar esos conocimientos.

Siguiendo con este orden de ideas, la propuesta didáctica es flexible y se acomoda a las necesidades del contexto educativo, teniendo siempre en cuenta que los conocimientos en torno a la célula que poseen los estudiantes no son siempre pertinentes y suficientes para relacionarlos con los nuevos conceptos a aprender y que por tanto es necesario la utilización y el diseño de ciertos organizadores previos, con el fin de que los estudiantes organicen e interioricen ideas que sirvan como un puente cognitivo temporal entre lo que ellos antes conocían y los nuevos conocimientos. Estos organizadores previos son de vital

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

importancia como opciones pertinentes para el contexto educativo en el cual se lleva a cabo la investigación, puesto que los estudiantes presentan muchas dificultades con respecto al conocimiento de la célula.

Para finalizar se considera, que la Teoría del Aprendizaje Significativo es indicada y adecuada para promover el pensamiento crítico (basado en los planteamientos de Moreira) y para lograr una comprensión de la célula, su estructura y función.

A continuación se reflexiona y describe de manera detallada el segundo referente teórico que estructura y nordea la investigación.

Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico: de las bases teóricas y las premisas fundamentales

En lo referente a la construcción de la TASC, se evidencia fácilmente que su eje estructurante es la Teoría del Aprendizaje Significativo planteada por Ausubel. Moreira (2000) en la formulación de su teoría retoma todas las premisas del AS y complementa esta teoría cognitiva con planteamientos que surgen de los cambios y las nuevas necesidades de la sociedad actual; por ello Moreira se refiere al aprendizaje significativo crítico como una manera de que la educación tenga como objetivo el desarrollo del pensamiento crítico de *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

sus estudiantes para que éstos puedan desenvolverse y sortear de manera consciente los drásticos cambios que se dan continuamente en la sociedad. Para plantear estas ideas de criticidad se basa en los planteamientos de Postman y Weingartner (1969) descritos a continuación.

***La enseñanza como actividad subversiva orientada hacia la construcción de un pensamiento crítico***

Como ya se ha señalado anteriormente, la idea de aprendizaje significativo crítico tiene su cimiento en la teoría cognitiva del Aprendizaje significativo, teoría de la cual se retoman todos los principios y premisas fundamentales, y a la cual se hacen aportes desde la perspectiva crítica.

Al profundizar sobre lo crítico de la TASC es importante desarrollar las siguientes cuestiones: ¿qué propone Moreira acerca de la criticidad? ¿Cuáles son sus bases o sustentos? ¿De dónde surge esta idea? En primera instancia para comprender la idea de criticidad del autor se deben analizar los planteamientos de la enseñanza como una actividad subversiva propuestos por Postman y Weingartner. Estos dos autores encuentran que las actividades educativas son poco aptas para las verdaderas necesidades sociales, ya que se enseñan conceptos que no son coherentes con el continuo cambio de valores y pensamiento. Entre esos conceptos que plantean se encuentran; el de verdad absoluta, el de

***Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico***

certeza, entidad aislada, estados y cosas fijas, de causalidad simple, de diferencias paralelas y el de transmisión de conocimiento. A partir de esta premisa, Moreira retoma la idea y contribuye además al planteamiento de otros conceptos que acordes con las necesidades de la actualidad, también son incoherentes y continuamente trabajados en la dinámica educativa. Dentro de los planteados por Moreira (2000) encontramos:

- ***El concepto de información:*** a mayor cantidad de información mejor.
- ***El concepto de idolatría tecnológica:*** la concepción de la tecnología como el progreso y la calidad de vida.
- ***El concepto de consumidor consciente:*** cuanto mayor se consume y entre más objetos innecesarios se compren es mejor.
- ***El concepto de globalización de la economía:*** apoya la idea de libre comercio para todos.
- ***El concepto del mercado da cuenta:*** todo es negociable, hasta la educación se ve como una mercancía.

Moreira, en concordancia con los autores de la enseñanza como actividad subversiva, propone que la solución a una educación descontextualizada con las necesidades sociales, es obviamente la subversión pero orientada al desarrollo del aprendizaje crítico; desde esta perspectiva ya se deja de hablar de subversión para pensarse en el desarrollo de pensamiento crítico y en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, como una estrategia que permite al estudiante “lidiar con el cambio de forma constructiva,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar, la tecnología, sin convertirse en tecnófilo” (Moreira, 2005, p. 88).

Partiendo entonces desde los planteamientos de Ausubel y desde los construidos por Postman y Weingartner, Moreira (2000) plantea nueve principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico, entre los cuales encontramos:

- principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar\aprender preguntas en lugar de respuestas.
- principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos
- El principio del aprendiz como perceptor-representador
- Principio del conocimiento como lenguaje
- Principio de la conciencia semántica
- principio aprendizaje por error
- Principio del desaprendizaje
- Principio de la incertidumbre del conocimiento.
- Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*El cuestionamiento desde una mirada epistemológica.*

El primer principio que propone Moreira es el de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar\aprender preguntas en lugar de respuestas. Con referencia a la interacción social, este autor la concibe como un intercambio de significados entre el profesor y el estudiante. Esta interacción siempre debe estar mediada por cuestiones, ocasionando que la enseñanza se base en el intercambio de preguntas y no siempre en la transmisión de respuestas terminadas y conocimientos acabados del profesor a sus estudiantes.

Lo importante es que ese intercambio de significados se dé por medio de preguntas relevantes, apropiadas y sustantivas. Para que el estudiante adquiriera la capacidad de formular este tipo de preguntas es necesario que relacione de manera no arbitraria y no literal su conocimiento previo, evidenciando además que desarrolla un aprendizaje significativo crítico; ya que el aprendiz puede por la vía de las preguntas relevantes reflexionar a profundidad sobre los conocimientos, sus implicaciones y detectar también lo irrelevante y lo que no posee sentido. Cabe resaltar que Moreira no descarta totalmente la importancia de los momentos explicativos, ya que estos son también imprescindibles a la hora de compartir significados y son un buen escenario para negociar ideas. Al hacer un análisis minucioso de las premisas fundamentales de este principio facilitador del Aprendizaje Significativo Crítico (ASC) se encuentra una fuerte base epistemológica,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

relacionada con los planteamientos de Gastón Bachelard acerca de la construcción del conocimiento científico.

Según este epistemólogo, “para un espíritu científico todo conocimiento es una respuesta a una pregunta. Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada es dado. Todo se construye” (Bachelard, 1948, p.16). Afirmación que se convierte en un fundamento esencial de la posición de Moreira, quien concibe que la interacción social está mediada por el intercambio de cuestionamientos que representan una vía de negociación para que estudiantes y maestros compartan significados.

Lo anterior es importante, ya que desde la concepción de la TASC cuando la interacción entre estudiante y maestro está mediada por la formulación de preguntas relevantes, la dinámica de enseñanza\aprendizaje tiende a ser crítica; puesto que por un lado el maestro va más allá de la transmisión de conocimientos y explicaciones terminadas, lo cual exige a los estudiantes dejar de lado el aprendizaje memorístico y enseña a tener más cuidado con concepciones sin fundamento y con el uso de la opinión. Desde la visión epistemológica, el carácter crítico del conocimiento se traduciría en que “el espíritu científico nos impide tener opinión sobre cuestiones que no comprendamos, sobre cuestiones que no sabemos formular claramente. Ante todo es necesario saber plantear problemas. Y dígame lo que se quiera en la vida científica los problemas no se plantean por sí mismos” (Bachelard, 1948, p. 16).

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En este punto de la concepción epistemológica, la formulación de preguntas en la construcción del conocimiento científico es una forma de problematizar el conocimiento y adquirir la capacidad para buscar soluciones a los problemas planteados; lo que se convierte en un requisito fundamental de la formación de un pensamiento crítico por parte de los estudiantes.

- ***La diversidad de los materiales educativos y el Aprendizaje Significativo Crítico***

El segundo principio facilitador es denominado por Moreira (2005) “Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos”, y trata de que el proceso de enseñanza debe estar guiado por información de diversas fuentes y no únicamente por los contenidos del libro de texto. Emplear diversos materiales educativos amerita que los maestros seleccionen y descompacten el conocimiento en términos de importancia, pertinencia y relevancia. Logrando lo anterior, el maestro ayudará a que el estudiante comience a partir de la diversidad de fuentes a tomar una posición crítica frente a lo que aprende. Por último, es importante aclarar que el libro de texto didáctico de las escuelas es importante tenerlo en cuenta solo como una opción entre muchas, pero no como la única herramienta.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- *Aprendiz como perceptor-representador*

El tercer principio de la TASC se basa en los planteamientos de Ausubel acerca de la recepción como una actividad dinámica que amerita que el aprendiz relacione, diferencie e integre los conocimientos que aprende con las ideas que posee previamente.

Desde este sentido, para la TASC el estudiante es un perceptor-representador, ya que percibe el mundo desde sus ideas previas y lo representa. Para hablar de representación Moreira hace referencia a los modelos de Johnson Laird para quien los sujetos construyen “*modelos mentales*, análogos estructurales de estados de cosas del mundo. La principal fuente para la construcción de tales modelos es la percepción y su compromiso esencial es la funcionalidad para el constructor (perceptor/representador)” (Moreira, 2001, p. 8). Así pues, en un aprendizaje significativo crítico el estudiante debe percibir críticamente a partir de lo que se enseña y representarlo. Para lograr lo anterior es imprescindible que el maestro enseñe partiendo de que el estudiante no recibirá información por una vía pasiva, sino por medio de la percepción-representación.

- *El conocimiento como lenguaje*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Esta idea está muy relacionada con la anterior concepción acerca de la percepción; pues en términos de Moreira, el lenguaje está implicado en las formas de percibir el mundo. Con relación al conocimiento, se concibe que las diversas disciplinas son lenguajes y símbolos diversos que se refieren a determinado campo conceptual de conocimiento (físico, histórico, químico, biológico etc.), son formas de ver el mundo o de conocerlo. Así pues, en la dinámica de enseñanza, el maestro enseña un lenguaje determinado que se relaciona estrechamente con una manera de ver el mundo, con una percepción acerca de este. Por otra parte, al relacionar lo anterior con la TASC aprender significaría adquirir nuevas formas de lenguaje y por tanto de percepción del mundo, con el fin de compartir significados e interactuar socialmente. En resumidas cuentas el aprender implica comprender y manejar el lenguaje de determinada disciplina.

- ***La conciencia semántica***

El quinto principio facilitador del aprendizaje significativo crítico hace referencia a las concientizaciones principales que los aprendices deben tener en cuenta a la hora de aprender significativa y críticamente.

La primera y la más importante de esas concientizaciones tiene que ver con la premisa referente a que el significado está en las personas y no en las palabras; esto significa que los significados son asignados por las personas, quienes perciben el mundo y

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

lo representan. En otros términos, el significado de las palabras ha sido atribuido por el sujeto quien necesita tener conocimientos previos para relacionar los conocimientos y asignarles significados a las palabras. Desde la perspectiva epistemológica de Toulmin, los conceptos científicos son representaciones y formas de pensamiento:

*“Adquirimos pues, nuestro dominio del lenguaje y el pensamiento conceptual en el curso de la educación y el desarrollo, y los conjuntos particulares de conceptos que aprendemos reflejan formas de vida y de pensamiento, comprensión y expresión, corriente en nuestra sociedad. En ciertos aspectos, los patrones así desarrollados son, como puede demostrarse, productos de la historia y la prehistoria cultural.” (Toulmin, 1977, p. 52).*

Esta premisa de Toulmin se relaciona con la primera concientización en el sentido de que los significados de las palabras y por tanto de los conceptos son como este epistemólogo lo afirma, representaciones o expresiones culturales, sociales y por tanto individuales. Desde este sentido la palabra no posee un significado sino que es una comunidad la que le asigna un significado a determinado concepto símbolo o palabra. En referencia a los procesos educativos este proceso de asignar significados se da individualmente cuando se aprende y es en todo momento dinámico y constructivista. Esto está estrechamente relacionado con la segunda concientización mencionada por Moreira, y se refiere explícitamente a que la palabra no es la cosa, solo es una representación de ésta.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La tercera consideración hace referencia a la dirección del significado dependiendo del grado de abstracción; para ello se basa en lo planteado por Ausubel acerca de los significados denotativos y connotativos. Lo anterior tiene relación con la manera como se adquieren los significados; es decir, si el proceso es automático únicamente o amerita de una conciencia y de ciertas operaciones cognitivas activas<sup>9</sup>.

Siguiendo con este orden de ideas, el significado es *denotativo* cuando se aprenden las características y atributos de un concepto de manera significativa, reflejando básicamente un contenido cognitivo diferenciado.

Por otra parte los *significados connotativos* son resultado de la construcción de varias relaciones idiosincráticas de carácter afectivo y actitudinal, que evoca una situación desde la experiencia particular (Ausubel, 2002, p.149). En términos de Moreira “los significados intencionales, subjetivos, personales son llamados *connotativos*; los significados extensionales, objetivos, sociales, se denominan *denotativo*” (Moreira, 2005, p. 10).

<sup>9</sup>La primera opción proviene de la corriente neoconductista, la cual afirma que los conceptos son respuestas comunes a estímulos del medio y la segunda está fuertemente influenciada por la teoría cognitivista la cual considera que se involucran procesos cognitivos diferentes (Ausubel, 2002, pág. 81).

La cuarta y última concientización se refiere a la evolución del significado de las palabras.

- ***Principio del aprendizaje por error***

Con referencia al error, la TASC lo concibe como una forma de aprender y construir el conocimiento, ya que la construcción del conocimiento científico se ha dado mediante la superación de errores y es algo que se da de manera análoga en el individuo; puesto que a partir del error y su superación, el estudiante podrá aprender significativa y críticamente el conocimiento. Aquí el papel del estudiante y el maestro sería detectar el error para superarlo, y partiendo de esto concebirlo como una oportunidad para aprender.

- ***Principio del desaprendizaje***

Cuando un conocimiento previo impide el aprendizaje significativo de uno nuevo, es necesario que el aprendiz desaprenda o no utilice ese conocimiento previo para asimilar el nuevo conocimiento. Cabe resaltar que el desaprendizaje o la no utilización de las ideas previas o concebidas no es sinónimo de borrar estas últimas, ya que es una tarea imposible desde el sentido cognitivo del Aprendizaje Significativo. Se trata solo de no usar aquellas ideas previas que carecen de relevancia para relacionar el conocimiento nuevo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por otro lado esta idea de desaprendizaje también es importante para lo que Moreira denomina supervivencia a un ambiente permeado por el cambio. Ya que según este autor el desaprendizaje es imprescindible para indicar al estudiante cuándo es necesario dejar de utilizar ideas que son irrelevantes y cuándo es importante emplear otras pertinentes. Esto en resumidas cuentas amerita que el pensamiento del aprendiz sea flexible y esté orientado por la discriminación de lo relevante e irrelevante.

- ***Principio de la incertidumbre del conocimiento***

Este Principio hace referencia a que se da un aprendizaje significativamente crítico en la medida que el estudiante comprenda que el conocimiento es incierto y no es absoluto, ya que las definiciones son construcciones humanas originadas desde la construcción de las preguntas y depende de las cuestiones que se hagan sobre el mundo. A su vez, la forma de llegar a las respuestas de estas preguntas es limitada e incierta ya que muchas veces no se poseen los mecanismos necesarios para llevar a cabo esto.

Por otra parte el conocimiento es metafórico dado que amerita del empleo de ciertas analogías para poder explicarlo y entenderlo. Teniendo en cuenta estas consideraciones acerca de lo que es el conocimiento, el estudiante que aprende críticamente tendrá una visión más global y flexible acerca de lo que conoce.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

### *Diversidad de estrategias de enseñanza*

El último principio que Moreira propone, hace referencia a que la enseñanza no debe relegar un papel poco participativo al estudiante, sino por el contrario implementar diversas estrategias y materiales que permitan al aprendiz pensar críticamente.

### *Aspectos que se retoman de la TASC*

De esta última teoría se retoma la idea del pensamiento crítico y cuatro de los principios facilitadores que propone Moreira.

Con respecto al componente crítico, este es importante para la investigación debido al contexto donde se lleva a cabo, puesto que es necesario que los estudiantes utilicen el conocimiento que aprenden en la escuela para que lo implementen en la vida diaria, reflexionen sobre este y no lo aprendan memorísticamente sin atribuirle un sentido.

Por otra parte se retoma el principio del cuestionamiento como un medio para que los estudiantes aprendan a desarrollar la criticidad en torno al conocimiento científico, sean

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

activos y construyan sus conocimientos partiendo de la elaboración de preguntas como una actividad fundamental en el proceso de construcción del conocimiento. Así pues, el proceso de interacción social por medio del cuestionamiento dinamiza el papel del estudiante y en cierta medida permitirá la construcción del conocimiento de la célula.

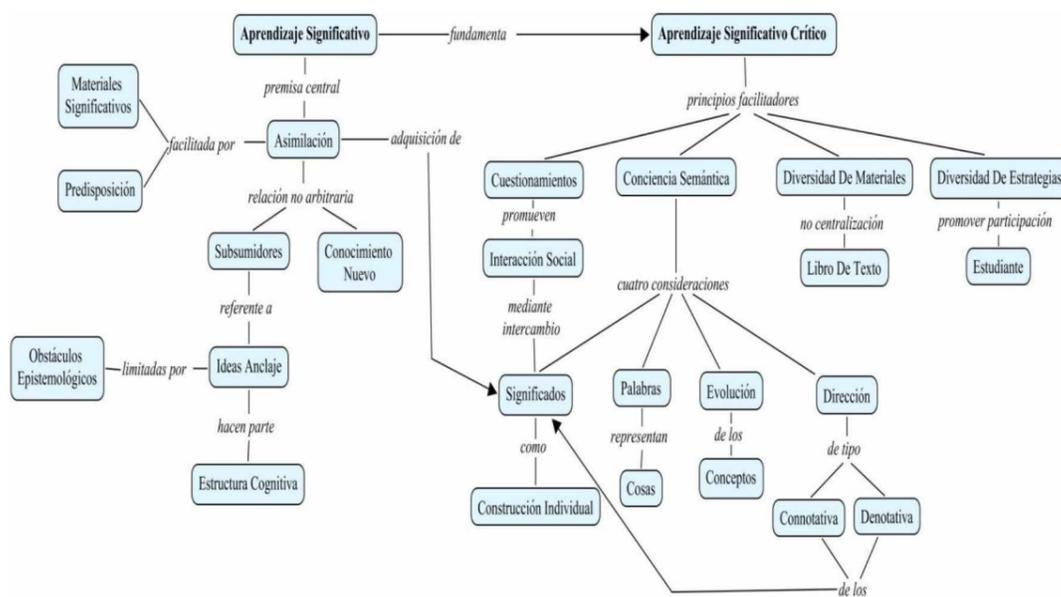
El principio de la conciencia semántica se empleará con el fin de que los estudiantes desmitifiquen el conocimiento y comprendan además de manera consciente que son ellos mismos quienes establecen el significado; el cual no es delimitado ni absoluto. Desde esta perspectiva el estudiante podrá en cierta medida entender críticamente las construcciones en torno a la célula, siendo flexibles sus formas de pensamiento y permitiendo la aplicación de estos conocimientos en su cotidianidad.

Para llevar a cabo este objetivo, es importante implementar diversas fuentes de información y también múltiples estrategias tales como discusiones en torno a situaciones problema, relaciones y construcción de ejemplos desde lo cotidiano, experimentación y observaciones, para garantizar que los estudiantes cumplan un papel central en la construcción de su propio conocimiento y por tanto en la formación de su pensamiento y la visión del mundo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*Relación entre referentes teóricos*

Para finalizar es importante retomar las ideas y las relaciones más importantes que hay entre las dos teorías que son norte de la investigación, para ello entonces se construye el siguiente mapa conceptual donde se puede visualizar de mejor manera lo anterior.



Grafica 4: relación entre referentes teóricos

El anterior mapa conceptual muestra las premisas fundamentales y algunas posibles relaciones que pueden darse entre las dos teorías que son la base de esta investigación. Retomar tanto la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel (1963) como la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (2000) planteada por Moreira, es indispensable para

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

esta investigación ya que es importante resaltar y trabajar con la coherencia que hay entre los aspectos cognitivos de la teoría de Ausubel y los planteamientos actuales de Moreira.

Con referencia a la teoría cognitiva de Ausubel tenemos que, la premisa fundamental es lo que éste denomina principio de asimilación, lo cual hace referencia a que el aprendiz para aprender de manera significativa debe relacionar de manera no literal y no arbitraria, ideas o concepciones que haya aprendido previamente y que sean pertinentes (subsumidores) para el nuevo conocimiento a aprender. Esta relación puede ser limitada y dificultosa debido a que es probable que se dé con ideas no pertinentes que muchas veces son obstáculos epistemológicos, como los denomina Bachelard (1948), ideas que no permiten el desarrollo del espíritu científico y la comprensión de la ciencia.

A su vez, este aprendizaje significativo puede facilitarse mediante el uso de materiales potencialmente significativos, los cuales poseen un significado lógico que tiene que ver, como lo afirman Novak, Ausubel y Hanesian (1991) con la obvia relacionabilidad que muestra con los subsumidores que se encuentren en la estructura cognitiva del aprendiz. Ahora bien, el significado psicológico es el resultado del proceso cognitivo propio de cada sujeto.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En síntesis, esta teoría cognitiva es importante a nivel educativo desde el paradigma constructivista, debido a que las estrategias educativas del maestro estarán centradas y partirán de las ideas que los estudiantes posean con relación a los temas de enseñanza.

Ya en cuanto a la relación que hay entre los dos constructos teóricos que son base de la investigación, se puede afirmar que lo principal es que Moreira retoma todas las premisas de la Teoría de Ausubel; sin embargo, considera que ese aprendizaje significativo debe estar orientado hacia el desarrollo de diversas actitudes críticas (pensamiento, lenguaje, consciencia, participación, cuestionamientos etc.), debido a las necesidades que han traído consigo los continuos cambios de las sociedades actuales.

La idea de pensamiento crítico es retomada de los planteamientos de Postman y Weingarnert (1969) acerca de la enseñanza como una actividad subversiva. Moreira de manera similar a lo que hace Ausubel construye nueve principios facilitadores del aprendizaje significativo crítico; de los cuales, debido a los propósitos de la investigación que giran en torno a facilitar el aprendizaje y desarrollar pensamiento crítico a partir de la temática de la estructura celular y sus funciones, se retoman cuatro

El primero de ellos es el principio de la interacción social y del cuestionamiento.

Enseñar\aprender preguntas en lugar de respuestas; el cual trata de que los maestros y

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

estudiantes compartan significados mediante preguntas, para evitar que la educación solo se centre en las respuestas.

El segundo de los principios es el de la conciencia semántica, y hace referencia a que los estudiantes comprendan que los conceptos y sus significados evolucionan y que además estos significados se construyen individualmente.

Por otra parte, los otros dos principios hacen referencia a aspectos didácticos de las estrategias. Uno de ellos es el principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos; este se centra en que el maestro escoja otras fuentes de información para enseñar ciencias y no solo se centre en el libro de texto. Y por último el Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza, trata de mostrar la importancia de que los maestros incluyan diversas actividades educativas donde los estudiantes tengan una mayor participación en el proceso de construcción del conocimiento.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## DISEÑO METODOLÓGICO

### ***ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN***

La presente investigación se fundamentó en un enfoque cualitativo, el cual se consideraba permitiría una comprensión profunda del problema desde todas sus dimensiones apuntando así a un análisis holístico del problema educativo en cuestión y a una descripción amplia y fundamentada de su complejidad a partir de modelos descriptivos e interpretativos que resultaran de una lógica en la que el proceso de construcción de explicaciones se diera a partir del análisis de la información que aportara el estudiante en relación con el proceso de enseñanza en el que se encontraba inmerso y que sería indagado por instrumentos acordes a dicha metodología.

Por otro lado, la investigación cualitativa y su sentido humanista hizo que fuera primordial para el estudio de fenómenos relacionados con el hombre como tal y con su proceso de formación, y en correspondencia permitió acceder a información de carácter personal a partir de las interpretaciones, sensaciones, expresiones y todo tipo de manifestaciones humanas representadas en el lenguaje y plausibles por medio de este enfoque investigativo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para conseguir los objetivos planteados en la investigación por medio de este enfoque, se recurrió a una de sus herramientas denominada estudio de caso y a diferentes fuentes de información y estrategias de análisis que se presentan a continuación:

#### **TIPO DE ESTUDIO:**

Con el fin de analizar a profundidad el impacto de una propuesta didáctica orientada por la Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel (1976) y Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico planteada por Moreira (2000), y valorar la contribución de las simulaciones computacionales en la comprensión del concepto de célula, su estructura y función por parte de los estudiantes que cursaban sexto grado en la Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño S.J., se realizó un estudio colectivo de 10 casos correspondientes a estudiantes del grupo sexto D.

La definición del tipo de estudio de caso estuvo orientada por la clasificación que hace Stake (1998) acerca de los estudios de caso, y bajo la cual para llegar a la denominación de un estudio como colectivo, se hace necesario entender otro de los procesos que es el estudio de caso instrumental; pues el autor afirma que en un estudio de caso instrumental, ***“el caso representa un instrumento para conseguir la comprensión de algo diferente al caso específico con que se hace la investigación”*** (p. 16, 26, 27, 63, 69, *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

71, 87) y que un estudio de caso colectivo es “*el estudio de varios casos dentro de un mismo proyecto*”, (p. 18, 32, 85); en palabras de Neiman & Quaranta (2006), el estudio de caso instrumental puede constituirse a partir del interés en un problema conceptual o empírico más amplio que el caso puede iluminar y el estudio de caso colectivo resulta de la suma de estudios de caso similares. De esta forma pues, se buscaba comprender no a los estudiante en sí mismos, sino a partir de ellos y del análisis de la información aportada a lo largo del proceso, cómo al emplear diferentes estrategias de enseñanza entre éstas las simulaciones computacionales se pudo contribuir a que el estudiante alcanzara un aprendizaje significativo crítico y de igual manera, las limitantes que existen a la hora de implementar nuevas metodologías, en un contexto donde lo que prima es el aprendizaje memorístico.

Para la realización de este estudio clasificado como colectivo se seleccionaron diez casos de los cuarenta y cinco estudiantes que conformaban el grupo sexto D. Los diez casos fueron seleccionados de manera intencional teniendo en cuenta que tuvieran características diversas en cuanto a:

- Comportamiento: entendiendo este como la disposición física que manifestaba el estudiante en las diferentes actividades propuestas dentro de la clase de ciencias, se buscó

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

seleccionar aquellos que tuvieran un buen comportamiento y otros que no, con el fin de conocer en qué medida las estrategias didácticas y los diferentes materiales educativos implementados favorecían su disposición para el proceso de aprendizaje del concepto de célula, su estructura y función.

- Motivación: este criterio se valoró como el interés y entusiasmo; es decir, a la disposición psicológica que mostraban los estudiantes para el aprendizaje de las ciencias y que se podía entender como la predisposición para aprender, y de esta manera se constituyó en una condición para el aprendizaje significativo; por lo cual fue importante poder analizar en qué medida las estrategias implementadas aportaron a la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la temática.

- Participación en clase: se tuvo en cuenta la cantidad y calidad de las intervenciones de los estudiantes durante diferentes actividades de la clase y tomó importancia atender a la diversidad presente en los estudiantes respecto a este criterio con la intención de conocer el impacto de estrategias como la planteada, en la que se favoreció la interacción social en búsqueda de un ASC.

- Rendimiento académico: se atendió a este criterio mediante la selección de estudiantes con diferente logros, se consideró importante no solo para hacer un análisis de lo obtenido luego del proceso a partir de diferentes puntos de partida, sino además porque fue uno de los criterios más notables de la población estudiantil y por ende una selección de tal variedad fue una muestra representativa de la naturaleza que se estudió.

- Capacidad de cuestionamiento: es este uno de los criterios menos valorados por la enseñanza tradicional, pero con miras a un aprendizaje significativo crítico, dicha *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

capacidad adquirió un papel fundamental y en consecuencia fue valorado tanto en quienes eran habilidosos para ello mediante la formulación de preguntas claras y coherentes que generaban discusión como en aquellos que no lo hicieron por diferentes razones, y de esta forma se apuntó al objetivo de propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades para formular preguntas de manera coherente, bien fundamentadas y estructuradas acerca de la célula, su estructura y función a partir de diversas actividades que implicaron la interacción e intercambio de ideas.

- Capacidad argumentativa: a la par de la importancia que representó la formulación de preguntas claras, coherentes, bien fundamentadas y estructuradas, la capacidad de argumentar incluyó la claridad de las ideas y la convicción que estas generaron a partir del discurso de quien las expuso. Esta capacidad no solía estar muy fortalecida en los estudiantes y cada vez es menos favorecida por las estrategias evaluativas que apuntan a únicas respuestas y por otras prácticas escolares que no reconocen el valor de estas para la formación de un pensamiento crítico; sin embargo, fue posible establecer diferencias en los estudiantes frente a esta habilidad y se hizo importante atenderlas para identificar el aporte de la propuesta didáctica en este sentido argumentativo.

La selección intencional de los casos atendiendo a estas características, se hizo con el fin de poder observar el avance de los estudiantes desde diferentes puntos de partida y poder así evaluar el impacto de la propuesta didáctica, pero además, poder hacer un análisis

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

partiendo de situaciones y comportamientos naturales dentro del ámbito educativo teniendo como base una población representativa de todo un grupo.

De esta forma fueron seleccionados diez estudiantes, entre ellos cuatro niñas y seis niños cuyas edades variaban entre los once y trece años, algunos presentaban excelente comportamiento en clase evidenciado en la disposición para atender y la eficiencia en la realización de los trabajos propuestos, otros en cambio requerían mayor acompañamiento y en ocasiones llamados de atención para que cumplieran con los objetivos de la clase; también algunos solían ser participativos en momentos de discusión y socialización, en trabajos grupales y en todo tipo de actividades, mientras que otros demostraron una actitud pasiva; de la misma manera algunos frecuentemente formularon preguntas referentes a la temática abordada e incluso preguntas que llevaron el tema a estadios más avanzados y dan cuenta de una extrapolación del conocimiento y una posición crítica frente a lo aprendido, mientras que otros nunca cuestionaron e incluso solían quedarse con dudas o con incertidumbres. Muy pocos de ellos utilizaron amplios y buenos argumentos para responder a preguntas formuladas o para participar en las discusiones, en este aspecto podría decirse que la mayoría presentaron dificultad para argumentar.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

### ***PROPUESTA DIDÁCTICA:***

Seleccionados los diez casos se procedió a la aplicación de la propuesta didáctica que se pretendía valorar y la cual contempló diez sesiones distribuidas en tres fases denominadas fase inicial, intermedia y final. Cada una de estas fases con sus respectivos instrumentos y procedimientos se describe a continuación:

#### Fase inicial:

Constó de tres sesiones de clase denominadas 0, 1 y 2, de 90 minutos cada una; durante esta fase se hizo en la primera sesión, una aproximación al uso de los mapas conceptuales como herramienta potencialmente facilitadora del aprendizaje significativo y la cual tuvo un valor importante a lo largo de la propuesta didáctica, dicho acercamiento se hizo por medio de actividades como una explicación de las generalidades sobre un mapa conceptual, construcción grupal de un mapa conceptual en torno a un tema espontáneo y construcción individual a partir de una lectura asignada y previamente preparada. En esta fase, la atención se centró en el conocimiento de las ideas previas de los estudiantes buscando identificar como lo propone Ausubel, los subsumidores (o ideas pertinentes que poseían los estudiantes frente al tema) los cuales fueron importantes a la hora de construir relaciones y significados nuevos con respecto al conocimiento enseñado y a partir de los cuales se orientó el proceso de enseñanza. Es por esto que en la segunda sesión se aplicó el taller de indagación de ideas previas que consistió en un cuestionario de 10 preguntas que indagaba por asuntos como el concepto de célula, la representación gráfica de una de ellas,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

la ubicación tanto en la naturaleza como en el cuerpo humano, la forma y tamaño de una célula, la importancia, el funcionamiento y las organelas celulares. En dicha sesión también se hizo un primer uso de las simulaciones computacionales por medio del navegador celular *kokori* a partir del método POE, dicho navegador es parte del *software kokori* y permite navegar por la célula identificando sus diferentes estructuras. Dentro del trabajo con esta la situación problema planteada, estuvo referida a que en un laboratorio un grupo de estudiantes había diseñado una nave con la cual existía la posibilidad de viajar hasta el interior de una célula y se propuso que construyeran predicciones sobre lo que podrían encontrar allí, posteriormente se les permitió interactuar con la herramienta y finalmente se les pidió que explicaran lo acontecido y la relación con lo que habían predicho.

En la sesión 3 de esta fase el tema abordado fue la evolución de la teoría celular, dentro de la cual las actividades fueron: una exposición de la docente sobre los diferentes momentos históricos que hubo para ésta, un video y un taller para realizar en equipo. Esta sesión es fundamental en relación con el principio de conciencia semántica específicamente en lo referente a la evolución de los conceptos.

Así pues durante esta fase inicial, los instrumentos y procedimientos de recolección de información fueron: los mapas conceptuales, el taller de ideas previas, el método POE, el cuaderno de notas y el instrumento de observación a partir del cual las investigadoras recogían información de aspectos actitudinales por parte de los casos durante el proceso.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Los espacios para dichas actividades fueron: el aula de clase, el aula de computadores y la sala de audiovisuales.

Fase intermedia:

Incluyó tres sesiones denominadas 3, 4 y 5 de clase, de 90 minutos cada una, en dicha fase se hizo un acercamiento a los conceptos más generales de la temática atendiendo con esto al principio programático de diferenciación progresiva según el cual se deben presentar los conceptos más generales e ir avanzando hacia la especificidad; en este sentido entonces se abordó en la sesión 3, el concepto de célula, la diferenciación en unicelulares-pluricelulares y procariotas-eucariotas mediante la presentación de imágenes y espacios de discusión e intercambio de preguntas y la elaboración de un mapa conceptual; en la sesión 4 el tema de trabajo fue tamaños y formas celulares y se abordó a partir de un conversatorio, la presentación de una animación denominada *cells alive*, el dibujo de diferentes formas celulares y se realizó un quiz. Finalmente en la sesión 5 se trabajó la clasificación experimental de las células por medio de una práctica de laboratorio.

Así pues dentro de esta fase los instrumentos y procedimientos de recolección de información fueron: el mapa conceptual, el quiz y el instrumento de observación de aspectos actitudinales. Y las actividades se llevaron a cabo en el aula de sistemas y aula de clase.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Fase final:

Consistió en 4 sesiones denominadas 6, 7, 8 y 9. En la sesión 6 se abordó el tema de composición interna de organelas celulares utilizando el programa de simulación laboratorio celular, y se propusieron algunos dibujos sobre la célula animal y vegetal, la elaboración de un cuadro comparativo entre ambos linajes y un taller de aplicación.

En la sesión 7 se trabajó la membrana celular y el transporte de sustancias a partir de actividades como una explicación magistral, el dibujo del mosaico fluido, la presentación de los mecanismos de transporte de sustancias mediante animaciones y una actividad experimental orientada bajo el método POE haciendo uso de bolsas de salchicha como membrana semipermeable. Dicha sesión se llevó a cabo en el aula de clase y tuvo una duración de 90 minutos. La sesión 8 trató de la composición interna de la célula, es decir de las organelas celulares y se propusieron allí actividades como conversatorio, exploración interactiva de organelas celulares en una presentación elaborada en el programa prezi que parte de una imagen de una célula y a partir del zoom le permite al estudiante ir adentrándose en cada una de las organelas y conocer ahí su estructura y función. También se elaboró un cuadro resumen, se llevaron a cabo las misiones 2, 3 y 4 del *software kokori* y un quiz. Finalmente en la sesión 9 se aplicó un cuestionario final equivalente al aplicado para ideas previas con el fin de obtener evidencias sobre los logros de cada uno de los casos analizados. En esta fase como instrumentos de recolección de información, se tuvieron: el taller, método POE, quiz, cuestionario final y el instrumento de observación de las

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

investigadoras. Dichas sesiones de trabajo se llevaron a cabo tanto en el aula de clase como en el aula de sistemas.

A continuación se presenta la propuesta didáctica completa:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## **SESIÓN 0**

TEMA: mapas conceptuales para aprender ciencias

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

Dada la importancia que tienen los mapas conceptuales en la búsqueda de un aprendizaje significativo de cualquier temática se propuso esta actividad con el fin de aportar los elementos necesarios para que los estudiantes aprendieran a construirlos y a valorarlos como una herramienta para organizar y estructurar su propio aprendizaje y de esta forma pudieran ser valorados en el proceso educativo desde diversas actividades tanto explicativas como evaluativas y por ende informativas acerca del aprendizaje de los estudiantes y las relaciones establecidas entre los conceptos abordados.

Durante la presente investigación, los mapas conceptuales tuvieron un papel fundamental dentro de las actividades propuestas para la enseñanza y el aprendizaje de la temática de célula: por lo cual esta sesión preparatoria fue de suma importancia.

ACTIVIDAD 1: explicación mapas conceptuales. Se inició la sesión con un conversatorio en el que se preguntó a los estudiantes ¿qué es un mapa conceptual? y ¿cuál es su importancia? A partir de las respuestas que ellos aportaron, se expuso la definición de mapa conceptual y la importancia que tienen dentro del proceso de aprendizaje y se diferenció lo que es un concepto (palabra que empleamos para designar cierta imagen de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

un objeto o una situación; es decir, palabra que conlleva a una representación mental) y lo que es un conector (palabra que no designa una imagen pero sirve para unir dos conceptos en una proposición), se recurrió a diferentes ejemplos aportados por el docente y dando la oportunidad de que los estudiantes también hicieran aportes al respecto. A continuación se presentó una lista de palabras y los estudiantes de acuerdo con lo comprendido, eligieron aquellas que fueran conceptos y explicaron por qué dichas palabras eran conceptos y las otras no.

Posteriormente se ejercitó el uso de palabras de enlace, escribiendo en el tablero una serie de frases con espacios donde cada estudiante debía proponer una palabra de enlace que la complementara, por ejemplo: \_\_\_\_\_ Cielo \_\_\_\_\_ azul; \_\_\_\_\_ sillas \_\_\_\_\_ duras; \_\_\_\_\_ lápices \_\_\_\_\_ mina; \_\_\_\_\_ Seres vivos \_\_\_\_\_ conformados \_\_\_\_\_ células; \_\_\_\_\_ Materia \_\_\_\_\_ masa.

Finalmente se explicó cómo se estructuraban los conceptos y palabras de enlace dentro de un mapa conceptual para que dieran lugar a proposiciones.

ACTIVIDAD 2: construcción grupal de un mapa conceptual. Consistió en elaborar un mapa conceptual en el tablero con ayuda de los estudiantes, para esto:

- Se propuso un concepto clave, el cual fue: medios de transporte.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- Se pidió a los estudiantes que nombrarán conceptos relacionados con este tema y se iban escribiendo en el tablero. De ahí surgieron conceptos como bus, taxi, avión, tren, moto, etc.
- Se pidió que indicarán cuales conceptos eran más generales y cuales menos y se ubicaron categóricamente en el tablero.
- Se les pidió que nombraran posibles palabras de enlace que unieran y le dieran sentido a los conceptos y se escribieron en el tablero
- Se organizó el mapa conceptual y se pidió que lo plasmaran en sus cuadernos.

ACTIVIDAD 3: construcción individual de un mapa conceptual. Esta actividad se realizó de forma individual y consistió en la lectura de un pequeño texto aportado por la docente a partir del cual los estudiantes debían seleccionar los conceptos más importantes y posteriormente construir un mapa conceptual; se aportaron tres textos diferentes con el fin de que el trabajo fuera personal y no se recurriera a la copia de los trabajos de los compañeros, esto con el fin de hacer más clara la comprensión individual de la temática y las dificultades de cada estudiantes al respecto. Esta actividad fue recogida al final de la sesión.

Los textos fueron:

El Sistema Solar está formado por el Sol y los astros que giran a su alrededor, que son los planetas, planetas enanos, satélites, asteroides, cometas y meteoritos. Los ocho planetas del Sistema Solar que se conocen en la actualidad son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Y los planetas enanos son: Plutón, Eris,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

descubierto en 2005, y el asteroide Ceres. El resto de componentes del sistema solar, conocidos como cuerpos pequeños son los asteroides, los cometas y los meteoritos.

A tu alrededor hay millones de seres vivos tan pequeños que no puedes verlos a simple vista y para observarlos, es necesario utilizar un microscopio. Estos organismos diminutos reciben el nombre de microorganismos. Hay tres grupos principales de microorganismos: los virus, las bacterias y los protistas. Los virus parasitan o invaden las células de plantas y animales, las bacterias pueden vivir en multitud de lugares, desde lo alto de las montañas hasta las zonas más profundas de los océanos, y también dentro de plantas y animales y pueden ser beneficiosas o perjudiciales. Los protistas, también viven en casi todos los lugares y son especialmente abundantes en el agua.

Las plantas son seres vivos porque nacen, crecen, respiran, se alimentan y se reproducen, la mayoría de las plantas que conoces están formadas por tres partes: el tallo, las hojas y la raíz. La raíz es más difícil de ver, porque está escondida dentro de la tierra pero es muy importante ya que sujeta la planta al suelo y absorbe el agua y las sales minerales que esta necesita. El tallo sostiene las hojas, las flores y los frutos. Las hojas son una especie de láminas de color verde que salen del tallo y de las ramas y se encargan de realizar la fotosíntesis a partir de la cual la planta obtiene la energía.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## SESIÓN 1

TEMA: exploración de ideas en los estudiantes sobre la temática celular

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

Se buscaba desde esta fase inicial del proceso, observar y analizar cómo se presentaban y desarrollaban los 4 principios seleccionados de la TASC que orientaban la investigación:

- Interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas.
- Principio de la conciencia semántica.
- Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos.
- Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno y de la diversidad de estrategias de enseñanza.

ACTIVIDAD 1: Taller de indagación de ideas previas. Consistió en una actividad individual con el fin de ubicar al estudiante dentro del tema de estudio que se iniciaba y hacer explícitas sus concepciones, razón por la cual dicho taller fue tomado en cuenta como instrumento de recogida de información. El taller contenía preguntas como las siguientes<sup>10</sup>:

1. ¿Qué es para ti una célula?
2. ¿Dónde están las células en la naturaleza?

<sup>10</sup> Ver anexo 1

3. ¿Has observado alguna vez una célula? ¿dónde?
4. ¿Cuál crees que sea la importancia de la célula en la vida?
5. Realiza un dibujo en el que muestres cómo crees que es la célula.
6. ¿Cómo funciona la célula?
7. ¿Te parece importante aprender sobre la célula?, ¿por qué?

ACTIVIDAD 2: uso del navegador celular *kokori* haciendo uso del método

POE. El simulador virtual *kokori*, ofrece en su contenido un navegador de célula en el cual el estudiante puede hacer un recorrido a través de un modelo 3D de la célula y sus estructuras bajo su propio control y con la posibilidad de observar la estructura desde diferentes ángulos y posiciones. También tiene la posibilidad de observar allí el fenómeno de entrada de virus y bacterias y la ubicación de las macromoléculas en cada estructura celular.

Se pretendió que durante esta primera actividad, el estudiante tuviera un acercamiento inicial a este simulador y que a partir de la discusión grupal que estuvo orientando la exploración virtual, expresara y discutiera con sus compañeros de grupo sobre su conocimiento respecto al tema, esto además de aportar información sobre el punto de partida conceptual de los estudiantes para el desarrollo de posteriores actividades, permitió que el estudiante se interesara por el tema de trabajo y se relacionara con el tema y con el programa con el cual se realizaron diferentes actividades a lo largo de la intervención.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

El uso del navegador se hizo con base en el método POE en el cual a partir de una situación problema planteada, los estudiantes debían predecir lo que sucedería, observar lo que sucedía y finalmente explicar la relación entre lo predicho y lo observado. Además, antes de que se dispusieran a observar la simulación, la docente hizo una orientación inicial grupal sobre cómo usar el programa y durante el transcurso de la actividad se propusieron una serie de preguntas con el fin de generar discusión y argumentación de los estudiantes sobre lo que observaban y sobre el conocimiento que tenían acerca del tema.

La situación problema se presentó a los estudiantes mediante lectura en voz alta y fue la siguiente:

*En un laboratorio científico dirigido por estudiantes, se ha diseñado una pequeñísima nave con la cual pretenden llegar a una célula e identificar sus estructuras. Esta nave ha sido un invento muy importante, pues además de permitirles a las personas conocer la célula también les permite ver algunos fenómenos increíbles como la entrada de un virus o una bacteria a ese lugar ¿Si tuvieras la oportunidad de viajar en esa nave con que crees que te encontrarías al llegar? ¿Cómo crees que sería ese lugar por fuera y por dentro? ¿Qué crees tú que puede pasar en el momento en que entra un virus? ¿Qué crees tú que puede pasar en el momento en que entra una bacteria? Dibuja ese lugar tal y como lo imaginas.*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Se dio tiempo suficiente para que consignaran estas predicciones e hicieran entrega de las mismas a la docente y luego se procedió a la observación.

La observación se hizo en el momento en que los estudiantes ejecutaron el programa y eligieron la opción navegar, esta observación estuvo orientada por las siguientes preguntas:

1. ¿Qué imagen se observa?
2. ¿En qué lugar del mundo crees que está tu nave?
3. ¿Qué logras ver dentro de esa imagen?
4. ¿Qué lograste reconocer dentro de la célula observada?
5. ¿Qué pasa en ese lugar cuando entra una bacteria?
6. ¿Cuál es el nombre de la estructura que atrapa la bacteria?

Finalmente se pidió a los estudiantes que escribieran y entregarán un resumen de lo observado y una comparación entre esto y lo que ellos habían predicho que sucedería.

El navegador se descarga con el programa desde la dirección:  
<http://www.kokori.net/~kk/el-proyecto-kokori>

Además del taller, se utilizó la observación como instrumento para obtener información en la primera fase de la investigación. En dicha observación se pretendía *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

identificar el nivel que los estudiantes manifestaban en asuntos como la argumentación, la capacidad de formular preguntas, el nivel conceptual, el interés por la temática, entre otros.

## SESIÓN 2

TEMA: Historia de la construcción de la teoría celular

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En esta sesión se busca que el estudiante comenzará a desarrollar una conciencia semántica a partir del acercamiento a los cambios que ha sufrido el concepto de célula, y la comprensión de errores, falencias y limitaciones que durante 181 años tuvieron las personas y científicos que participaron en la construcción de este concepto. Es decir, que luego de participar en estas actividades los estudiantes comprendieran que las palabras son representaciones de las cosas, que los significados de estas son asignados por las personas y que esos significados evolucionan continuamente.

La sesión comenzó con el planteamiento de ciertas cuestiones a los estudiantes con el fin de observar que sabían acerca de la construcción del concepto de célula. Algunas de estas cuestiones fueron: ¿Quién descubrió la célula? ¿Cuáles son los postulados de la teoría celular? ¿Quién los planteó?

ACTIVIDAD 1: exposición evolución de la teoría celular. En esta actividad se relató a los estudiantes la historia acerca de la manera como se descubrió la célula detallando las falencias, limitaciones y esfuerzos que los estudiosos tuvieron que afrontar y el cómo sus creencias fueron las que le dieron forma y llenaron de sentido la teoría celular y el concepto de célula. Para ello la historia se dividió en cuatro capítulos o acontecimientos que marcaron este desarrollo. Inicialmente se hizo alusión a la creación de *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

las lentes y el primer microscopio mostrando imágenes del inventor y el instrumento, luego se explicó de donde había surgido el nombre de célula y quien lo había asignado. Por último se mostró cómo se fue planteada la teoría celular y el error inicial que esta tuvo, y se hizo referencia a los experimentos de Robert Rimack que lo llevaron a corregirla y a plantearla tal y como actualmente se conoce. Luego de contar cada acontecimiento se dictó a los estudiantes la información proporcionada.

ACTIVIDAD 2: video. Con el fin de que las dudas que hubieran surgido del relato inicial se despejarán y que por varias formas los estudiantes se acercarán al conocimiento, se presentaron dos videos que resumían y mostraban de manera más ilustrativa la historia de la teoría celular.

ACTIVIDAD 3: taller. Luego de que los estudiantes pudieran vislumbrar los principales acontecimientos de la construcción de la teoría celular y comprendieran que fue una historia permeada por muchas controversias y dificultades, se planteó un taller para resolver en grupos con el fin de permitir la discusión sobre el tema y la consolidación de los conceptos. El taller contenía preguntas como:

1. Según la historia, diga como el concepto de célula ha cambiado y evolucionado durante el desarrollo de la teoría celular. Mencione las definiciones que cada científico le dio.
2. ¿qué significa que la célula sea la unidad funcional de los seres vivos?
3. ¿De dónde provienen las células?
4. ¿Cuál fue el instrumento que permitió el descubrimiento de la célula?

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

5. ¿Cuál es el significado de la palabra célula? ¿Qué representa?

6. ¿La teoría celular planteada por Schelder y Schwann fue totalmente verdadera? ¿Cuál fue el error de esta teoría?

### SESIÓN 3

TEMA: concepto de célula, diferenciación de organismos unicelulares-pluricelulares y eucariotas-procariotas.

#### DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

Esta sesión estuvo basada en los principios de “la no utilización de la pizarra y la no centralización en el libro de texto”; se busco mantener la participación activa del estudiante, propiciando un diálogo constante entre ellos y las docentes a partir de la implementación de varias estrategias de enseñanza. Así mismo se utilizó el principio de la interacción social y del cuestionamiento buscando reflejar en este punto inicial:

- ¿Qué tan crítico es el estudiante frente a lo que se le está enseñando?
- ¿Cómo formula y estructura preguntas?
- ¿Cuál es el vocabulario que utiliza? ¿se acerca a un vocabulario científico?
- ¿Cuál es el tipo de respuestas por las que indagan las preguntas formuladas por los estudiantes?

Las preguntas que formularon los estudiantes dieron cuenta del nivel que tenían en el tema, además, expresaron lo que querían saber, lo que les inquietaba, lo que les daba dificultad. La formulación de preguntas en esta actividad también permitió evaluar la capacidad crítica y de análisis de los estudiantes frente a la temática. A partir de este momento, los estudiantes empezaron a relacionar información, a construir y asignar significados.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

ACTIVIDAD 1: Presentación de imágenes y discusión en torno a éstas. Se

presentaron a los estudiantes diferentes imágenes del hombre, el perro, una planta y una bacteria y posteriormente se hizo una discusión en torno a estas imágenes bajo preguntas orientadoras, con el fin de propiciar un espacio para el intercambio de preguntas a partir del cual se construyeran conceptos y de manera que respondiera al principio de interacción social y del cuestionamiento de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. A lo largo de esta discusión se hizo un dictado de ideas que recogían los planteamientos discutidos con el fin de que los estudiantes pudieran consignarlos en sus apuntes de una forma activa y participativa. El primer bloque de preguntas formuladas por el docente fue: *¿Qué tienen en común los cuatro organismos? ¿Por qué no los podemos ver? ¿Qué pasaría si estas estructuras dejan de funcionar? ¿Seguiría cumpliendo las funciones vitales para los organismos?*

Al final de esta primera parte de la discusión y partiendo de la construcción que se logró con los estudiantes se dictó un párrafo en el cual se recogieron las ideas discutidas y que pudo servir como organizador previo; en este caso con la función de **activar** los conocimientos previos del estudiante. Se prosiguió la discusión buscando construir con los estudiantes un concepto de célula, la pregunta para este segundo momento fue: *¿Que son las células?*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Seguidamente se proyectaron algunos ejemplos, tomados de:

<http://ixedu.com/es/ciencias/celula/index.htm>

<http://www.youtube.com/watch?v=fNyq4A08mTo&feature=playerembedded>

Se indicaron a los estudiantes algunas generalidades y se les pidió que dibujaran y pintaran los 3 tipos de células. Se continuó la discusión con estas preguntas: *¿Todos los organismos están constituidos por el mismo número de células? ¿Por qué? ¿Una sola célula puede constituir a un organismo?*

Se presentaron imágenes de organismos unicelulares y pluricelulares como ejemplo de lo discutido, encontradas en:

[http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo\\_ov/2BCH/B2\\_CEL\\_ULA/t21\\_CEL\\_ULA/INDICE.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeo_ov/2BCH/B2_CEL_ULA/t21_CEL_ULA/INDICE.htm)

Se continuó la discusión, esta vez en torno a la pregunta *¿Cómo más se clasifican las células?* Luego de discutir esta pregunta se dictó el siguiente contenido. *Las células pueden clasificarse como eucariotas o procariotas:*

1. *Los procariotas son estructuras muy simples, sin núcleo y cuyo material genético se encuentra disperso en el citoplasma, (no está empaquetado) un ejemplo de ello son*

*las bacterias.* Aquí se presentó un esquema de una bacteria y se nombraron sus

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

elementos estructurales y se presentó una imagen que muestra diferentes formas de células bacterianas. Los estudiantes realizaron los dibujos correspondientes.

2. *Las eucariotas son estructuras con núcleo, es decir su material genético se encuentra dentro de un compartimiento separado del resto de las estructuras de la célula. En el grupo de las eucariotas encontramos las células animales y las vegetales.*

A continuación se presentó un esquema de célula animal y vegetal donde los estudiantes pudieron advertir semejanzas y diferencias con ayuda de la docente. Se les pidió que realizaran los dibujos correspondientes y que escribieran las diferencias que pudieran encontrar. Las imágenes de los dos tipos de células se encuentran en: [http://www.cellsalive.com/cells/cell\\_model.htm](http://www.cellsalive.com/cells/cell_model.htm)

ACTIVIDAD 2: mapa conceptual. Se propuso la elaboración por parte de los estudiantes de un mapa conceptual donde se relacionaran los conceptos trabajados durante la clase; ésta actividad se hizo para entregar a la docente y además de servir como actividad evaluativa fue un instrumento de recogida de información para la presente investigación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

#### SESIÓN 4

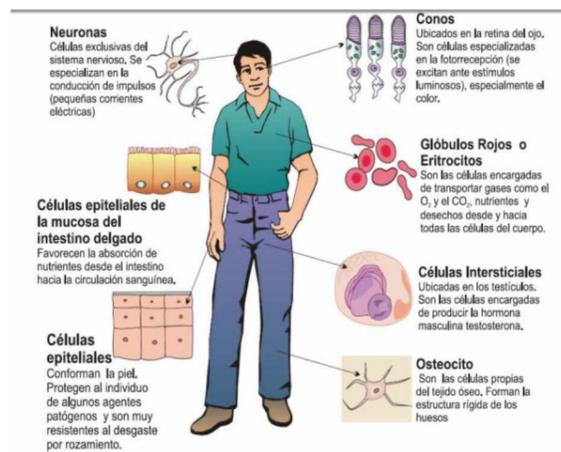
TEMA: tamaños y formas celulares.

##### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

En esta sesión se valoraron los principios de “la no utilización de la pizarra y la no centralización en el libro de texto”, bajo la pretensión de incentivar la participación e interés de los estudiantes frente al tema de estudio; así mismo se valoró el principio de la interacción social y del cuestionamiento, a partir de actividades que propiciaran el trabajo en grupo, la reflexión y la curiosidad, además de posibilitar la disposición de espacios que permitieran advertir la asertividad y construcción de sus repuestas y la coherencia y exigencia de las preguntas que formulaban en dicho punto del proceso.

ACTIVIDAD 1: conversatorio. Consistió en la discusión en torno a una pregunta orientadora a partir de la cual se dio inicio a la temática del día. La pregunta orientadora fue: *¿Las células de un organismo son iguales en forma y tamaño?* Luego, para explicar los tamaños de las células se les mostró un alfiler (*Indagando qué se podía poner sobre la cabeza de los alfileres*). A continuación se les presentó la animación de qué tan grande es una célula <http://www.cellalive.com/howbig.htm> y se presentó una imagen representativa de diferentes formas y tamaños celulares, la imagen fue:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*



ACTIVIDAD 2: quiz. Se planteó un quiz con el cual se busco advertir la capacidad de análisis y de argumentación que los estudiantes habían desarrollado respecto al tema. Dicho quiz fue utilizado también como instrumento de recolección de información para la presente investigación. Ver anexo 2.

ACTIVIDAD 3: Simulación Primera misión de **kokori**. Se llevó a cabo la primera misión para aprender a manejar el programa y navegar dentro de la célula, conocer una célula por dentro, sus componentes y tamaños relativos de las organelas. Para llevar a cabo esta actividad de apoyo inicialmente se les informó a los estudiantes como se manejaba el programa y se les asignó cierto tiempo para que practicarán y luego completaran la misión.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para hacer el reconocimiento de la primera misión del videojuego, los estudiantes recibieron una guía orientadora que desarrollaron a lo largo de la exploración y debían entregar a la docente con las respuestas pertinentes, la guía planteaba la siguiente situación:

*Ahora eres un gran operador de nanobot; por lo tanto ingresar a la célula manejando tu nanobot recolector, recórrela, observa e intenta completar la misión, pero cuidado que hay unas pequeñas organelas redondas muy poderosas que te pueden dificultar el trabajo porque son capaces de destruir todos los cuerpos extraños que ingresan a la célula.*

*La misión consiste en utilizar el nanobot recolector e ir a diferentes organelas y reparar otros nanobots amigos que se quedaron averiados. Solo debes tocarlos para repararlos.*

Con esta actividad de apoyo se fortaleció la temática vista hasta ese momento y los estudiantes utilizaron los conocimientos adquiridos y se acercaron al conocimiento interno de la célula, reconocieron sus organelas y algunas de sus funciones, pudieron identificar si se trataba de una célula procariota, eucariota, animal o vegetal.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## SESIÓN 5

TEMA: clasificación experimental de las células

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

ACTIVIDAD 1: práctica de laboratorio. Esta actividad experimental se hizo con el fin de que los estudiantes relacionarán los modelos de célula presentados en las imágenes y simulaciones, con la observación directa de estas estructuras a partir del microscopio compuesto. A su vez se llevo a cabo con el objetivo de analizar la construcción de conceptos por parte de los estudiantes hasta éste punto de la propuesta, en otros términos, se valoró la conciencia semántica de los estudiantes a la hora de elaborar los significados de los conceptos tratados.

A continuación se describe los materiales y procedimientos seguidos para la realización de la práctica.

### Materiales

- 10 portaobjetos y 10 cubreobjetos
- 5 microscopios compuestos
- Hojas de guarda parque (*Setcreacea purpurea*).
- Levadura
- Placas fijas de células sanguíneas

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- 4 palillos de dientes
- Azul de metileno
- Aceite de inmersión
- Papel limpia lentes (pañuelos faciales).
- Goteros
- Beakers con agua
- cebolla

#### Reconocimiento de organismos unicelulares y pluricelulares

Montaje #1: se partió la hoja de guarda parque y se sacó lentamente la epidermis del haz de la hoja, se colocó en el portaobjetos, se le agregó una gota de agua y se le puso el cubreobjetos. Se observó en los objetivos de 4X y 10X.

Montaje #2: se tomó un poco de la levadura granulada y se le agregó agua. Se tomó con un gotero una gota de la mezcla, se añadió al portaobjetos y se cubrió con el cubreobjetos. Se observó en los objetivos de 10X y 40X del microscopio.

Se observaron con detenimiento las hojas de la planta de guarda parque y se compararon con el polvo de levadura. Para esta observación se propuso el siguiente trabajo: ***¿Puedes observar las células?, ¿qué tipo de organismos son pluricelulares o unicelulares? Explica tus respuestas. Imagina y dibuja cómo serían las células de ambos organismos y señala las partes que tienen en su interior. Compara tu construcción con los montajes del microscopio tanto de la hoja de planta de guarda parque como el de la de***

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*levadura. ¿Qué diferencias y similitudes hay entre las dos muestras? ¿Cuál de los dos organismos está vivo? ¿Por qué? Realiza el dibujo de las dos muestras y señala las partes que reconozcas de las células.*

#### Diferencias estructurales entre células epidérmicas vegetales

Montaje #3: se partió una cebolla en gajos, se le sacó cuidadosamente la epidermis y se llevó al portaobjetos, se le agregó una gota de agua y se cubrió con el cubreobjetos.

Para la observación, se dieron las siguientes indicaciones: ***observa los estomas del montaje de la hoja de guarda parque y compara estas células con las del montaje de cebolla. Dibújalas y coloréalas. Realiza un cuadro de diferencias y similitudes entre ambas estructuras. ¿Qué funciones cumplen? Trata de ubicar algunas partes de las células. Encuentras alguna similitud entre las imágenes de células vegetales y el montaje de la cebolla y la planta de guarda parque. Explica tu respuesta.***

#### Diferencias estructurales entre células humanas

Montaje #4: se tomó un palillo de dientes y se pidió a un estudiante voluntario, que lo frotara suavemente en las paredes internas de la boca, se extendió la muestra del palillo en un portaobjetos y se agregó una gota de azul de metileno, por último se colocó el portaobjetos y se hizo la observación en 40X.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La observación se orientó bajo los siguientes parámetros: *Observa y compara las diferentes células sanguíneas entre sí y con las células de mucosa bucal. Dibuja y colorea. ¿Por qué la diferencia de función determina la forma de las células? ¿Hay alguna similitud entre las fotografías e imágenes de las células humanas y los montajes observados?*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## SESIÓN 6

TEMA: composición interna de la célula: organelas celulares

### DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

Esta actividad propició la aplicación de los principios de “la no utilización de la pizarra y la no centralización en el libro de texto”, aquí se mantuvo la participación activa del estudiante, se propició un diálogo constante entre los estudiantes y las docentes a partir de la implementación de varias estrategias de enseñanza como la utilización del laboratorio virtual.

Además se abordaron los principios de la interacción social y del cuestionamiento y la conciencia semántica; pues la actividad buscó que los estudiantes se relacionaran con el programa, le dieran sentido y reaccionarán ante él y su información de manera crítica, a partir de su exploración y realización de un cuestionario sencillo, que les permitiera tener un primer acercamiento al conocimiento de las organelas celulares y les generara inquietudes, llevándolos a formular preguntas, que dieran cuenta de la evolución de esta habilidad en cuanto al nivel crítico, estructural y analítico de las mismas, lo cual se valoró durante la clase mediante la participación de los estudiantes.

La actividad exigía que los estudiantes leyeran cuidadosamente el texto de cada organela y la analizaran, además permitió relacionar lo que se estaba explorando con lo visto en sesiones anteriores, apropiándose de los saberes y dándole sentido a lo aprendido.

Además se posibilitó a partir del trabajo grupal, la interacción e intercambio de significados

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

entre los mismos estudiantes y estudiantes y docentes. El desarrollo y socialización de la actividad permitió evaluar la evolución de la capacidad de argumentación y síntesis que habían desarrollado los estudiantes, así mismo se hizo evidente el nivel de comprensión de la temática y la calidad y pertinencia de las preguntas formuladas.

Dentro de esta sesión se buscó analizar información como: *¿Los estudiantes reconocen las organelas celulares tanto de la célula animal como de la vegetal? ¿Los estudiantes desarrollan conocimientos sobre las funciones y procesos que se dan al interior de la célula? ¿Los estudiantes son capaces de simular y explicar los procesos celulares? ¿Los estudiantes analizan y aplican los conocimientos adquiridos en el proceso?*

Se utilizó el laboratorio virtual que se puede descargar en esta dirección:  
<http://laboratorio-celular.uptodown.com/>

La actividad con el laboratorio virtual se llevó a cabo exclusivamente para dar la clase como una herramienta de apoyo que facilitará el entendimiento de los procesos y las estructuras celulares a partir de las simulaciones. Este recurso virtual no se utilizó para procesos evaluativos, ya que tiene un enfoque conductista, donde se establece un proceso de prueba error, sin espacio para una reflexión crítica que le permita al estudiante

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

determinar por qué una respuesta es correcta y otra no; lo cual no propicia un aprendizaje significativo, que es por lo que propende este trabajo.

ACTIVIDAD 1: presentación de la simulación laboratorio celular. La docente realizó una presentación del laboratorio (utilizando el proyector) para mostrarles a los estudiantes como se manejaba el laboratorio y lo que se encontraría en él.

ACTIVIDAD 2: interacción con el programa. Se les permitió a los estudiantes que se relacionaran con el programa y lo explorarán poniendo especial atención en las funciones de las diferentes organelas celulares y en los procesos que se llevan a cabo en su interior, también se hizo énfasis en el reconocimiento de las diferencias entre una imagen real y una representación de la célula.

ACTIVIDAD 3: aplicación

Se llevo a cabo una puesta en común de lo encontrado en la exploración y se pidió a los estudiantes que realizarán los dibujos de la célula animal y vegetal advirtiéndoles sus diferencias. Finalmente se construyó con la participación de los estudiantes un cuadro comparativo entre los dos linajes celulares. El cuadro fue el siguiente:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

#### CÉLULA ANIMAL

- 1.-Presenta membrana celular simple.
2. No tiene plastidios.
3. presenta vacuolas de menor tamaño.
4. Tiene centrosoma.
5. Presenta lisosomas
6. No se realiza la fotosíntesis
7. Nutrición heterótrofa

#### CÉLULA VEGETAL

1. Presenta membrana y pared celular (rigidez).
2. presenta plástidos como el cloroplasto.
3. presenta vacuolas de mayor tamaño.
4. no tiene centrosoma.
5. carece de lisosomas.
6. se realiza función de fotosíntesis.
7. nutrición autótrofa.

## **SESIÓN 7**

TEMA: “la membrana celular: su relación con procesos de intoxicación y deshidratación”

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES:

Este conjunto de actividades fueron elaboradas con el fin de promover la conciencia semántica de los estudiantes con respecto a la función y estructura celular, para lograr esto fue indispensable que el aprendiz comprendiera que los significados son construidos por cada persona y que evolucionan continuamente y que las diferentes imágenes de células mostradas como representaciones que se refieren a la realidad, pero no como la realidad en sí misma. Para lograr esto se utilizaron herramientas como las animaciones y se hizo relación a procesos de la vida cotidiana.

ACTIVIDAD 1: exposición membrana celular y sus componentes, Dibujo del modelo de mosaico fluido.

Con el fin de captar la atención y generar interés en los estudiantes esta sesión inició haciendo referencia a la importancia de aprender las funciones y estructura de la membrana plasmática para la comprensión de procesos como la deshidratación, la intoxicación por bebidas alcohólicas y los peligrosos tóxicos que podían ingresar a las células contenidos en los alimentos preparados con ingredientes sintéticos. Luego de esto se comenzó con la descripción de la estructura de la membrana celular.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Estructura de la membrana: la membrana celular está compuesta por carbohidratos, lípidos y proteínas, en este punto se hizo importante hacer la relación de estas moléculas con las que cotidianamente consumen los estudiantes mostrando así que los lípidos son las grasas, las proteínas las contenidas en las carnes y los carbohidratos los azúcares. Los lípidos constituyen dos capas la cara externa que comunica a la célula con el exterior y la cara interna que se conecta con el citoplasma y las demás organelas son la parte hidrofílica del lípido, es decir se pueden mezclar con el agua y permanecer en contacto con esta (hidro significa agua y filia significa amigo, entonces las cabezas hidrofílicas son amigas del agua). Por otra parte hacia el interior de la doble capa se encuentra la parte hidrofóbica; es decir, la que repele el agua. Por otra parte las proteínas están inmersas en las capas de lípidos y pueden ser de dos clases:

Proteínas integrales: son las que atraviesan las dos capas de lípidos.

Proteínas periféricas: son las que se encuentran ubicadas en una de las dos capas de lípidos.

Por último los carbohidratos se encuentran en la cara externa de la membrana y conforma lo que se llama glucocalix; este consiste en cadenas de carbohidratos que cuando se unen a los lípidos se denominan glucolípidos y cuando se unen a proteínas se denominan glicoproteínas. Estos son importantes ya que dependiendo de su ubicación y tamaño le dan identidad a la célula, es la huella dactilar de esta. Por ejemplo, nuestro tipo de sangre es producto de la cantidad, ubicación y forma de los carbohidratos que hay en la membrana de nuestras células sanguíneas, son los llamados anticuerpos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Luego de describir la estructura se explicó que esto es solo un modelo construido por los científicos para explicar el por qué la membrana posee diversas funciones y este es denominado mosaico fluido, denominado así porque se piensa y los experimentos comprueban que la membrana es un collage o mosaico de múltiples proteínas, y es fluida debido a que los lípidos están en constante movimiento.

Para finalizar esta actividad se pidió a los estudiantes que dibujaran y colorearan en sus cuadernos el modelo de la membrana.

ACTIVIDAD 2: animación sobre el proceso de transporte celular y explicación de diferentes mecanismos de transporte. En esta actividad se describieron las funciones de la membrana plasmática y se relacionaron con procesos que se dan cotidianamente como la deshidratación, la acción de bebidas alcohólicas y de algunos conservantes de alimentos.

#### Funciones de la membrana celular

1. Delimita y protege la célula
2. transporte e intercambio de sustancias
3. Determina la forma
4. Es la huella dactilar de la célula, dándole identidad

#### Transporte de sustancias

La membrana es selectiva lo que quiere decir que permite la entrada de unas sustancias y de otras no dependiendo del tamaño y la característica de estas. Esta sirve

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

entonces para transportar sustancias de desecho o tóxicas desde el interior de la célula al exterior, o sustancias nutritivas desde el exterior hacia el interior de la célula.

La difusión que puede ser simple o facilitada es el proceso mediante el cual las sustancias atraviesan la membrana sin gasto de energía a favor de un gradiente de concentración. El proceso de difusión simple lo podemos entender mediante la deshidratación del cuerpo. Por ejemplo cuando comemos alimentos con mucha sal o mango con sal sentimos luego una sensación de sed, esto es debido a que se da el proceso de difusión simple, debido a que en el exterior las células de nuestro cuerpo hay mucha sal, la célula expulsa a través de la membrana el agua contenida en el interior para equilibrar las concentraciones.

Es así como la difusión simple es el paso de solutos o solventes a través de la membrana de un lugar de mayor concentración a uno de menor. Mediante la bicapa de lípidos.

En la difusión facilitada, se transportan las sustancias mediante las proteínas de membrana de un lugar de mayor concentración a uno de menor, tal y como se muestra en la imagen este depende de que el tamaño de las partículas corresponda al de las proteínas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

ACTIVIDAD 3: experimento. Se realizó un experimento sencillo donde se mostró la difusión facilitada y se aplicó el método POE (La actividad se evaluó mediante la participación de cada estudiante y la construcción de predicciones y explicaciones durante el experimento, esto tuvo una valoración cualitativa; al final se pidió a los estudiantes que aportarán ejemplos de la vida cotidiana donde se evidenciaran los procesos de osmosis o diálisis.

Inicialmente se presentaron las variables y condiciones del experimento a los estudiantes con el fin de que cada uno pudiera predecir lo que pasaría; luego se realizó el experimento y por último se pidió a los estudiante que dieran una explicación de lo sucedido con base en los contenidos vistos y que establecieran semejanzas y diferencias entre sus explicaciones y los resultados.

Condiciones del experimento: un empaque individual de salchicha que representa la membrana celular tiene en su interior agua con sal y almidón, se sumerge en un vaso desechable transparente con agua. Al cabo de un tiempo considerable ¿qué sucede?

Resultados del experimento: partiendo de que en el interior de la membrana simulada hay mayor concentración de de sal que en el exterior de esta, la sal o el azúcar se

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

movería hacia fuera de la membrana y se combinaría con el agua del vaso, hasta el punto de lograr un equilibrio en las concentraciones. Mientras que el almidón al ser tan grande no atravesaría la membrana.

Por último se hizo referencia a otros procesos que suceden en el transporte de sustancias tóxicas a través de la membrana celular, se describió entonces como algunas de esas sustancias pueden generar daños en la membrana y hasta en el material genético provocando cáncer.

El efecto del alcohol y las bebidas alcohólicas sobre la membrana: hay sustancias que pueden alterar la permeabilidad de la membrana como por ejemplo el alcohol, los detergentes etc., en el caso del alcohol debido a su composición química este se une a las proteínas y altera su función, haciendo por tanto que la célula no pueda controlar el paso de agua, causando la deshidratación celular y atravesando al interior e intoxicándola. Es por esto que el alcohol sirve para eliminar bacterias ya que este les daña las membranas de los microorganismos. Los detergentes por su lado pueden atrapar los fosfolípidos de la membrana generando huecos en la bicapa que ocasionan la deshidratación de la célula y el daño.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

El benceno y el cáncer: como sabemos las sustancias se transportan a través de la membrana dependiendo del tamaño y la naturaleza química de estas. La mayoría de sustancias provechosas para la célula poseen tamaños y composiciones adecuadas ser transportadas. Así mismo hay ciertos tóxicos y sustancias cancerígenas que también pueden atravesar las células y los podemos adquirir mediante los alimentos que contengan muchos químicos y conservantes como las gaseosas, los jugos de fruta sintéticos como el hit, del valle, en salsas etc. Uno de los conservantes cancerígenos que es muy común encontrar en estos alimentos es el benzoato de sodio, éste cuando se combina con la vitamina C se convierte en benceno que es una sustancia cancerígena liposoluble que a traviesa rápidamente la membrana y genera mutaciones en el material genético generando cáncer. Es por ello que en la actualidad muchas personas mueren de esta enfermedad debido a que cotidianamente consumen alimentos poco sanos. Por ello es muy importante revisar siempre las etiquetas de los alimentos que consumimos para ver que sustancias estamos comiendo.

## SESIÓN 8

TEMA: Composición interna de la célula: organelas celulares

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

Para ésta sesión se plantearon actividades donde se abordaron las características de las organelas celulares. En este punto del proceso educativo, se realizó una introducción general a las mismas en sesiones anteriores y haciendo uso del laboratorio virtual; por lo que con estas actividades se retroalimentó lo aprendido y reforzaron algunos conceptos. Además con estas actividades los estudiantes pudieron relacionar las misiones del videojuego *kokori* en las cuales se simulan las estructuras, los procesos y las funciones con el trabajo en el laboratorio virtual y las demás actividades realizadas.

ACTIVIDAD 1: conversatorio y exploración interactiva de la célula. Se presentó una imagen de la célula con sus organelas elaborada a través de la herramienta prezi, la cual por medio del zoom permitió que a partir de una imagen general de la célula, nos pudiéramos adentrar en cada una de las organelas y presentar sus características y una simulación del proceso que se cumple en ella, en este proceso, mediante un conversatorio grupal, se le pidió a los estudiantes que nombraran las organelas que pudieran reconocer, y las funciones que recordaran. Posteriormente se aclaró la función de cada organela y se relacionó la función de cada una con asuntos de la vida cotidiana tales como la acción de los tatuajes, la respiración, la fotosíntesis, el color de las flores, entre otros.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

ACTIVIDAD 2: cuadro comparativo. Se presentó un cuadro comparativo entre la célula animal y vegetal con las funciones específicas de cada organela el cual fue completado con la participación de los estudiantes y una vez completado se pidió que lo consignaran en su cuaderno. El cuadro fue el siguiente:

ORGANELAS CELULARES		CÉLULA ANIMAL	CÉLULA VEGETAL
NOMBRE	FUNCIÓN		
Pared celular	Aporta rigidez a la célula		
Núcleo	Dirige el funcionamiento de la célula		
Membrana plasmática	Controla la entrada y salida de sustancias a la célula		
Citoplasma	Contiene a las organelas celulares		
Retículo endoplasmático	Transporta sustancias		
Ribosoma	Fabrica las proteínas		
Mitocondria	Produce la energía que necesita la célula mediante el proceso de respiración celular.		
Vacuola	Acumula agua y sustancias de reserva		
Aparato golgi	de Empaqueta las proteínas		
Plastidios	Almacena pigmentos como la clorofila.		

ACTIVIDAD 3: Quiz. Se planteó un quiz que abordó toda la temática de la célula para que los estudiantes evaluaran su proceso y tuvieran herramientas que les permitiera articular lo aprendido con la temática siguiente de tejidos, órganos y sistemas. Además esto permitió identificar dificultades sobre el tema para posteriormente realizar una retroalimentación. El quiz se realizó a la mitad del grupo, mientras la otra mitad se encontraba en el aula Medellín digital y pasados 25 minutos se hizo el intercambio. Ver anexo 3

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

ACTIVIDAD 4: Simulación misiones 2, 3 y 4 de *kokori*. Se llevó a la mitad del grupo al aula de Medellín digital donde pudo trabajar con el programa *kokori* con el cual ya se encontraban relacionados y llevar a cabo las misiones 2, 3 y 4 relacionadas con la mitocondria, los lisosomas y demás organelas celulares. La otra mitad del grupo se encontraba en el salón realizando el quiz y pasados 25 minutos se hizo el intercambio.

#### RECURSOS:

- Núcleo: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/serunipluricelulares/contenidos5.htm>
- Mitocondria: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/serunipluricelulares/animaciones/mitocondria.swf>
- Aparato de golgi. <http://www.johnkyrk.com/golgi/one.esp.swf>
- Trabajo conjunto del retículo y el aparato de golgi:  
<http://www.bionova.org.es/animbio/anim/golgi/rendgolgi1.swf>
- Cloroplastos: <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/serunipluricelulares/animaciones/clplas.swf>
- Lisosomas: [http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/recursos\\_animaciones14.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/profesor/recursos_animaciones14.htm)

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## **SESIÓN 9:**

TEMA: indagación de aprendizajes

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES:

Durante esta sesión se aplicó el cuestionario final que es equivalente al cuestionario de ideas previas aplicado en la sesión 1 de la intervención, por medio de este se buscó evaluar los conocimientos adquiridos por parte de los estudiantes y la evolución conceptual que se alcanzó, para a partir de ahí y de los demás instrumentos, proceso y fuentes de información, hacer un análisis y valoración de la propuesta didáctica implementada.

A continuación se presenta una tabla que sintetiza la propuesta didáctica diseñada e implementada.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Sesión	Fecha	Actividades	Temas	Instrumentos de recolección de información	Principios Orientadores	Lugar
0	Martes 8 de mayo	1. Explicación mapas conceptuales, conceptos y palabras de enlace 2. Construcción grupal de un mapa conceptual 3. Construcción individual de un mapa conceptual	Mapas conceptuales para aprender ciencias.	Mapas conceptuales		Aula de clase
1	Viernes 11 de mayo	1. Taller de indagación de ideas previas 2. Uso del navegador celular kokori haciendo uso del método POE	Exploración de ideas en los estudiantes sobre la temática celular	Taller ideas previas Método POE Observación de aspectos actitudinales		Aula Medellín digital
2	Martes 15 de mayo	1. Exposición evolución de la teoría celular 2. Video 3. Taller	Historia de la construcción de la teoría celular Concepto de célula, diferenciación unicelulares-pluricelulares y procariotas-eucariotas (animal y vegetal).	Cuaderno		Sala de audiovisuales
3	Martes 22 de mayo	1. Presentación de imágenes y discusión en torno a éstas. 2. Elaboración de mapa conceptual.	Tamaños y Formas celulares	Mapa conceptual.		Aula Medellín digital
4	Viernes 25 de mayo	1. Conversatorio, Simulación cells alive 2. Quiz 3. Simulación Primera misión de kokori	Clasificación experimental de las células	Quiz Observación		Aula de clase
5	Viernes 6 de julio	1. Practica de laboratorio	composición interna de la célula: organelas celulares	Observación		Aula de clase
6		1. presentación de la simulación laboratorio celular 2. Interacción con el laboratorio celular 3. Aplicación	la membrana celular: su relación con procesos de intoxicación y deshidratación	Observación Método POE		Aula de clase
7	Viernes 13 de julio	1. exposición membrana celular y sus componentes, Dibujo del modelo de mosaico fluido 2. animación sobre el proceso de transporte celular y explicación de diferentes mecanismos de transporte 3. Actividad experimental con método POE	Composición interna de la célula: organelas celulares	Observación Método POE Quiz		Aula de clase y aula Medellín digital
8	Viernes, 13 de julio	1. Conversatorio, Exploración interactiva de organelas celulares 2. Cuadro comparativo 3. Simulación misiones 2, 3 y 4 de kokori				

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

9	Martes 24 de julio	4. Quiz 5. Aplicación de cuestionario final	Taller ideas previas	Aula de clase.
---	--------------------------	--	----------------------	----------------

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

### ***HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS.***

Las herramientas metodológicas que se emplearon a lo largo de las tres fases apuntaron a la aplicación de los cuatro principios<sup>11</sup> que se retomaron de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico, los cuales fueron:

- Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. A partir de este se comprende que la interacción social amerita el intercambio continuo de significados mediante preguntas entre el maestro y el estudiante. Puesto que basar la enseñanza en respuestas conllevaría a un conocimiento mecánico y no crítico. Debido a lo anterior es de gran relevancia para la enseñanza de una biología celular contextualizada, de fácil comprensión para los estudiantes que no solo aprenderán los conceptos, sino que además los manejarán y utilizarán para comprender y cuestionar el mundo.

- Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos.

Centrar la metodología en una sola fuente de conocimiento como lo es el libro de texto es facilitar un aprendizaje mecánico y momentáneo en los estudiantes, por tal razón Moreira

<sup>11</sup> Véase aprendizaje significativo crítico, versión revisada y extendida de la conferencia dictada en el III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de septiembre de 2000. Publicada en las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, p.p. 33-45 con el título original de Aprendizaje Significativo Subversivo. Traducción de Ileana Greca y María Luz Rodríguez Palmero.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

propone la utilización de diversos materiales seleccionados cuidadosamente ya que de esta manera se representa mejor el conocimiento producido.

- Principio de la conciencia semántica. Este principio implica comprender que el significado lo atribuyen las personas a las cosas, que las palabras significan las cosas en diferentes grados de abstracción, que el significado tiene dirección dependiendo de si los significados son denotativos o connotativos y que los significados cambian. Concebir este principio en la enseñanza de la biología celular, conlleva a que los estudiantes comprendan la construcción de la ciencia de sus significados, los interiorice y se apropie de ellos permitiendo también su continua evolución.

- Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la diversidad de estrategias de enseñanza. Atendiendo a éste principio, la propuesta didáctica diseñada e implementada quiere mostrar diversas estrategias de enseñanza en el aula de clase tales como: dinámicas de cuestionamiento, interacción con programas de simulación, trabajo en grupo, discusión en torno a conceptos, resolución de situaciones problemas, etc. Con el fin de invitar a los maestros a trascender de la enseñanza de las ciencias como una construcción lineal y de verdades absolutas a la concepción de la misma como una empresa social y en continuo cambio.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Trabajar con estos principios facilitadores se considera pertinente a la hora de la enseñanza de la célula, su función y estructura debido a que contribuyen a tratar de una manera más directa y adecuada las principales falencias que presentan los estudiantes a la hora de aprender este tema. Puesto que “los estudiantes en secundaria, al aprender la célula, no tienen una representación mental clara, muestran problemas de apreciación de las dimensiones celulares, dificultades referidas a la interpretación de gráficos, tienen ideas bastante alejadas de la composición celular de los organismos y una percepción muy pobre del contenido celular y no correlacionan sus funciones con las de los organismos pluricelulares” (San Martín & Soto, 2009).

Así pues las herramientas metodológicas que se emplearon son:

**-Software Kokori:** es un video juego que ofrece un entorno visual en 3D y le permite al estudiante explorar una representación de la célula, reconocer sus componentes y entender diferentes procesos biológicos o funciones de sus estructuras a partir de diferentes misiones en donde los jugadores deberán recorrer una célula usando “Nanobots” y solucionar problemas que han puesto a dicha célula en peligro, tales como: infección de un virus, mala nutrición, intoxicación, etc. De esta forma, mediante el uso del video juego se simulan algunos procesos celulares y se aplican conceptos de la temática, brindándole al estudiante una visión más lógica y contribuyendo a superar las falencias en cuanto a la abstracción de los conceptos que incluye la temática. Dicho *software* hace parte de una

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

propuesta educativa nacida en Chile desde la universidad Santo Tomás y es un recurso libre en la web en continua actualización, además cuenta con fundamentación pedagógica, científica y tecnológica y claras orientaciones para docentes y estudiantes sobre la utilización de este en el proceso educativo. Se puede acceder a él a través de la página <http://www.kokori.cl/>

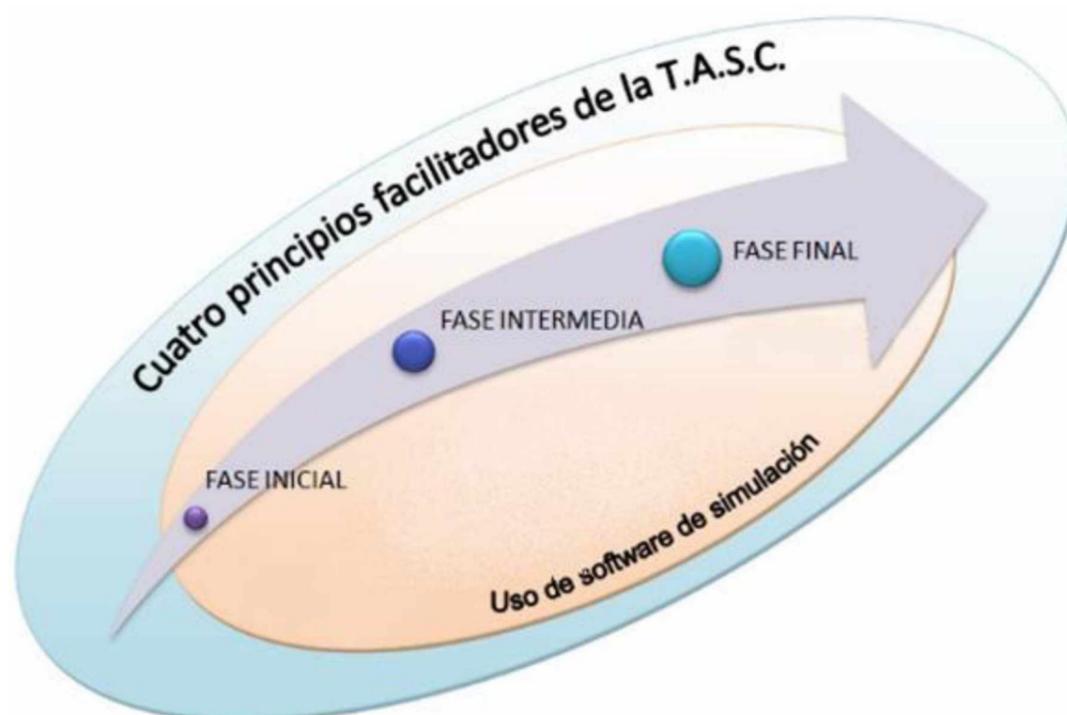
-Laboratorio virtual celular: es una herramienta web que permite la observación de microfotografías reales de diferentes tipos de células y simula de forma representativa algunos procesos como el transporte de sustancias, la síntesis de proteínas, entre otros. Es una buena herramienta de acceso libre que permite al estudiante una mejor visión de las estructuras y tipos celulares contribuyendo a una mejor consolidación de los aprendizajes; sin embargo, es preciso aclarar que dicha herramienta aunque incluye procesos evaluativos, estos no son tenidos en cuenta dentro de la presente investigación, pues contiene una fuerte tendencia conductista que no corresponde con los criterios del aprendizaje significativo.

-Mapas conceptuales, discusiones, trabajo en grupo, montajes al microscopio, animaciones, entre otras.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Es entonces que mediante actividades que propiciaran la formulación de preguntas y el desarrollo de una conciencia semántica a partir de diferentes estrategias metodológicas que no se basaran solo en la utilización del libro de texto o el tablero, se esperaba que los estudiantes lograran no solo un aprendizaje significativamente crítico, sino también superar las falencias que presentaban con respecto al conocimiento de la célula.

A continuación se presenta un esquema que representa la manera como se integraron los cuatro principios facilitadores retomados de la TASC y el uso de programas de simulación a lo largo de las tres fases de la propuesta didáctica.



*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En este esquema se pretende mostrar cómo las tres fases del proceso están dentro de dos elipses mayores que representan el uso de *software* de simulación y los cuatro principios facilitadores de la TASC; lo cual significa que a lo largo de este proceso las diferentes actividades estuvieron basadas en ellos y que la atención a estos dos aspectos no fue exclusivo de un momento en la investigación, sino que hizo parte de todo el recorrido; ya que eran los aspectos a valorar planteados en el objetivo general de la investigación.

#### ***FUENTES DE INFORMACIÓN.***

Para cumplir con el objetivo general del trabajo que consistió en valorar la contribución de la propuesta didáctica enmarcada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y haciendo uso de simulaciones para el aprendizaje de la célula, su estructura y función y consecuentemente con el enfoque de investigación cualitativa que se adoptó, los instrumentos y procedimientos utilizados para obtener información fueron diseñados atendiendo a dos requerimientos esenciales y manifiestos en el aula de clase y fueron los aspectos conceptuales y los aspectos actitudinales; para los primeros se utilizaron las producciones escritas, las aportaciones verbales realizadas por los estudiantes a lo largo del proceso y entrevistas semiestructuradas, a partir de los cuales se buscó hacer un seguimiento desde la fase inicial de ideas previas hasta la fase final sobre su capacidad interrogativa y argumentativa, como también de la comprensión de los conceptos y la conciencia semántica; esto en correspondencia con los cuatro principios que se retomaron

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico. Dichas producciones escritas correspondieron a:

- Taller de ideas previas
- mapas conceptuales
- quices
- Predicciones, Observaciones y explicaciones (método POE)
- examen final
- cuestionario final (el mismo de ideas previas)

Para los aspectos actitudinales se diseñó un instrumento de observación, el cual orientaba a las investigadoras sobre aspectos puntuales referentes a motivación, interacción y participación frente al uso de los programas de simulación. Dichos instrumentos o fuentes de información, fueron recogidos, registrados y analizados de forma posterior a cada sesión y conformaron junto con las demás evidencias el constructo del diario de campo en el cual además, se describieron todos los momentos, impresiones, sensaciones, dificultades y logros surgidos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

### ***PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.***

A partir de los instrumentos utilizados para recolectar información tanto de tipo conceptual como actitudinal y tras un proceso basado en la hermenéutica entendida ésta como “una forma de abordar, estudiar, entender, analizar y construir conocimiento a partir de procesos de interpretación” (Cisterna, 2005, p. 64), se hizo un análisis de contenido en búsqueda de la construcción de sentido y de respuestas a los objetivos planteados en la investigación. Dicho análisis de contenido estuvo orientado por procesos como la categorización y codificación, la interpretación de información, y la triangulación entre fuentes de información como método de validación (Cisterna, 2005. Bautista, 2011). A continuación se describe cada uno de estos procesos, que no deben ser entendidos como separados, sino como interconectados a lo largo de todo el proceso de investigación.

#### ***- Proceso de categorización y codificación:***

El análisis de contenido inició con un sistema de categorización y codificación, en el cual se conformó un conjunto de material escrito que “constituye el universo de análisis”. La categorización y codificación, es un trabajo que en palabras de Bonilla y Rodríguez (2005)

*“implica un ejercicio de inmersión progresiva en la información escrita, el cual comienza con un fraccionamiento del universo de análisis en subconjuntos de datos ordenados por*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*temas, para luego recomponerlo inductivamente en categorías culturales que reflejen una visión totalizante de la situación estudiada”*

Al respecto dice Cisterna (2005), se distingue entre categorías, que denotan un tópico en sí mismo, y las subcategorías que detallan dicho tópico en microaspectos; los tópicos surgen dentro de la investigación a partir de la formulación de los llamados objetivos. Partiendo de esto, se formularon las categorías apriorísticas o deductivas las cuales surgieron como tal de de los objetivos planteados y tienen correspondencia con el marco teórico y el contenido de la propuesta didáctica, a dichas categorías y sus correspondientes subcategorías, se les asignó un código basado en un color y una sigla que indicaba el número de categoría y subcategoría de que se trataba. En correspondencia, se revisó detalladamente el conjunto de fuentes de información y se le asignó el código correspondiente.

A partir de este análisis y de la identificación de recurrencias dentro de las fuentes de información, surgieron otro tipo de categorías que fueron las categorías emergentes, inductivas (Bonilla & Rodríguez, 2005) ó conceptos sensibilizadores (Elliot, 1990) que “surgen desde el levantamiento de referenciales significativos a partir de la propia indagación” (Cisterna, 2005, p. 64), y que permitieron abarcar de forma más detallada asuntos emergentes del proceso de investigación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

A continuación se presenta una síntesis del proceso de categorización deductiva y su relación con los objetivos de investigación general y específicos y por ende también con la pregunta de investigación:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**Tabla #8: proceso de categorización**

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS APRIORÍSTICA	SUBCATEGORIAS	CODIFICACIÓN		
¿Cuál es la contribución de una propuesta didáctica apoyada en simulaciones computacionales y enmarcada en la teoría del aprendizaje significativo crítico, para el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función a estudiantes de sexto grado de la I.E.A.J.B.L.?	Valorar la contribución de una propuesta didáctica enmarcada en la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y haciendo uso de simulaciones, para el aprendizaje de la célula, su estructura y función en estudiantes de sexto grado de la I.E.A.J.B.L.	Propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades para <b>formular preguntas</b> y argumentar respuestas acerca de la célula su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la <b>interacción</b> e intercambio de ideas.	Interacción social y cuestionamiento	Argumentación en las respuestas	C1S1		
				Pertinencia de las preguntas formuladas	C1S2		
				Favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.	C1S3		
		Implementar estrategias didácticas y diferentes materiales educativos como los programas de simulación que posibiliten el <b>comportamiento</b> activo de los estudiantes en el proceso de <b>comprensión</b> y ASC de la célula, su estructura y función.	Comportamientos observables durante las sesiones	Fomentar en los estudiantes mediante diversas estrategias, la <b>comprensión de significados</b> como construcción del sujeto, la <b>palabra como representación</b> de la realidad y la <b>evolución de los conceptos</b> .	Comprensión de los conceptos	Motivación	C2S1
						Interacción	C2S2
						Participación actitud	C2S3
		Conocer el estado actual del objeto de estudio de la enseñanza de la biología celular a partir de las TIC y a la luz de la teoría del aprendizaje significativo crítico, con el fin de contextualizar en qué punto se encuentra la investigación y hasta qué punto se puede llegar en ella.	Aplicación de significados (conciencia semántica)		de	Apropiación del lenguaje	C3S1
						Extrapolación	C3S2
						Relaciones entre conceptos	C3S3
						Comprensión de significados	C4S1
						Representación de la realidad	C4S2
						Evolución de los conceptos	C4S3

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- ***Proceso de interpretación:***

Con la información categorizada y codificada se procedió al análisis de contenido el cual se llevó a cabo dentro de una racionalidad hermenéutica la cual “se entiende como una técnica, un arte y una filosofía de los métodos cualitativos, que tiene como característica propia interpretar y comprender, para desvelar los motivos del actuar humano” (Bautista, 2011). Dicha racionalidad estuvo fundada en la interpretación de la información obtenida a partir de los instrumentos diseñados y aplicados. Dicho análisis se hizo para cada uno de los casos seleccionados y partiendo de las subcategorías hacia las categorías, construyendo así una conclusión de los logros y dificultades presentados por cada uno de los casos en relación con los diferentes objetivos específicos y a partir de ahí una conclusión más amplia en relación con las categorías de análisis. Dentro de dicho proceso se tuvieron en cuenta todos los instrumentos y procedimientos de recolección de información y los consensos realizados por las tres investigadoras a partir de los instrumentos de observación. A lo largo de éste se aportaron evidencias de tales logros y dificultades representadas en la transcripción de las aportaciones verbales o la citación de producciones escritas y gráficas hechas por los casos.

- ***Proceso de triangulación:***

Este proceso entendido como el diálogo entre las fuentes de información o “la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes”, incluyó para *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

la presente investigación, la depuración de la información con el fin de identificar lo realmente importante en relación con los objetivos del trabajo y las categorías de análisis atendiendo a dos criterios que son la pertinencia y relevancia (Cisterna, 2005). Posteriormente se hizo la triangulación entre las fuentes de información, las investigadoras y el marco teórico. La primera de ellas se hizo dada la variedad de instrumentos de carácter actitudinal y conceptual que se tuvieron para la obtención de la información y a partir de los cuales se pudieron establecer coherencias o incoherencias, entre los diferentes tópicos o categorías de análisis.

La triangulación entre investigadoras se hizo a partir de las observaciones y análisis subjetivos de cada una de las tres docentes-investigadoras en relación con los comportamientos observables de los estudiantes y la interpretación de los elementos conceptuales de cada uno de los casos; es un proceso que bien podría llamarse intersubjetivo en aras de la construcción de un consenso y análisis amplio y fundamentado de cada caso abordado.

La triangulación con el marco teórico se hizo como base fundamentada del análisis que se pretendía, otorgando sentido y significancia a la interpretación hecha; es decir, se permitió el diálogo de la interpretación de la información y la teoría bajo la cual se orientó la propuesta implementada, pues solo a partir de ello se podían establecer conclusiones y consideraciones lógicas sobre los logros obtenidos tanto a nivel de enseñanza como de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

aprendizaje, a partir de la implementación de sus principios en el aula; al respecto dice Cisterna (2005), la realización de esta triangulación es la que confiere a la investigación su carácter de cuerpo integrado y su sentido como totalidad significativa.

## ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El proceso de análisis de la información contempló varios momentos, en primer lugar la recolección de la información, la cual simultáneamente se transcribió y se organizó por sesiones en un diario de campo con los respectivos instrumentos como anexos. En segundo lugar se llevó a cabo la categorización y a partir de esta la codificación de toda la información, para luego organizarla en tablas para cada caso. Finalmente se construyó el análisis partiendo de la clasificación de la información proveniente de ocho instrumentos en cuatro categorías apriorísticas con sus subcategorías respectivas, tal y como se puede observar en la siguiente tabla (código tal),

Tabla #9: categorías y subcategorías apriorísticas y emergentes.

<b>CATEGORÍAS APRIORÍSTICAS</b>	<b>SUBCATEGORIAS</b>	<b>CÓDIGO</b>
Interacción social cuestionamiento	Argumentación en las respuestas	ISC-ARG
	y Pertinencia de las preguntas formuladas	ISC-PERT
	Favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.	ISC-FORP
Comportamientos observables durante las sesiones	Motivación	CO-MOT
	Interacción	CO-INT
	Participación actitud	CO-PART
	Disposición para aprender	CO-DIS
Comprensión de los conceptos	Apropiación del lenguaje	CC-APLEN
	Extrapolación	CC-EXT
	Relaciones entre conceptos	CC-RELCO
Aplicación de significados (conciencia semántica)	Comprensión de significados	CS-CSIG
	Representación de la realidad	CS-REPR
	Evolución de los conceptos	CS-EVCON

**Cabe resaltar que durante el proceso de organización de la información emerge la subcategoría denominada “disposición para aprender” con código (CO-DIS), que se ubica dentro de la categoría de comportamientos observables.**

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Es importante anotar que para cada caso se realizaron tres tablas, cada una con la información correspondiente a la fase de la intervención de donde se obtienen los datos, ya sea inicial (correspondiente a las sesiones 0, 1, 2), intermedia (sesiones 3, 4, 5) y final (6, 7,8).

Teniendo en cuenta las tablas de cada estudiante se realizó un análisis de la información para cada caso donde se contrasta y se triangula la información, con la teoría, las evidencias de trabajos realizados por cada aprendiz y el consenso de las tres investigadoras. Finalmente se realiza un análisis general de las fortalezas, limitantes y una valoración de la propuesta, formulando así conclusiones.

Para analizar las subcategorías de argumentación de las respuestas y formulación de las preguntas, se establecieron criterios de corte cualitativo y se elaboran dos escalas de valoración cada una con tres niveles (bajo, medio, alto) como se muestra a continuación:

**Tabla 10 Escala de valoración cualitativa para la capacidad argumentativa**

Nivel de argumentación	características de la argumentación
Bajo	Expresa sus ideas con un lenguaje no muy pertinente para el tema tratado, además no las sustenta y cuando lo hace sus explicaciones no son coherentes.
Medio	Expresa sus ideas empleando un lenguaje sencillo y cotidiano, empleando pocos argumentos para sustentarlas.
Alto	Expresa sus ideas empleando términos y conceptos importantes de la célula, su estructura y función, emplea buenos argumentos que relacionan diferentes conceptos de manera coherente y adecuada.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Tabla 11: Escala de valoración cualitativa para la capacidad de formular preguntas.

Niveles en la capacidad de formular preguntas	Características de las preguntas
Bajo	Se hace referencia a preguntas muy limitadas; preguntas que indagan por respuestas numéricas, respuestas del tipo sí o no, o preguntas que buscan como respuesta una ecuación o una palabra completamente inducida por la pregunta; así, como preguntas que indagan por aspectos muy generales que pueden ser subyacentes al fenómeno estudiado, pero que no posibilitan su comprensión.
Medio	Aquellas preguntas cuyas respuestas requieren el uso de algún o algunos conceptos en la descripción de situaciones o fenómenos, sin que se establezca necesariamente una relación entre éstos. Asimismo, pueden considerarse en este nivel, preguntas que pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión.
Alto	Aquellas preguntas que incitan al estudiante a la conceptualización, preguntas que requieren una comprensión de los conceptos involucrados en el análisis de un fenómeno y que posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican dicho fenómeno.

Tomada de López, S. (2012). La modelación computacional con diagrama AVM y su contribución para el aprendizaje significativo de conceptos físicos y el desarrollo de una visión crítica sobre la ciencia y la modelación científica. Tesis (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias)-Universidad de Burgos, España.

Teniendo en cuenta todo lo anterior el análisis realizado para cada caso está estructurado de tal manera que inicialmente posee una descripción detallada del estudiante que incluye aspectos como personalidad, rendimiento académico, disposición para aprender, participación, entre otros; Luego de ello se realiza una reflexión de la información de cada subcategoría y una conclusión por categoría estableciendo si el caso cumplió el objetivo propuesto. Al finalizar el análisis de todas las categorías se llega a una conclusión general que describe el desempeño del caso, como resultado del consenso de las tres investigadoras.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para determinar el cumplimiento de los objetivos para cada caso se construye la siguiente escala de valoración:

Tabla 12: Escala de valoración para el cumplimiento de los objetivos

<b>Niveles en el cumplimiento de los objetivos</b>	<b>Característica de la evolución del estudiante</b>
No se logró	El caso no tiene ningún avance con respecto a los aspectos que se proponen en el objetivo.
Escasamente	El caso alcanza muy pocos logros que son necesarios para el cumplimiento del o los objetivos
Medianamente	El caso alcanza logros significativos pero sigue presentando falencias que le impiden cumplir totalmente el objetivo.
Totalmente	El caso ha alcanzado todos los aspectos necesarios para cumplir el objetivo.

A continuación se presenta el análisis por categorías para cada uno de los casos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## ANÁLISIS E1

E1, es una estudiante responsable que cumple con los deberes y las actividades que se proponen en el aula, tiene buen desempeño académico, pero no es participativa y cuando se le cuestiona se muestra evasiva, no presenta buena predisposición hacia el aprendizaje de las ciencias, pero se motiva fácilmente con actividades que impliquen su creatividad o su imaginación.

Con respecto al análisis de la primera categoría referente a la interacción social y cuestionamiento, se analizan como subcategorías de análisis la argumentación, la pertinencia de las preguntas y el favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

En términos de la capacidad argumentativa, se pudo establecer en la primera fase, que pese a que la estudiante posee ideas claras, no hace una buena sustentación de ellas, esta afirmación se hace únicamente a partir del instrumento de ideas previas, por ejemplo, ante preguntas como:

¿Te parece importante aprender sobre las células? ella

**responde** *“Sí porque es muy importante para el cuerpo como Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*los otros órganos”, ¿Cómo crees que funciona la célula?*

*“Funciona ayudándonos con nuestro cuerpo”.*

Al analizar estas respuestas se observa entonces que la estudiante posee una capacidad argumentativa baja debido a que sus explicaciones o sustentos no son claros ni coherentes con las ideas expresadas, se nota entonces que posee algunas ideas poco estructuradas acerca del tema.

Por otro lado, en las actividades de discusión la estudiante no respondió a las preguntas que se generaron en la primera fase de la intervención, impidiendo así, observar su nivel de argumentación. En la segunda fase, la estudiante aún no hace uso de buenos argumentos para responder a las preguntas formuladas por el docente o por los demás estudiantes durante la discusión, y esto persiste en la fase final, en la cual la estudiante aunque tiene mayor participación en las discusiones y actividades grupales no logra argumentar de forma adecuada sus ideas, esto se puede ver por ejemplo cuando, la estudiante participa al identificar una célula animal y una célula vegetal pero no argumenta cuál es la característica que permite diferenciarla.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Así pues, la estudiante en referencia a la subcategoría de argumentación, no obtiene logros significativos que permitan establecer un posible aporte de la propuesta didáctica implementada para el desarrollo de dicha habilidad.

En cuanto al favorecimiento de la interacción social en la formulación de las preguntas y la pertinencia de las preguntas, debido a que en una fase inicial la estudiante tuvo poca participación, esto impidió conocer la forma como estructuraba las preguntas y su posición crítica frente al tema de estudio, en la fase intermedia, aun no planteaba preguntas coherentes ni estructuradas sobre el tema de estudio y en la fase final, la estudiante tampoco construye preguntas pertinentes, ni genera discusión con sus aportes.

Por lo anterior, puede decirse que el proceso de interacción social y de cuestionamiento no favoreció para ella el desarrollo de habilidades interrogativas.

A partir de lo anterior y teniendo en cuenta el objetivo de investigación asociado a esta categoría de análisis, se puede concluir que el proceso de intervención con la propuesta didáctica no favoreció para esta estudiante el desarrollo de una capacidad argumentativa, ni

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

la formulación de preguntas; aunque es importante aclarar, que ambas habilidades representan un reto para personas de cualquier nivel académico y son difíciles de desarrollar.

En la segunda categoría de análisis denominada comportamientos observables se buscó observar la motivación y la interacción con respecto al *software* de simulación, y participación y disposición para aprender, mostradas en las diferentes actividades planteadas en clase.

Respecto a la Motivación (subcategoría de comportamientos observables), se vio en la primera fase que la estudiante se mostraba interesada por el trabajo con simulaciones sobre el tema y centraba su atención en las explicaciones referentes a las mismas, aunque en ocasiones se mostraba dispersa; Esto también se pudo evidenciar en las fases intermedia y final.

Por lo cual puede decirse que los programas de simulación favorecieron para este caso, la motivación hacia el tema de estudio y los comportamientos asociados al proceso de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

aprendizaje significativo; sin embargo, es de notar que en ocasiones su actitud era un poco pasiva y carecía de gusto por las actividades planteadas.

Debido a la motivación generada por las simulaciones y *software* utilizados durante las tres fases de la intervención la estudiante, mostró una buena interacción con dichos programas, puesto que comprendía y dominaba bien el contenido del mismo y no expresó ninguna dificultad frente al lenguaje que poseía.

En este sentido la estudiante evidenció una buena interacción con los programas de simulación a lo largo del proceso, lo que permite pensar que los programas utilizados, especialmente *kokori* son una herramienta con un lenguaje, entorno visual y contenido agradable y significativo para los estudiantes en este proceso de aprendizaje.

En cuanto a la participación (segunda subcategoría de comportamientos observables), durante las primeras sesiones la estudiante se muestra poco participativa en actividades grupales como las discusiones y prefiere siempre el trabajo individual; sin embargo, en sesiones posteriores mejoró este comportamiento y en la segunda fase, se observó que empezó a tener participación en discusiones y repasos que se hicieron en forma grupal.

Entre sus intervenciones se puede destacar que ante la pregunta ¿Es verdadero o falso decir

que todas las células tienen la misma forma?, la estudiante responde *“es falso porque Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*existen diferentes formas, tamaños y colores*”, además aporta ideas importantes en cuanto al concepto de célula, la importancia de esta, y sus diferentes clasificaciones expresando que *“unas de las células del cuerpo son las de los huesos”*; sin embargo, en la fase final nuevamente fue limitada su participación.

Por lo anterior puede decirse que la participación, pese a que fue muy variable a lo largo del proceso, se fortaleció y permite advertir su evolución y aprendizaje del tema, pero está muy relacionada con la disposición de la estudiante para aprender y con otros asuntos de corte personal.

En términos de la disposición para aprender (tercera subcategoría de comportamientos observables), entendida esta como el interés del estudiante por establecer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991). Pudo establecerse que en la fase inicial la estudiante fue pasiva frente su proceso de aprendizaje, y tuvo poca disposición para aprender, puesto que no demostraba interés por establecer relaciones, por conocer más sobre el tema de estudio, y se limitaba al cumplimiento de las tareas, comportamiento que tuvo una leve mejoría en la fase intermedia donde el hecho de haber mejorado su participación, se relacionaba con una mayor disposición para el aprendizaje; pero dicho comportamiento en la fase final del proceso tuvo un cambio negativo al no manifestar interés ni motivación por la temática, por lo cual se puede afirmar que en este punto su disposición para aprender estuvo

fuertemente reducida. Es por esto que en referencia a la disposición para aprender, debe

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

decirse que es un comportamiento que presenta muchas variaciones a lo largo del proceso para esta estudiante y coherente con otros comportamientos observados como la participación, la cual también presentó variaciones a lo largo del proceso y no tuvo un desarrollo positivo.

En conclusión para esta categoría, se puede decir que el objetivo se cumplió escasamente; pues si bien es cierto que la interacción con los programas se vio un poco favorecida, la estudiante mostró comportamientos que variaron durante todo el proceso y que impactaron negativamente aspectos como la participación y disposición, y en ocasiones fueron actitudes que se extendieron a aspectos como la motivación, demostrando pasividad y falta de gusto por la temática.

Dentro de la tercera categoría referente a la comprensión de los conceptos, se valoraron subcategorías de análisis, tales como; la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación; y es importante tener en cuenta que se parte del hecho de que al indagar por sus ideas acerca de la temática, se encuentra que la estudiante manejaba algunos conceptos pero no un lenguaje apropiado; esto se evidenció en el taller de ideas previas así:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*¿Qué es para tí una célula?*

*“seres microscópicos” “Es lo que tiene un ser humano y lo tiene los 5 reinos el protista, el mónera, el Fungi, el vegetal y el animal”*

*¿Dónde están las células en la naturaleza?*

*“en el reino vegetal y animal”*

*¿Dónde están las células en tu cuerpo? Explica tu respuesta*

*“están en todas partes si no tuviera células me podría morir ya que las tengo en todo mi cuerpo”*

Dentro de la apropiación del lenguaje, (primera subcategoría de la comprensión de conceptos) que en términos de la TASC es muy importante debido a que “las diversas disciplinas son lenguajes y símbolos diversos que se refieren a determinado de conocimiento, son formas de ver el mundo o de conocerlo” (Moreira, 2000), pudo establecerse que: en la primera fase se hizo evidente que la estudiante no dominaba un lenguaje propio de la temática, lo cual es predecible dentro del nivel de estudios en que se encuentra. En la segunda fase la estudiante pese al trabajo con diferentes materiales educativos, no logró diferenciar los términos unidad funcional y unidad estructural, pues dice que la célula es la unidad funcional ya que *“todos los seres vivos están formados por células”* y que *“la célula es la unidad estructural ya que el funcionamiento de los seres*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*vivos se debe al funcionamiento de sus células*” (quiz instrumento 5); además, no comprende los términos procariota y eucariota, ya que define una imagen como procariota porque *“tiene vacuola”* y como eucariota *“porque no tiene organelas”*; por lo tanto podría decirse que la estudiante en esta fase no consiguió una apropiación del lenguaje de la temática, y maneja un lenguaje muy básico lo cual se evidencia en el hecho de que pese a tener muy claro que las células constituyen todos los seres vivos, se confunde cuando se le habla de la célula como unidad básica de los organismos; esto además evidencia que en esta fase todavía no hay una evolución de los conceptos.

Ahora bien, en la fase final la estudiante tiene claridad sobre algunos de los conceptos y utiliza un lenguaje más adecuado para referirse a ciertos procesos y funciones, ya que por ejemplo sabe que el núcleo *“es la estructura que controla las actividades en la célula”*, los plastidios *“son los responsables de la coloración de los frutos y las hojas en los vegetales”* y que los ribosomas *“son los encargados de fabricar las proteínas”* y se apropia de la definición de 11 de las 11 organelas celulares indagadas. Pero a pesar de esto aún no se apropia de la definición y el concepto de célula como tal, ya que al referirse a esta afirma que: *“La célula es algo que pertenece a las plantas y a los animales”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Así pues, se tiene que la estudiante en relación con la subcategoría de apropiación del lenguaje, cumple escasamente con los logros propuestos para esta, ya que tiene pocos avances que no son suficientes para la consecución de este propósito.

En cuanto a la relación de los conceptos, se observa que en la fase inicial e intermedia, la estudiante diferencia el concepto de unicelular y pluricelular y demuestra comprensión frente a las diferentes formas y tamaños celulares, ya que al preguntarle qué tipos de células conoce aporta como ejemplo *“las de los huesos”*, y al preguntarle ¿Es verdadero o falso decir que todas las células tienen la misma forma? responde que *“es falso porque existen diferentes formas, tamaños y colores”*; posteriormente en un quiz dice que *“es falso que las células solo hacen parte de los humanos porque la célula la tienen animales y vegetales ya que son seres vivos”* además, nombra correctamente 7 de 7 diferentes formas celulares, por lo cual se establece que la estudiante logra reconocer características de las células como diferentes formas y tamaños.

También, al preguntarle acerca de la característica principal de la célula vegetal, responde que *“las células vegetales se caracterizan por ser más pequeñas que las células animales”* y posteriormente al preguntarle si las células de las plantas y de los animales son iguales responde que *“es falso ya que la célula vegetal es más pequeña que la célula animal”*. Aquí se puede ver como la estudiante posee ciertas ideas confusas debido a que

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

aunque sabe que hay diferencias estructurales y funcionales entre las células animales y vegetales, tiene dificultad para referirse adecuadamente a las organelas propias de cada tipo de célula (animal y vegetal).

En la tercera fase la estudiante logra diferenciar una célula animal de una vegetal adecuadamente, esto se evidencia en el quiz (instrumento 6) donde señala que ***“la célula vegetal tiene pared celular y la animal no”***, aquí mismo la estudiante demuestra claridad al nombrar de manera correcta algunas de las estructuras celulares de la célula vegetal; sin embargo, cabe anotar que aunque en este punto ya tiene claridad sobre las estructuras que conforman las células, presenta dificultad para advertir las funciones de algunas organelas como la de la membrana celular; pues afirma que es ***“cuidar a las células para que no hayan inconvenientes”*** (instrumento 6). En cuanto a la mitocondria, al presentarle una situación problema sobre las necesidades energéticas que tienen las células de un deportista, no logra establecer una relación pertinente entre la función de la organela y dichas necesidades fisiológicas; esto se evidencia al responder que la organela que se encarga de esto son ***“las células del corazón que dan energía”***. Así mismo, en lo que respecta a la vacuola no relaciona la función con la estructura y la confunde con otra organela; es decir, al plantearle que las células vegetales presentan una estructura en forma de bolsa que ocupa un gran espacio en su interior y se encargan de almacenar agua y sustancias de reserva, ella dice que se llaman ***“lisosomas”***. Sin embargo, en cuanto a los plastidios, relaciona su función con el color verde de las plantas, además de identificar en qué lugar de la planta son más abundantes; esto se evidencia cuando responde que ***“son los***

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*plastidios y que son más abundantes en las hojas*". Además, logra referirse a varias organelas con sus características o función de manera correcta, de la siguiente forma:

- *Citoplasma: "es la porción interna de la célula"*
- *Mitocondria: "son las centrales energéticas de la célula" (es importante resaltar que aunque es capaz de resaltar la relación función-organela, tiene dificultad para establecer dicha relación cuando se le presenta articulada a situaciones específicas)*
- *Retículo endoplasmático: "es una red de membranas"*
- *Aparato de golgi: "su función es empaquetar"*
- *Lisosoma: "son bolsas de membrana"*

La estudiante comprende la ubicación de las células en la naturaleza y en el cuerpo humano, pues advierte que *"las células están en las plantas y en los animales"*, y además que están *"en el cerebro, en los ojos, en los órganos, en los huesos, en la piel, etc."* también comprende que hay diferentes formas y tamaños celulares y plantea que *"hay células de diferentes tamaños por ejemplo la célula animal es muy diferente de la vegetal"*; cabe resaltar que aunque es capaz de establecer la diferenciación presenta confusión al relacionar estas características principalmente con que la célula sea animal o vegetal y no con su función.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por último, dentro de esta misma subcategoría de relación de los conceptos se obtuvo que la estudiante no logra comprender a profundidad el funcionamiento global de las células; pues aunque resalta algunas funciones específicas de las organelas, no es capaz de especificar la forma general como funciona la célula, ella plantea que ***“la célula funciona ayudándonos con las bacterias, virus y muchas cosas y a que el cuerpo esté sano”***

Consecuentemente, en la subcategoría de relación de conceptos, la estudiante logra medianamente los propósitos asociados a esta subcategoría ya que tiene avances significativos en algunos aspectos y conceptos y relaciones entre los mismos, pero persisten dificultades que le impiden llegar a un logro total de los propósitos.

En referencia a la extrapolación de los conceptos (subcategoría de la comprensión de conceptos), en la fase inicial la estudiante no logró hacer extrapolación de la temática porque no logró relacionar los conceptos con otros fenómenos semejantes ni los aplicó para dar respuesta a preguntas problematizadoras. Sin embargo, en la elaboración de un mapa conceptual logró plasmar algunas relaciones; a continuación se presenta dicho instrumento.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

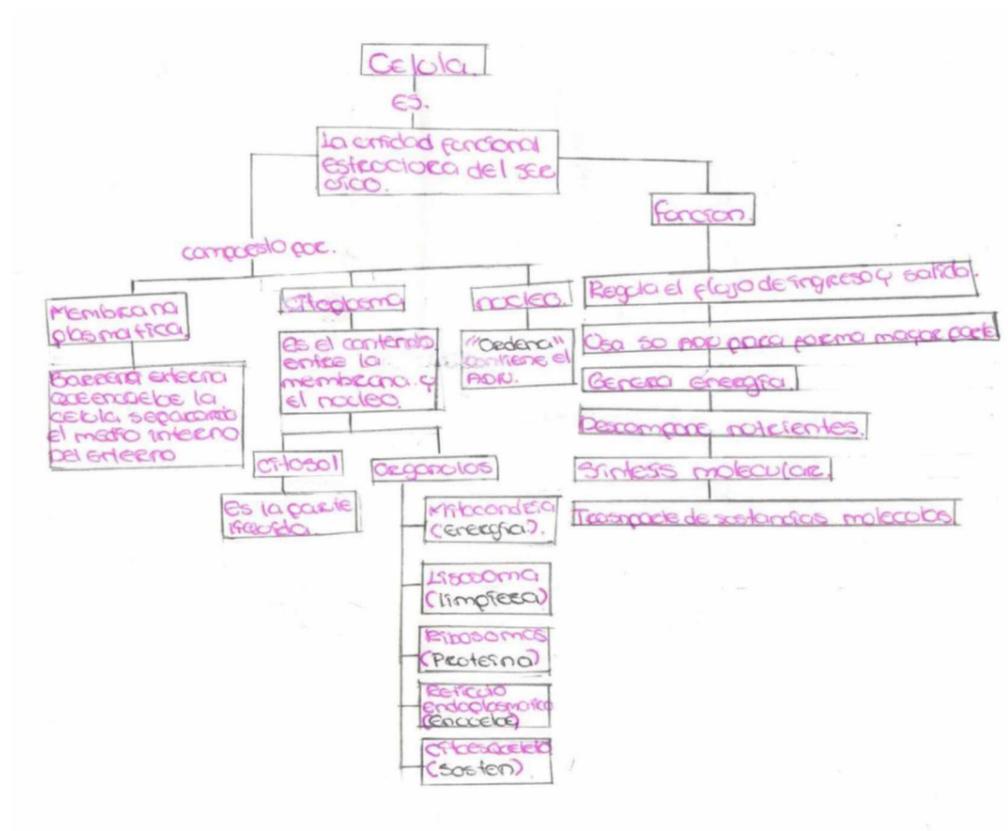


Fig. nº 1: organización conceptual sobre la célula del E1

Vale resaltar que pese a que en el esquema la estudiante logra hacer relaciones adecuadas, este no se puede tomar como evidencia de la comprensión de dichas relaciones, pues la estudiante pudo tener apoyo en otras fuentes.

En la fase intermedia se observó que tiene un acercamiento a esta habilidad de extrapolar los conceptos al advertir que *“las células hacen parte tanto de los animales como de los vegetales ya que son seres vivos”*; sin embargo, en la tercera fase al presentarle a la *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

estudiante una situación problema trabajada en las simulaciones, como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, la estudiante no logra explicar cuál es la organela que falta, pues responde que *“pueden ser las bacterias”* por lo cual puede decirse que no logra extrapolar la función simulada en el programa al contexto de la situación problema planteada.

Por lo cual podría hablarse de un logro en la extrapolación bajo, pues solo se logra para algunos de los conceptos trabajados; además, la estudiante no alcanza a establecer relaciones adecuadas cuando se le presentan diferentes situaciones. .

De acuerdo con lo anterior y llegando a un consenso se concluye que con respecto al objetivo de la categoría, la estudiante lo cumple escasamente debido a que no logra apropiarse del lenguaje totalmente, conllevando a que las relaciones entre los conceptos y su comprensión no fueran significativas. Cabe resaltar que aunque se evidenciaron algunos logros puesto que la estudiante comprendió ciertos fenómenos y funciones, esto no fue suficiente para que estructurara sus ideas y construyera relaciones conscientes que le permitieran tener una visión más amplia de la célula.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Dentro de la cuarta categoría denominada conciencia semántica, se analizó la comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos y se obtuvo que:

En cuanto a la comprensión de significados en la primera fase la estudiante dominaba algunos significados principales para la temática al reconocer las células como indispensables para la vida y los seres vivos, y aunque poseía esta representación de que las células son propias de los organismos vivos, generalmente se centra en células animales y le asigna estas propiedades a las demás células de otros organismos, lo cual permitió observar que no comprende la diversidad de células, sus funciones y estructuras. En la fase final se notó que aún reconoce la importancia de la célula pero no sabe explicar en realidad por qué, debido a que no logró construir un significado coherente de lo que abarca este concepto.

Por lo tanto se puede concluir, que en lo que respecta a esta subcategoría, la estudiante no logra cumplir el objetivo, pues presenta falencias recurrentes para dar explicaciones coherentes y estructuradas sobre la importancia, composición o diversidad celular que dan cuenta de la dificultad para comprender los significados.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a las representaciones de la realidad, en la fase inicial, específicamente en el instrumento de ideas previas, construye una representación de la célula que deja ver sus concepciones frente a esta, principalmente la idea de que la célula es redonda y de que el núcleo se encuentra en la mitad, además de que no ubica ni nombra ninguna otra organela celular, ni especifica el tipo de célula que representa.

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes

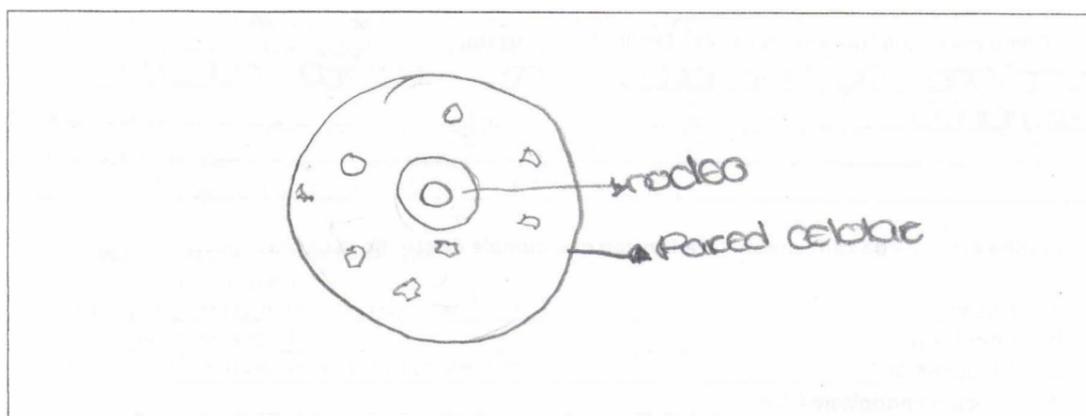
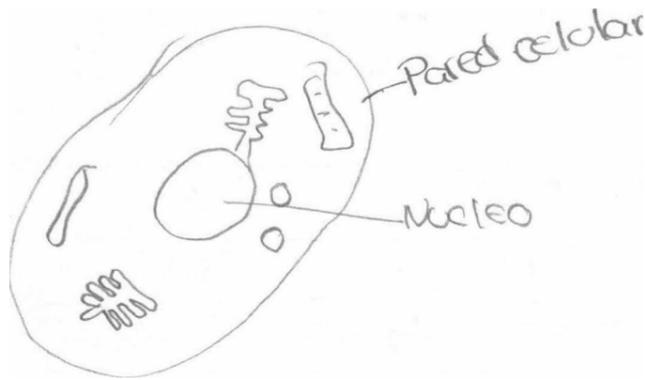


Fig. n° 2: representaciones de la célula del E1 en la fase inicial

En la tercera fase, la estudiante aún no logra representar de forma correcta la célula pues en su dibujo ubica la pared celular de forma incorrecta y el núcleo en la parte central lo cual evidencia que persiste la idea de que el núcleo se ubica en la parte central de la célula.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes



**Fig. n° 3: representaciones de la célula del E1 en la fase final**

Sin embargo, es de resaltar que representa nuevas estructuras y aunque no las nombra, la forma como las representa deja ver que las identificó en las representaciones presentadas durante las diferentes sesiones como redes de membranas.

De lo anterior se puede decir que la estudiante logra cumplir escasamente el objetivo, pues en sus representaciones se observa gran dificultad para relacionar la célula con diferentes formas y aunque muestra una pequeña evolución en las estructuras que la componen, no logra nombrarlas adecuadamente, posee una representación de célula simple.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en referencia a la evolución de conceptos (subcategoría de la consciencia semántica), esta no es analizada durante la fase inicial pues; la atención se centra en conocer las ideas pertinentes que tiene la estudiante acerca de la temática; sin embargo, en una segunda fase, la estudiante evidenció comprensión y dominio de diferentes sinónimos de los conceptos aprendidos; no obstante no se puede hablar de una evolución conceptual, ya que persisten ideas confusas en torno a la temática que dificultan establecer relaciones pertinentes y conseguir nuevos aprendizajes.

En conclusión, en esta subcategoría no se cumple el objetivo, dado que en el proceso la estudiante no logra una evolución latente y progresiva en la comprensión de la temática, sino que persistieron ideas confusas.

Según lo analizado anteriormente se puede concluir que para la categoría, la estudiante no cumple el objetivo, debido a que hay pequeños logros en cuanto a que alcanza a comprender el significado de la importancia de la célula pero no advierte de manera consciente la evolución de este significado y la construcción propia de los mismos, no muestra una evolución de los conceptos debido a que su pensamiento inicial y la representación que tiene acerca de la célula persiste hasta fases finales de la intervención.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para finalizar, y a modo de conclusión general, la estudiante cumple de manera escasa dos de los objetivos propuestos, en su desempeño influyó mucho su personalidad pasiva y poco participativa que llevó a que fuera muy variable su disposición para aprender y por ende presentara dificultades en la consecución de los objetivos propuestos para el aprendizaje significativo crítico del tema de estudio.

## ANÁLISIS E2

Es una estudiante de personalidad pasiva que posee buen desempeño académico y cumple con las actividades de clase, aunque le falta ser más responsable con los deberes extraescolares, no participa durante las clases pero cuando se le cuestiona responde; aunque es de anotar que durante sus respuestas le falta seguridad. Su pasividad no permite conocer su interés por el aprendizaje de las ciencias, pero demuestra interés por las diferentes herramientas que se utilizan en clase, tales como videos, imágenes, lecturas, talleres, etc.

Con relación a la primera categoría de análisis Interacción social y de cuestionamiento, se observa que con respecto a la subcategoría Argumentación en las respuestas, en una fase inicial la estudiante muestra una capacidad baja para argumentar debido a que expresa sus ideas pero no las sustenta, por otra parte cuando lo hace no emplea los términos adecuados; un ejemplo de ello fueron algunas de las respuestas que la estudiante dio en el taller de ideas previas (instrumento 2):

***¿Qué es para ti una célula?***

***“Es todo lo que puede formar y existen varios tipos de células: célula animal, vegetal, protista y mónera”.***

***¿Dónde están las células en tu cuerpo? Explica tu respuesta***

***“Están en todas partes porque nosotros estamos formados por células y partículas muy pequeñas.”***

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la primera respuesta se puede observar que la estudiante no da una definición como tal de lo que es una célula, solo se limita a mencionar las clases y a los organismos que están compuestos de células. Por otra parte en la segunda respuesta expresa su idea pero no le da un sustento adecuado, suficiente y válido. Es así como a partir de esto se llegó a un consenso entre investigadoras y según lo observado en las sesiones 0, 1 y 2, y lo respondido por la estudiante en el instrumento 2, se concluyó que la estudiante en la fase inicial tiene una capacidad argumentativa baja debido a que como se dijo anteriormente no sustenta sus ideas de manera adecuada y aunque domina bien algunos términos de la temática, no los emplea para explicar mejor sus ideas. Además es indispensable aclarar que algo que dificultó mucho observar y conocer su capacidad argumentativa fue el hecho de que el caso no era partícipe de las discusiones y actividades grupales, espacio donde los aprendices podían expresar sus ideas. Debido a esta actitud solo se pudo analizar su capacidad argumentativa mediante el cuestionario de ideas previas (instrumento 2) y las observaciones de las tres investigadoras.

Siguiendo con este orden de ideas, al analizar esta capacidad en una segunda fase (intermedia), se reafirma que la estudiante posee una capacidad baja para argumentar y a pesar de haberse realizado distintas actividades en torno a la temática de la célula, esta continúa expresando sus ideas y explicándolas de manera no válida, ya que los argumentos empleados no son coherentes con la teoría o no son expresados utilizando los términos

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

científicos adecuados. Esto puede notarse en las siguientes afirmaciones hechas por la estudiante en el instrumento 5:

*Las células animales y vegetales son iguales: falso*

*“por qué todas las células no son iguales”*

*Por qué las células son la unidad funcional de los seres vivos:*

*“las células hacen funcionar a los seres vivos haciendo recorridos y forman tejidos y nos protegen contra enfermedades”*

*Además justifica que la célula es la unidad estructural de los seres vivos porque “todos estamos formados por células y algunas son muy importantes para el funcionamiento de nuestro cuerpo”*

En las anteriores respuestas y argumentos se resalta que tiene ciertas nociones acerca de la temática, pues tiene una fuerte idea de que la célula en resumidas cuentas es el componente de todos los seres vivos y cumple funciones en el cuerpo. Pero no es capaz de enumerar las razones por las cuales las células son las unidades estructurales y funcionales de los seres vivos. Por otra parte aunque relaciona la célula con la composición de otros organismos, se refiere principalmente al cuerpo humano, aquí se puede inferir que la estudiante presenta dificultad para describir y concebir la célula en otros organismos que no son tan comunes tales como bacterias y protistas. Lo que le genera confusión e impide que argumente de mejor manera sus respuestas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Ahora bien, al analizar sus respuestas en la fase final de la intervención continúa con la falencia y la capacidad para argumentar baja, debido a que sus respuestas siguen siendo poco explicadas o en ocasiones no construye ningún sustento, tal como sucedió cuando se pregunta:

*¿En qué estructura de la planta habrá más cloroplastos y en cuál menos? responde que en las hojas y al preguntarle ¿por qué en las hojas? no sabe argumentar su respuesta.*

En este caso la estudiante al no argumentar su respuesta, evidencia que tiene falencias con respecto al conocimiento de la temática, debido a que lo principal para que un estudiante posea una buena capacidad argumentativa es que posea conocimiento frente a lo que se pregunta o se discute, ya que a partir de allí este puede sustentar mejor sus ideas y dependiendo de los términos que emplee puede tener una capacidad media o alta para argumentar.

Ahora bien, se puede concluir con referencia al aspecto de argumentación que aunque tiene nociones sobre la temática que las refuerza con el proceso de enseñanza, aun no son suficientes para lograr que esta a partir de un buen conocimiento sustente sus ideas y

***Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico***

les de fuerza, por lo tanto se puede afirmar que tiene logros escasos con respecto a esta subcategoría de análisis.

Siguiendo con esta categoría de análisis y con respecto a las subcategorías Pertinencia de las preguntas formuladas y Favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas, se encuentra que mediante la observación a la estudiante y los instrumentos aplicados, ésta no realiza ninguna pregunta o expresa ninguna duda frente al tema o temáticas tratadas en ninguna de las tres fases de la intervención (inicial, intermedia y final), a pesar de que se daban los espacios suficientes para el intercambio de preguntas. Razón por la cual no se puede sacar ninguna conclusión con respecto a esto, y lo único que se puede decir es que quizá influyó fuertemente la forma de ser de la estudiante que se identifica por ser muy tímida y pasiva puesto, que no expresa sus ideas de forma oral, lo que conllevó a que no interactuara con los demás compañeros o participara de actividades grupales. Es por lo anterior que para estas dos subcategorías de análisis la estudiante no logra los aspectos necesarios.

En resumidas cuentas, con esta estudiante durante el tiempo que duró la intervención se obtienen logros escasos con respecto al objetivo en torno al desarrollo de habilidades como la construcción de preguntas y la argumentación, para que se favoreciera

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

su interacción con los profesores y compañeros en torno a temas que son propios de las ciencias naturales.

Ahora bien, en relación a la segunda categoría de análisis Comportamientos observables durante las sesiones, como su nombre lo indica solo se analizan estos aspectos partiendo de las observaciones hechas por cada investigadora y un consenso entre ellas. Con referencia a la subcategoría de análisis denominada Motivación frente al *software* implementado, se encuentra que en la fase inicial la estudiante no muestra una actitud diferente cuando se presenta el *software* de simulación y no se nota motivada. Lo mismo ocurre en la fase intermedia. A diferencia de la fase final donde se muestra más motivada por el *software Kokori*.

En cuanto a la segunda subcategoría Interacción, en la fase inicial e intermedia las condiciones no favorecieron para que los estudiantes interactuaran directamente con los programas de simulación, por tanto para esta etapa de la intervención no aplica este análisis. Ahora bien, en la fase final esta estudiante se mostró pasiva inicialmente frente al uso e interacción con el programa debido a que prefería que sus compañeros lo manejaran mientras ella observaba, luego cuando se sintió segura comenzó a usarlo y a aplicar correctamente los conceptos de clase.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Es por ello que para estas dos subcategorías de análisis la estudiante alcanza medianamente los aspectos que se involucran en la interacción con el *software*, aunque le falta ser más participativa.

Además de ello, en la subcategoría de Participación, en la fase inicial la estudiante solo participaba de las actividades individuales que no ameritaran de expresar ideas oralmente y no lo hacía de actividades grupales y de discusión; por tanto no opina frente a los temas ni plantea preguntas o dudas. Este comportamiento se sigue presentando en una fase intermedia, pero en la fase final, ésta se mejora un poco su pasividad y se involucra un poco en las actividades grupales solo cuando se pregunta directamente.

En cuanto a esta subcategoría la estudiante por ser pasiva en gran parte del tiempo que duró la intervención, se dice que alcanza escasos logros.

Lo anterior se refleja mucho en la disposición por aprender (CO-DIS) de la estudiante, como cuarta y última subcategoría de análisis, puesto que debido a su poca participación e interacción con los demás compañeros en una fase inicial, por consenso de las investigadoras se afirma que esta no posee una predisposición real para aprender, pues solo se interesa por cumplir con las actividades que se dan de forma individual sin interesarse por expresar sus cuestiones para favorecer su conocimiento. Esto se deja observar cuando la estudiante realiza un mapa conceptual que no es muy apropiado y a

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

pesar de que momentos antes se había dado espacio para expresar dudas, ésta no optó por esa posibilidad (ver mapa).

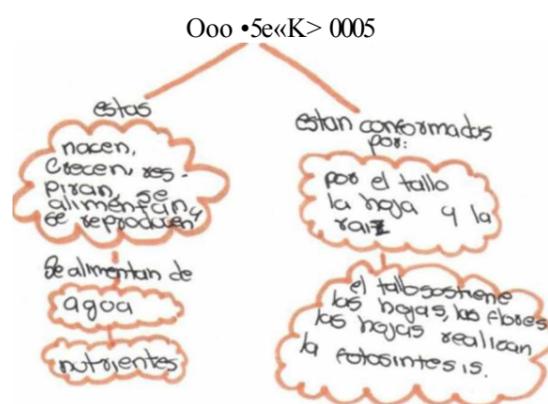


Fig. nº 4: organización conceptual sobre las plantas del E2

Aquí se puede observar que no comprende bien la diferencia entre conceptos y definiciones como tal, no hace una categorización adecuada y por último solo muestra un resumen de la temática planteada mediante un esquema, más no hace un mapa conceptual. Así pues, se nota que a pesar de tener muchas confusiones la estudiante no busca la oportunidad para expresarse, solucionar sus dudas o comprobar si lo que entiende es realmente lo que le han comunicado.

Este comportamiento pasivo y de poco interés se observó tanto en la fase intermedia

como en la final, por lo que se confirma que la estudiante no tiene una buena predisposición

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

para aprender en términos de Ausubel, para que quiera y realice de manera consciente relaciones no literales ni arbitrarias entre subsumidores y los conocimientos nuevos (Ausubel, 2002).

En referencia a esta categoría de análisis es importante resaltar que mediante las propuestas y estrategias implementadas en el aula la estudiante tuvo logros escasos a la hora de tomar una posición activa frente al aprendizaje, ya que no se motiva por interactuar, aprender y participar durante las tres fases analizadas.

Con respecto ahora a la categoría de Comprensión de los conceptos se observa que con relación a la subcategoría denominada Apropriación del lenguaje, la estudiante en una fase inicial muestra que maneja medianamente bien algunos conceptos entorno a la temática, tal y como se puede observar en esta afirmación:

***¿Dónde están las células en la naturaleza?***

***“Están en los animales, vegetales, plantas, esos están formados por células.”***

En la anterior frase la estudiante permite observar que no relaciona el concepto naturaleza solo con las plantas sino que también concibe dentro de este a los animales, pero es evidente que deja por fuera a otros organismos de otros reinos por ejemplo. Aquí

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

también se puede observar que no comprende que el concepto planta y vegetal significan lo mismo y hace referencia al mismo tipo de organismos.

***¿Qué es para tí una célula?***

***“Es todo lo que puede formar y existen varios tipos de células:  
célula animal, vegetal, protista y mónera”***

Ahora en esta afirmación de la estudiante podemos notar que conoce acerca de la diversidad de organismos existentes y que además éstos poseen ciertas diferencias en las células, a pesar de que es cierto lo que dice no utiliza el lenguaje indicado para referirse a la definición de la célula ya que emplea palabras que no explicitan en realidad el significado del concepto.

Ya en la fase intermedia en la estudiante se nota una mejoría con relación a la apropiación del lenguaje relacionado con el concepto de célula ya que

***La célula es la unidad funcional porque el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células” y que “la célula es la unidad estructural”***

En esta relación y definición que hace la estudiante se nota que comprende que la célula se le denomina unidad funcional debido a que de ella depende la vida de los

***Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico***

organismos y su funcionamiento como tal y además que la célula compone la estructura de estos seres vivos. El empleo del lenguaje adecuado muestra que la estudiante ha logrado buenos niveles de comprensión y que es más específica para expresar sus conocimientos.

En comparación con la fase final la estudiante vuelve a emplear lenguaje inadecuado para referirse a ciertos fenómenos o funciones de las organelas, esto es debido entonces a la confusión que tiene frente al tema. Esto se hizo evidente cuando la estudiante afirmó que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores es “ribosoma” y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es “plastidios”. En este punto se puede entonces observar que en una fase final la estudiante presentaba dificultades para entender ciertas funciones de algunas de las organelas celulares y por tanto no emplea bien los términos y los confunde.

Con respecto a esta subcategoría se puede decir que la estudiante cumplió con los logros medianamente debido a que tuvo avances significativos en la comprensión de aspectos importantes acerca de la célula.

Hablando de una subcategoría de análisis denominada Extrapolación (CC-EXT), durante las tres fases de la intervención la estudiante no hace ninguna relación de los

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

conceptos en torno a la célula y fenómenos de la cotidianidad o de otros temas. Por lo tanto no tiene ningún logro en lo referente a este aspecto.

Por último, al analizar la relación de los conceptos como la última subcategoría de análisis de la categoría de Comprensión de los conceptos, la estudiante durante la fase inicial construye buenas relaciones entre conceptos como ser vivo y célula.

*¿Cómo crees que funciona la célula? “Funciona haciendo parte importante de los animales, vegetales, plantas y de los seres humanos”.*

En esta respuesta la estudiante menciona los seres vivos y relaciona lo vivo con la célula, pero no construye una relación buena entre el concepto de animal y de seres humanos, pues a estos últimos los extrae de esta categoría. Cabe resaltar entonces que la relación entre lo vivo y célula es imprescindible e importante para el aprendizaje de la temática.

En una fase intermedia la estudiante establece mejores relaciones entre los conceptos ya que por ejemplo relaciona los organismos de una sola célula con el concepto

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

de unicelular y además comprende que a los organismos constituidos por múltiples células se les conoce con el nombre de pluricelular.

Por otra parte reconoce que la célula animal no posee pared celular, mientras que las células vegetales si poseen pared y plastidios; esto se pudo evidenciar al preguntarle:

*Las células vegetales se caracterizan por: “tener plastidios y pared celular ya que son las únicas que tienen pared celular y plastidios que otras no las tienen”.*

*La célula de la imagen es animal por: “porque no tiene pared celular”.*

En la primera respuesta se puede observar que la estudiante posee una idea muy marcada entre las dos estructuras y la célula vegetal a tal punto de afirmar que es el único tipo de célula que posee estas organelas, pero realmente no es así ya que otros organismos como los hongos también poseen pared celular. Así pues, esta idea influencia también la segunda respuesta ya que distingue la imagen de célula animal debido a que no presenta pared celular.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Esta concepción la sigue teniendo en la fase final de la intervención debido a que responde que la estructura que permite diferenciar la célula animal de la vegetal es la “pared celular”. Por otra parte establece cierta relación entre el concepto de fotosíntesis y la estructura de la planta donde se realiza que es la hoja pero no le atribuye esta función o proceso a una organela celular como tal, puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis y el lugar donde estas pueden ser más abundantes, ella responde que “la fotosíntesis se encuentra más en las hojas” (E2).

En términos generales, la estudiante a partir de las actividades logró la comprensión de ciertos conceptos y realizar ciertas relaciones importantes para el tema, pero en vista de que algunas veces lo implementaba de manera correcta y otras veces se confundía un poco frente a lo que sabe, se puede afirmar que su comprensión fue medianamente buena y que no domina a cabalidad esta temática, debido a las confusiones que presenta durante todo el proceso de intervención. Se logra la comprensión de principios importantes pero no es suficiente como para afirmar que esta estudiante aprende de manera significativamente crítica. Por tal motivo cumple de manera escasa el objetivo que orienta estas categorías de análisis.

Ahora bien, en relación con una última categoría de análisis denominada Aplicación de significados, se encontró que frente a una subcategoría llamada comprensión de los

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

significados, la estudiante en una fase inicial comprende que la célula es muy importante para los seres vivos pero en ese momento no había construido un significado del por qué era importante la célula como estructura y las funciones que cumple. Esta idea de la importancia de la célula parte de la concepción de que todos los seres vivos poseen células. Pero a este punto aun no hay una construcción de las razones de su importancia.

Siguiendo con este orden de ideas la estudiante en una fase intermedia le da un significado un poco más estructurado a esta idea, puesto que domina los postulados de la Teoría celular y los usa para explicar la importancia de la célula en los seres vivos, ya que por ejemplo cuando se refiere a que la célula es la unidad funcional y estructural de los seres vivos argumenta que es debido a que esta estructura es responsable del funcionamiento de los seres vivos. Aquí el significado es un poco más estructurado debido a que su idea está respaldada por la teoría, la cual emplea de manera acertada.

De manera análoga en una fase final la estudiante continúa teniendo el anterior significado y concepto de célula, debido a que alrededor de esta construye un significado del concepto de célula más complejo, ya que a esta idea le enlaza otras como la de diferentes tipos y formas de células y organelas que diferencian la función y estructura celular en diversos organismos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Es por ello que con respecto a esta subcategoría la estudiante tiene logros escasos ya que pudo estructurar mejor el significado de la célula como concepto estableciendo relación con otros aspectos relevantes, pero esto no fue suficiente para deducir que sabe y domina un significado más amplio de este concepto.

En cuanto a una segunda subcategoría de análisis denominada representación de la realidad, la estudiante comprende que las imágenes del *software* no son reales sino representaciones o prototipos de las células. Pero aunque este es un buen logro no es suficiente debido a que su imagen de célula era muy semejante a la representación de esta y trabajaba con ella como si fuera la realidad en sí misma, por lo tanto no logra los aspectos relacionados con esta categoría

Ahora bien, con referencia a la subcategoría de la evolución de los conceptos la estudiante en una fase inicial parte de que la célula es el componente de todos los seres pero no comprende realmente cuál es su importancia y cómo funciona. Por otra parte, en una fase intermedia y final la estudiante comienza a comprender que su funcionalidad es importante debido a que de allí dependen todas las funciones de los seres vivos y que además posee diversas formas y funciones dependiendo de su tipo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Con respecto entonces al cumplimiento de este objetivo se puede afirmar que la estudiante no desarrolla como tal una conciencia semántica debido a que no comprende la evolución del concepto de célula y no hace consciente la construcción del significado.

Conclusión:

Teniendo en cuenta que:

- La estudiante tiene algunos logros con respecto a la argumentación de sus respuestas que evidencia la comprensión de algunos aspectos importantes de la temática.
- No logra formular preguntas coherentes y sustanciales durante las fases de la intervención.
- No intercambia sus significados mediante cuestiones y que por lo tanto no hay un favorecimiento de la interacción social.

Con respecto a la categoría de la interacción social y cuestionamiento se puede concluir que la estudiante no tuvo un avance significativo y que a pesar que logró aspectos con respecto a la argumentación no fue suficiente para que desarrollara otras habilidades relacionadas con la construcción de cuestiones.

Ahora bien, estimando que:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- La interacción de la estudiante con los programas de simulación fue buena y que además esto mejoró su motivación por el tema en algunas ocasiones donde se implementaban los programas.
- La participación de la estudiante en las actividades grupales no fue buena y esto fue una constante durante toda la intervención.
- La predisposición para aprender de la estudiante no fue muy buena debido a su falta de interés.
- Además su comprensión de los conceptos fue escasa.

Por lo anterior puede afirmarse que esta estudiante logró escasamente el objetivo referente a las categorías de los comportamientos observables y la comprensión de los conceptos. La estudiante logra pocos aspectos por lo que su aprendizaje fue poco.

Por otra parte, analizando que la estudiante construye algunos significados pertinentes, comprende y maneja difícilmente las representaciones y modelos de la célula y no comprende la evolución de este concepto, se puede afirmar que no tuvo evolución alguna con respecto a este objetivo.

En resumidas cuentas, y para darle respuesta a la pregunta de investigación se puede afirmar que para este caso no logra un aprendizaje significativo crítico, y a pesar de que la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

propuesta contribuyó para el mejoramiento de algunos aspectos, esto no fue suficiente para que la estudiante lograra interesarse y predisponerse para aprender.

### ANÁLISIS E3

Es un estudiante muy activo, participa continuamente durante las clases tanto cuestionando como respondiendo y se muestra muy interesado por el aprendizaje de las ciencias, cumple con las actividades que se proponen en el aula pero su desempeño académico es regular puesto que se le dificulta cumplir con los deberes extraescolares. En cuanto a su comportamiento, el estudiante es un poco inquieto y en ocasiones es necesario llamarle varias veces la atención, pero pese a esto nunca está desconectado del tema de clase y tiene la capacidad de responder en el momento que se le solicita.

Con relación a la primera categoría de interacción social y cuestionamiento, puede determinarse que debido a que el estudiante no asistió a cuatro de las 8 sesiones y no participaba activamente de las actividades de las clases que presenció, es muy complejo evaluar su desempeño para esta categoría y en general para las demás, debido a la poca información que se obtuvo con respecto a este estudiante.

Sin embargo en una fase inicial, y con relación a la subcategoría de Argumentación de las respuestas, se pudo evidenciar que el estudiante posee mucha confusión con respecto al tema y que debido a esto no utiliza o sustenta de manera adecuada sus respuestas presentando un nivel de argumentación bajo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*¿Dónde están las células en la naturaleza? En los arboles cuando sueltan el oxígeno.*

*¿Qué forma crees que tienen las células? “Como la de un huevo porque es casi lo mismo”.*

En las anteriores respuestas puede verse tanto la falencia y el desconocimiento del estudiante frente a la temática como la baja capacidad argumentativa que posee en términos de que no emplea el lenguaje técnico apropiado, las frases que dice son incoherentes y no explica de manera clara sus ideas. Esta dificultad se continuó presentando en la fase intermedia debido a que el estudiante en el primer examen que realizó (véase instrumento 5), cuando se pedía que argumentara, no empleaba ideas que le dieran una buena explicación a lo que se preguntaba, por ejemplo:

*Todos los seres vivos estamos formados por células; “es la A porque todos los seres vivos estamos formados por células”*

*Las células vegetales se caracterizan por tener centriolos; “es la C, porque la célula vegetal se caracteriza por tener centriolos”*

En este punto el estudiante no hace uso de otras ideas para argumentar sus respuestas y solo se limita a repetir los enunciados que le parecen pertinentes para dar la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

respuesta, no va más allá ni intenta dar una explicación, y esto se debería entonces a la poca comprensión que posee frente al tema.

Ahora bien, con relación a una fase final no se pudo evidenciar la evolución del estudiante debido a que no asistió a las clases. Es por lo tanto que las evidencias que se tienen apuntan a que el caso no tuvo ningún logro significativo con respecto a esta subcategoría de análisis.

En relación a las otras dos subcategorías de análisis pertinencia de las preguntas formuladas y favorecimiento de la interacción social mediante la formulación de las preguntas. En una fase inicial no se pudo evaluar esta capacidad debido a que el estudiante no participó de las discusiones y actividades grupales llevadas a cabo en las clases. Mientras que en la fase intermedia y final este no asiste a la mayoría de sesiones por lo tanto no se puede dar una conclusión con respecto a estas subcategorías debido a la poca información que se posee.

Es entonces por lo que las pocas evidencias arrojan que este estudiante no logra un mejoramiento contundente con respecto a las anteriores subcategorías analizadas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Con respecto al objetivo que orienta esta categoría se puede decir entonces, que no se cumple debido a la ausencia del estudiante durante las sesiones y la poca participación de este en las actividades que presenciaba. Se puede afirmar que el estudiante no desarrolla una capacidad para formular preguntas ni mucho menos sube el nivel de su capacidad argumentativa.

Partiendo de esto y haciendo un análisis en torno a la categoría de comportamientos observables se encuentra que para la subcategoría de análisis denominada motivación frente al uso del *software*, mediante un consenso de las investigadoras se llega a la conclusión de que durante las tres fases de la intervención el estudiante se interesa por el uso de las animaciones y simulaciones presentadas y se nota más atento y participativo cuando se realizan estas actividades.

En cuanto a la subcategoría de interacción con el *software* se puede notar que el estudiante intenta manejar y comprender cómo funciona el programa de simulación logrando buenos resultados con ello. Por lo que se concluye que logró medianamente los aspectos relacionados con esta subcategoría de análisis y la de motivación.

Por último, en cuanto a las subcategoría de participación y disposición para aprender, se pudo evidenciar que el estudiante durante las tres fases de la investigación, a

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

pesar de que se distrae con facilidad su participación en algunas ocasiones es activa debido a que responde ciertas preguntas, realiza ciertas actividades etc. En cuanto a la disposición muestra buena actitud frente a la construcción de las actividades planteadas de manera grupal e individual pero no se puede afirmar que durante las tres fases se predispone para aprender debido a que su interés por comprender la temática es superado por otras distracciones.

Por lo tanto se puede concluir con respecto a esta subcategoría que logró los aspectos en un nivel medio.

En términos de la tercera categoría de análisis comprensión de los conceptos, el estudiante mostró en una fase inicial que en cuanto a la subcategoría de apropiación del lenguaje presenta serias dificultades en cuanto al lenguaje científico que se implementa en la temática en torno a la célula. Ya que por ejemplo en el instrumento de ideas previas expresa:

***Qué es para tí una célula “Es algo que tenemos en el cuerpo”***

***¿Dónde están las células en tu cuerpo? Explica tu respuesta “En la sangre”***

***¿Cuál crees que es la importancia de la célula para la vida?***

***“Que es la unidad morfológica que tiene todo ser vivo”***

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De acuerdo con las respuestas que da este estudiante podemos observar que no emplea muchos términos propios de la temática ya que sus respuestas son simples y sin argumentos o sustentos. Por otra parte en la última respuesta emplea términos más relacionados con la temática tales como “unidad morfológica”, pero esto no significa que el estudiante comprenda realmente qué significa esto y mucho menos que domine el lenguaje, debido a que las demás respuestas que da son muy simples y muestra cierta confusión y poco entendimiento.

En una fase intermedia el estudiante demuestra más claridad en los temas aprendidos y realiza un mapa conceptual implementando buenos términos y haciendo muy buenas relaciones por lo que se puede afirmar que mejora su lenguaje como se ve a continuación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

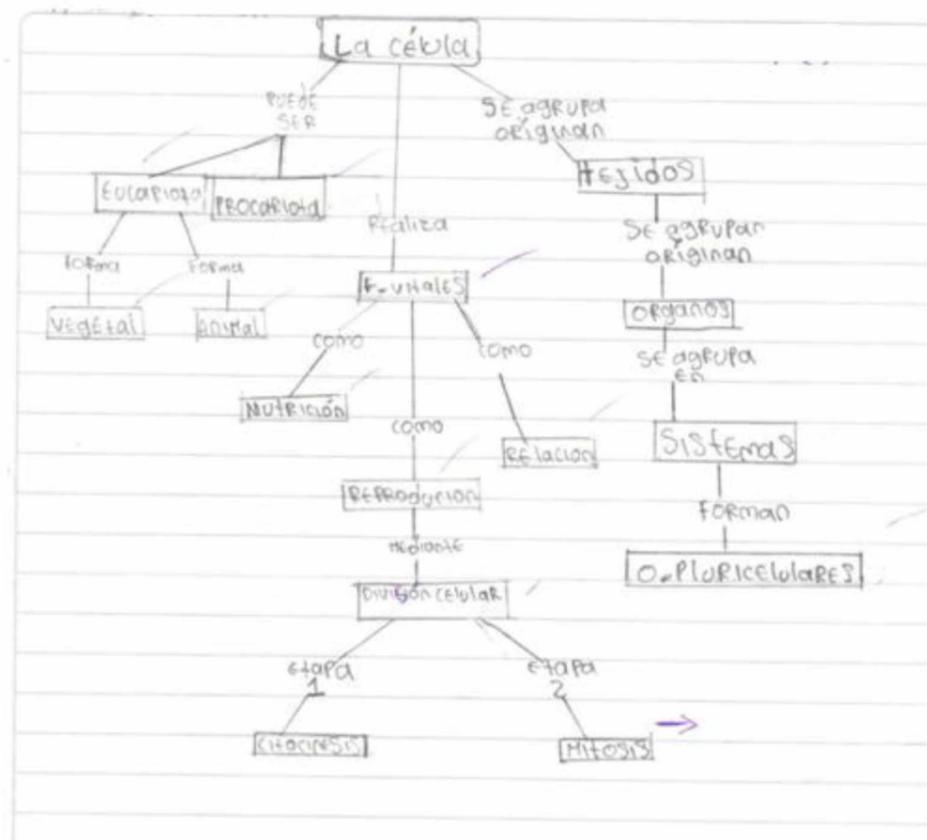


Fig. nº 5: organización conceptual sobre la célula del E3

A pesar de que repite muchos conectores el estudiante emplea buenos términos y consulta además otros para realizar esta actividad. En la fase final este no asiste a la dos de las clases y en la última no entrega el producto. Por lo tanto no puede evidenciarse el nivel de apropiación del lenguaje.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por lo analizado anteriormente se puede concluir entonces que este estudiante al manejar un lenguaje pertinente en algunas ocasiones, se puede decir que tiene avances escasos.

En cuanto a la subcategoría de extrapolación de los conceptos el estudiante durante las fases de la intervención no construyó relaciones ni hizo conexiones entre los temas aprendidos en torno a la célula y otras situaciones y conocimientos que aparentemente no tienen relación. Por lo tanto no tiene ningún logro para esta subcategoría.

Ahora bien con respecto a la subcategoría de relación de los conceptos, el estudiante en una fase inicial no hace relaciones pertinentes entre conceptos, por ejemplo:

*¿Qué es para tí una célula? “Es algo que tenemos en el cuerpo”*

*¿Dónde están las células en la naturaleza? En los arboles cuando  
sueltan el oxígeno*

En esta respuesta puede evidenciarse que el estudiante no establece una relación entre las células y los seres vivos, y solo sabe que ésta se encuentra en el cuerpo humano pero no en otros organismos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Esta concepción evoluciona y cambia en una fase intermedia de la investigación debido a que en este momento comprende y relaciona lo vivo y los organismos con la célula ya que por ejemplo asegura que es falso que las células solo hacen parte de los humanos porque “las células están en todos los seres vivos” Adicional a ello, relaciona una sola célula con el concepto de unicelular y muchas células con el concepto de pluricelular. Ahora bien, en una fase final no se pudo observar su evolución debido a que no asistió y tampoco entregó las actividades propuestas. Por lo anterior el estudiante mejoró en algunos aspectos y por lo tanto se puede afirmar que sus logros fueron escasos.

Ahora bien, en términos del cumplimiento del objetivo, se puede decir que el estudiante tuvo pocos logros debido a que su comportamiento no fue enteramente activo, pues fluctuó mucho, en términos de que el estudiante en algunas ocasiones se desenvolvía muy bien pero en la mayoría de las veces no asistió o no participó debido a la distracción. Por otra parte no se puede decir que el estudiante comprendió el tema debido a sus múltiples faltas de asistencia, y lo que sí se afirma es que éste no aprendió de manera significativa crítica significativa el concepto de célula.

En términos de la última categoría de análisis Aplicación de significados, en una fase inicial el estudiante frente a una subcategoría de análisis de comprensión de significados hace evidente que los conocimientos que posee con respecto a la célula, su

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

estructura y función son muy pocos y que además algunos son memorísticos, pues no muestra una comprensión al no saber argumentar ni emplearlos de manera adecuada:

¿Cuál crees que es la importancia de la célula para la vida? ***“Que es la unidad morfológica que tiene todo ser vivo”***

En esta respuesta y analizando las demás presentadas anteriormente se puede evidenciar que en realidad no comprende por qué este principio de la teoría celular es importante.

En cuanto a las fases intermedia y final se nota una mediana comprensión de otros conceptos y términos de la temática pero debido a la poca información que se obtiene de este estudiante es difícil determinar qué construcción de significados realizó y hasta qué punto llegó en su comprensión. Por lo que se afirma que logró aspectos en un nivel bajo.

Por último y con respecto a las subcategorías evolución de los conceptos y representación de la realidad, durante las tres fases no se puede determinar qué tanto evolucionó el significado y definición de los conceptos, ni mucho menos si construía relaciones entre lo que aprendía y hechos de la cotidianidad, debido a sus continuas faltas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Desde esta perspectiva el caso no tiene logros con respecto a estas dos subcategorías de análisis.

Por otra parte, con respecto al objetivo al que apuntaba esta categoría de análisis, se puede afirmar que este estudiante no comprende el significado de la célula debido a que tiene mucho desconocimiento con respecto a este tema, y tampoco comprende la evolución que ha tenido este concepto, ni la construcción de significados propia en torno a este concepto.

En conclusión sabiendo que:

- El nivel de argumentación del estudiante no mejoró durante el proceso
- Y teniendo en cuenta que las pocas evidencias que se tienen acerca del proceso del estudiante en cuanto al favorecimiento de la interacción social por medio de las preguntas y la formulación de cuestiones no apuntan a buenos resultados.

Se concluye que:

Con respecto a la categoría de interacción social y cuestionamiento el estudiante no logra buenos avances y por lo tanto no cumple con este objetivo debido a múltiples factores como la inasistencia y las múltiples distracciones.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además, teniendo en cuenta que:

- la motivación del estudiante mejoró en gran medida y se vio principalmente interesado en el tema cuando se hacía uso de *software* de simulación, que su interacción con los programas fue muy buena, y que su participación y disposición para aprender mejoraron.
- En cuanto a la apropiación del lenguaje no es muy buena y tiene avances escasos, que no hace extrapolación de los conceptos y que incluso la relación que construía entre los conceptos no era significativa.

Se puede decir entonces que con respecto al objetivo que apuntaba hacia el desarrollo de un papel activo por parte del estudiante que facilitara la comprensión de los conceptos, se encuentra que el estudiante cumple escasamente este objetivo.

Por último y con referencia a la categoría de aplicación de los significados se establece que:

- Tuvo múltiples dificultades para comprender los significados y su construcción, la evolución de los significados contruidos por sí mismo mejoró muy poco y que la representación de la realidad no mejora.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Puede decirse que el estudiante no logra cumplir el objetivo de desarrollar una conciencia semántica.

En términos generales es difícil determinar hasta qué punto se cumplieron los objetivos con este estudiante, debido a las múltiples faltas, mediana participación en las actividades y significativas falencias que presentó frente a la temática. Partiendo de lo anterior se puede afirmar que este estudiante cumple escasamente uno de los tres objetivos propuestos. Lo que indica que la propuesta didáctica no tuvo una contribución significativa en el proceso de aprendizaje de este estudiante a pesar de sus avances.

#### ANÁLISIS E4

El caso es un estudiante responsable tanto con el trabajo en clase como con sus deberes extraescolares, es poco participativo y en pocas ocasiones plantea preguntas durante las clases, su desempeño académico es bueno y muestra interés por el aprendizaje de las ciencias y el trabajo con diferentes recursos, su comportamiento es adecuado.

Ahora bien, con respecto a la categoría de análisis de Interacción social y cuestionamiento, presenta inicialmente una capacidad argumentativa baja, ya que al analizar la información que arroja la subcategoría de Argumentación de respuestas, se encontró que el estudiante no emplea un lenguaje apropiado para referirse a la temática, no es muy específico y claro con respecto a la sustentación de las preguntas, pero a pesar de esto se nota cierto conocimiento con respecto a las células.

*¿Qué es para ti una célula? “Es lo que tienen todos los seres vivos como humanos, plantas y animales”*

*¿Dónde están las células en tu cuerpo? Explica tu respuesta  
“En todas partes de mi cuerpo”*

En estas respuestas se puede evidenciar que el estudiante comprende que todos los seres vivos poseen células pero no sabe explicar y argumentar qué son las células. Por otra parte el estudiante en la segunda respuesta no sustenta el por qué considera que las células

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

están en todo su cuerpo. Es por ello que se evidencia que posee cierta dificultad para expresar y sustentar sus ideas.

En una etapa intermedia se puede evidenciar que el estudiante no argumenta sus respuestas y si lo hace no emplea palabras y frases coherentes. Por ejemplo en el primer examen, éste solo argumentó una respuesta y no fue la sustentación más indicada:

*Cuando decimos que la célula es la unidad funcional de los seres vivos quiere decir que: argumenta tu respuesta*  
*“porque todos tenemos células como animales, las plantas, los humanos ”,*

En esta respuesta se puede evidenciar que no comprende por qué la célula es la unidad funcional de los seres vivos debido a que no hace alusión a las funciones de los seres vivos para explicar su respuesta sino más bien a su estructura.

Esta forma de argumentar es constante aun en una fase final de la intervención debido a que el estudiante al ser partícipe de la discusión grupal de los resultados de un experimento realizado en clase, afirma que el “almidón atraviesa la membrana debido a que es el más pequeño” a pesar de que esta afirmación es falsa podemos además ver que el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

estudiante continúa argumentando sus respuestas con pocas ideas que sustente lo que dice y que permitan ver una mayor comprensión y entendimiento de la temática. Es por ello que se concluye que el estudiante tiene logros escasos en relación con esta subcategoría de análisis.

En cuanto a las subcategoría de análisis pertinencia de las preguntas formuladas y favorecimiento de la interacción social, en la formulación de las preguntas este estudiante durante las tres fases de la investigación no participa de la clase mediante la formulación o construcción de preguntas, por tanto no se puede evidenciar su evolución y hasta qué punto se logró el objetivo.

De acuerdo a lo anterior se puede establecer que el estudiante aunque tuvo una leve mejoría en su capacidad argumentativa, no cumple con el objetivo de argumentar de manera adecuada ni de construir cuestionamientos para mejorar la interacción social.

Con respecto a una segunda categoría de análisis, denominada comportamientos observables, durante las tres fases de la intervención no se obtuvo información con respecto a las subcategorías de motivación e interacción con el *software* de simulación y por tanto no se pueden analizar sus actitudes frente a esto.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a las subcategorías de participación y disposición para aprender se puede evidenciar en cuanto a la primera, que durante las fases de la intervención el estudiante se muestra muy activo y participativo frente a las actividades grupales e individuales. En cuanto a la segunda el estudiante se muestra durante las tres fases muy interesado por el tema y con buenas actitudes para aprender. Es por ello que con respecto a estas dos categorías el estudiante logra aspectos significativos, por lo tanto su desempeño se ubica en un nivel medio.

Al analizar una tercera categoría, comprensión de conceptos, se puede notar que el estudiante mejoró mucho la comprensión y el manejo de los mismos debido a los múltiples términos que manejaba en la fase final.

En términos de la subcategoría de apropiación del lenguaje se pudo evidenciar que en una primera fase de la investigación el estudiante no empleaba buenos términos para definir y responder a algunas preguntas:

*¿Qué es para tí una célula? “Es lo que tienen todos los seres vivos como humanos, plantas y animales”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La afirmación “es lo que tienen” no es muy específica y no da cuenta de la definición como tal de la célula, ni emplea los conceptos o lenguaje pertinente.

En una fase intermedia esto mejora debido a que establece que todos los seres vivos están formados por células y señala que ellas son el componente básico; además de reconocer características como formas y tamaños celulares. Sin embargo, continúa teniendo ciertos problemas para comprender la teoría celular debido a los términos y lenguaje utilizados para definirla. Así mismo también presenta ciertas dificultades para definir célula aun en una fase final ya que lo hace diciendo que es “un cuerpo que nos ayuda para vivir” (E).

A pesar de que sabe y maneja la importancia del concepto adecuadamente este aún no empleaba el lenguaje de manera correcta. Con respecto a lo anterior se concluye que el estudiante alcanza logros significativos lo que hace que mejore mucho la comprensión de los conceptos.

En términos de la subcategoría denominada Extrapolación, durante las primeras dos fases no hubo suficiente información para determinar y analizar esto. Pero durante la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

última fase, este estudiante sí empleó el conocimiento aprendido para resolver y explicar otras situaciones, por ejemplo:

Cuando el estudiante tuvo acercamiento con el *software* pudo observar qué ocurría cuando la célula era infectada por agentes extraños e intrusos y luego al conocer la función del lisosoma comprende entonces la relación que poseen estos dos fenómenos. Se evidencia la extrapolación que hizo justo cuando el estudiante resuelve el siguiente problema: La célula se está llenando de cuerpos extraños que no pueden ser eliminados, ¿será que falta alguna organela? ¿Cuál?, “Los lisosomas porque ellos son los que eliminan intrusos”. En este punto se puede ver que el estudiante construye relaciones que no son tan evidentes a la hora de abordar la temática. Por lo tanto tiene un buen desempeño con respecto a esta subcategoría de análisis.

Por último, con respecto a la subcategoría de relación de conceptos, en una fase inicial este estudiante relacionaba el concepto de célula con organismos más complejos como las plantas y los animales pero más aun con estos últimos, puesto que siempre se refería a estos. Ya en una fase intermedia comienza a establecer relación entre el tipo de célula, sus formas y funciones. Por último, en la fase final el estudiante logra establecer relaciones entre algunas estructuras celulares y sus funciones.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De acuerdo a lo anterior se puede entonces concluir que el estudiante cumple medianamente el objetivo que orienta estas dos categorías de análisis. Debido a que se dan logros en la comprensión de conceptos, el lenguaje implementado, toma una actitud participativa aunque no tanto para tomar la iniciativa de buscar un aprendizaje, y además posee buena predisposición para aprender.

En términos de la última categoría de análisis denominada Aplicación de significados, en cuanto a la subcategoría de comprensión de significados este estudiante inicialmente no tiene un significado apropiado en torno a la célula debido a que sabía en donde se encontraba pero no comprendía cuál era su importancia y función en los organismos. Posteriormente en una fase intermedia, nutre este concepto al manejar o entender que las células dependiendo de función posee una forma determinada y corresponde a un tipo específico. Ya en una última fase el estudiante comprende la importancia de las células ya que afirma que “es importante porque sin ella no podríamos vivir y no tendríamos proteínas”. Con respecto a esta subcategoría el estudiante alcanza escasamente ciertos logros.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por otra parte con respecto a la categoría de representación de la realidad, en una fase inicial el estudiante cree que la célula es una estructura de forma redonda que se encuentra en animales y plantas y que puede ser dañada por virus o bacterias que pueden enfermarla.

En una fase intermedia y en la final cambia un poco esta representación y afirma que las “células son seres microscópicos”. Por otra parte muestra cierta confusión en torno a la ubicación de las células en la naturaleza y sus formas, a pesar de que en algunas ocasiones maneja bien estos conceptos, en el instrumento final mostró que no sabía nada referente a esto. Pues afirma que las células en la naturaleza:

*“están en las flores, arboles y en los tallos de las plantas” si bien es cierto, no incluye otros seres vivos como los animales y que en el cuerpo humano se ubican “en la piel”,*

*Y además que las células tiene dos formas: “tienen una forma redonda, la de animal, y una forma cuadrada, la vegetal.*

Por otra parte cuando se indaga por su función responde con la cuestión: “¿funciona?”. En esta fase final es complicado definir qué representación construyó el estudiante frente a la célula debido a que en las fases anteriores tenía ideas acertadas y coherentes mientras que en esta última fase parece que confunde todo lo relacionado con respecto el tema o vuelve a utilizar las ideas que concebía previamente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Lo anterior a su vez impide también ver la evolución de los conceptos de este estudiante porque aunque en las fases inicial e intermedia se muestra favorable, la información final muestra todo lo contrario.

Es por ello que se concluye que este estudiante cumple con este objetivo escasamente debido a que construye un significado acercado a lo que significa para el conocimiento científico el concepto de célula y posee una evolución de los conceptos aunque en la última fase no se puede evidenciar.

Ahora bien y considerando que:

- El caso no mejora o no tiene un avance significativo con respecto al nivel de argumentación y a la formulación de preguntas, puede afirmarse que en referencia a la categoría de interacción social y cuestionamiento el estudiante tiene logros escasos.
- La participación y su predisposición mejoraron significativamente, que tuvo un buen manejo del lenguaje, hace extrapolación de los fenómenos aprendidos en clase con otras situaciones y que además mejora en la relación de los conceptos, se puede decir que el caso tiene avances significativos y que por tanto tuvo un nivel medio de cumplimiento en los aspectos que intervienen en estas dos categorías de análisis.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- Este tiene avances buenos en la construcción de significados y tiene un mejoramiento en la evolución de los conceptos, se puede decir que este estudiante debido a que no logra muchos aspectos importantes que cumple escasamente con los logros que tienen relación con esta categoría de análisis de aplicación de los conceptos.

En general el estudiante tuvo buen desempeño durante la intervención ya que cumple con dos de los objetivos que se buscaban en esta investigación. Debido a que mejoró en muchos aspectos y la contribución de la propuesta didáctica para su proceso de aprendizaje fue significativa e importante a pesar de que no cumple con todos los logros.

## ANÁLISIS E5

El presente análisis se realiza con base en 4 categorías y las subcategorías correspondientes; además se tienen en cuenta algunas características importantes que dan mayor claridad sobre la personalidad, actitud y comportamientos del estudiante, las cuales se detallan a continuación:

Es un estudiante inquieto y con situación académica baja, no tiene buen desempeño dentro del aula y no cumple con los deberes extraescolares. En ocasiones plantea preguntas y cuando se le cuestiona responde pero de forma poco precisa; su comportamiento es poco adecuado para un buen aprendizaje pero suele atender a las correcciones que se le hacen. Muestra poco interés por el aprendizaje de las ciencias aunque en ocasiones tiene la voluntad de mejorar su desempeño en el área.

La primera categoría del análisis hace referencia a la interacción social y cuestionamiento, que integra las subcategorías argumentación, pertinencia de las preguntas formuladas y favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En lo que respecta a la subcategoría argumentación, en la fase inicial, el estudiante tuvo un nivel de argumentación bajo, pues no responde adecuadamente a la mayoría de preguntas y cuando lo hace, sustenta con ideas que no corresponden al tema, con argumentos vacíos y poco estructurados. Por ejemplo:

*La célula es como un animalito*

*Las células se encuentran en las manos.*

*¿Es importante aprender sobre las células? Sí porque es muy importante aprender cosas que uno no sabía*

Estas respuestas evidencian que el estudiante no domina conceptos, no argumenta sus ideas y sus respuestas no dan solución a las preguntas.

En la segunda fase no asistió y en la tercera su nivel bajo se mantuvo, pues no justificaba adecuadamente sus respuestas. Aquí el estudiante responde a algunas preguntas de la discusión y argumenta medianamente, por ejemplo al preguntarle ¿por qué la vacuola de la célula debe tener un tamaño tan grande? responde que es “*porque tiene que tener agua suficiente*”

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que en lo que respecta a la subcategoría, el estudiante mantuvo un nivel argumentativo bajo durante todo el proceso, pues fue recurrente su inasistencia, razón por la que poco se pudo valorar la subcategoría, y cuando asistía, en sus intervenciones no utilizaba argumentos coherentes, valederos y estructurados que demostraran su comprensión del tema.

En la segunda y tercera subcategoría; es decir, pertinencia de las preguntas y favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas, durante las tres fases predominó la ausencia del estudiante en las clases y cuando iba no participaba de las actividades por lo que este aspecto no se logró evidenciar.

La escasa asistencia del estudiante no permite dar cuenta de avances en su proceso, por lo que la valoración de las 2 subcategorías anteriormente mencionadas es limitada o nula; además cuando asistía no demostraba mayor interés, una posición crítica, disposición y apropiación de su aprendizaje, por lo que la formulación de preguntas se mantienen en un nivel bajo y la interacción social no se evidenció. Esto permite afirmar que el estudiante no logró el objetivo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Puede concluirse que en lo que respecta a la categoría de interacción social y cuestionamiento, el estudiante alcanzó escasamente los logros propuestos, pues su capacidad argumentativa y crítica, de análisis, de formulación coherente y estructurada de preguntas no advirtieron crecimiento durante el proceso, además, las condiciones dispuestas para la interacción social no favorecieron el desarrollo y/o mejoría de dichas habilidades.

La categoría de comportamientos observables integra las subcategorías motivación, interacción, participación y disposición para aprender; éstas fueron observadas con el mayor detalle posible durante toda la intervención, especialmente en lo que respecta a los programas de simulación.

En cuanto a la subcategoría motivación, el estudiante no mostró interés en las fases uno y tres, por lo que no hay evidencias que permitan dar claridad de este aspecto. En la fase intermedia la única evidencia que se tiene es que en las sesiones en las que se utilizó el laboratorio virtual y el programa en la sala de Medellín digital el estudiante se mostró motivado e interesado por realizar la actividad y trabajar con las simulaciones.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para la subcategoría puede concluirse que el uso de los programas de simulación implementados, lograron impactar al estudiante favoreciendo el desarrollo de las actividades; por lo tanto el objetivo de la subcategoría se logró totalmente.

En lo que respecta a la subcategoría, interacción con los programas de simulación, en la fase inicial el estudiante no asiste, en la fase intermedia muestra gran interés y se destaca su participación activa y acertada durante la realización de la actividad con el laboratorio virtual; entre tanto en la fase final es uno de los más activos del grupo en relación con el trabajo con simulaciones, dominando con facilidad el programa.

Por lo tanto se puede concluir que el estudiante logró totalmente el objetivo de la subcategoría, pues la implementación de diferentes programas de simulación, permitió que manifestara buena actitud y habilidad para interactuar con ellos, además de reconocer su utilidad para su proceso de aprendizaje.

Sobre la subcategoría participación, durante la primera fase se muestra poco participativo; sin embargo, se puede dar cuenta de una actividad en la que intervino

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

favorablemente y fue en la realización de un mapa conceptual grupal, en el tablero. Durante la fase intermedia y final su participación mejora un poco pues realiza adecuadamente las diferentes actividades propuestas.

Así pues, se concluye que el objetivo se logra medianamente, dado que se evidenció un crecimiento medio de la subcategoría en el desarrollo de las actividades ya que su participación en general fue escasa impidiendo el favorecimiento además de la interacción social con el grupo.

En lo que respecta a la subcategoría disposición para aprender, entendida como el interés del estudiante por establecer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991), durante las tres fases su disposición no es la más adecuada, pues se distrae mucho, proyecta desmotivación y no logra establecer relaciones pertinentes; por lo tanto se concluye que el estudiante tiene un logro escaso en el objetivo de la subcategoría.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Puede decirse entonces que en general los logros de la categoría de comportamientos observables se cumplieron medianamente, pues los programas de simulación evidenciaron habilidad para manejarlos, lograron captar su atención e interesarlo en la temática trabajada; además, su participación tuvo un progreso paulatino; sin embargo, su inasistencia fue evidente e impidió que realizara muchas de las actividades; no obstante, se observó algún progreso en el proceso.

La tercera categoría se refiere a la comprensión de los conceptos, y dentro de esta se valoran subcategorías como la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación.

En cuanto a la subcategoría apropiación del lenguaje, en la fase inicial no se tienen evidencias que permitan realizar una observación pertinente. En la fase intermedia no asistió. En la fase final nombra a la célula como “*algo que le da función al cuerpo humano*”, todavía no se apropia de la definición técnica del concepto; además relaciona de manera correcta la definición de una organela con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es “*el núcleo*”. Pero dice que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores es “*ribosoma*” y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

“plastidios”. Por otro lado, no logra apropiarse de la definición de los términos, específicamente de los nombres de las organelas y su función, pues no responde a ninguno de los 11 términos indagados.

De acuerdo a lo anterior, se puede concluir que el estudiante logra el objetivo de la subcategoría escasamente, pues evidencia dificultades en cuanto a la apropiación del lenguaje de la temática y comprensión de las organelas celulares.

En cuanto a la subcategoría relaciones entre conceptos, en la primera fase se observó en la realización de un mapa conceptual dificultad para estructurar las ideas.

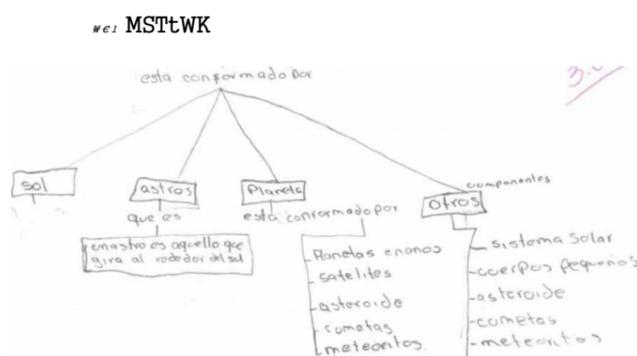


Fig. n° 6: organización conceptual sobre el sistema solar del E5

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

El mapa evidencia que el estudiante logra extraer la idea principal del texto; sin embargo, tiene dificultad en la elección adecuada de conectores y en la categorización.

En lo que el respecta al tema de estudio, el estudiante relaciona las células con animales y plantas pero es muy confusa su idea. En la fase intermedia, no asistió y en la fase final, reconoce la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice *“que una tiene pared celular y la otra no”*; además nombra correctamente algunas organelas señaladas en una representación de la célula vegetal, por lo que se podría decir que relaciona medianamente los conceptos con las imágenes; explica cuál es la función de la membrana celular, pues dice que es *“no dejar pasar los intrusos”*. Su respuesta, si bien es cierta no incluye otras funciones de la membrana como la regulación del paso de sustancias y la delimitación de la célula; por otro lado, no logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función, puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis y el lugar donde estas pueden ser más abundantes, él no responde.

El estudiante comprende la ubicación de las células en la naturaleza, pues dice que *“las células están en las plantas, en los animales porque tienen vida”* además, comprende la ubicación de estas en el cuerpo humano explicando que *“están en todo el cuerpo”*; sin

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

embargo, su justificación a esto es que *“están en todo el cuerpo, porque todo el cuerpo se mueve”*.

Entre tanto, no comprende que hay diferentes formas y tamaños celulares, pues plantea que *“son redonditas”*, tampoco sabe hacer referencia al funcionamiento celular.

El estudiante logró avances positivos pues maneja algunos conceptos y es capaz de establecer relaciones entre ellos, se nota avance a nivel conceptual, por lo que el logro del objetivo para la subcategoría se puede valorar en un nivel medio.

Respecto a la subcategoría extrapolación, en la fase inicial el estudiante emplea ciertas analogías que no son pertinentes al relacionar algunas funciones de la célula con otros procesos, por ejemplo:

*“elnúcleo es como el corazón”*

*“La célula es como un animalito”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Durante la fase intermedia, no asiste y en la fase final, al presentarle al estudiante una situación problema trabajada en las simulaciones, como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, el estudiante logra explicar cuál es la organela que falta diciendo que *“los lisosomas porque ellos son los que eliminan los intrusos”*.

El estudiante logra el objetivo medianamente para esta subcategoría al relacionar lo trabajado en las simulaciones con la teoría y explicar algunas situaciones.

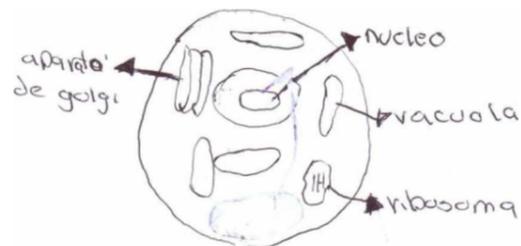
En esta categoría se puede advertir que el estudiante logra los objetivos de manera escasa, aunque algunos aspectos se pueden valorar medianamente al manifestar un poco de progreso en aspectos como la utilización del lenguaje propia de la temática y la construcción de relaciones en situaciones problema.

La última categoría es conciencia semántica, que integra subcategorías como comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a la subcategoría comprensión de significados, en la fase inicial se evidencia que no entiende realmente el significado de la célula, debido a que no explica la importancia para los seres vivos y su funcionamiento. En la fase intermedia no asiste, y en la fase final dadas las relaciones entre conceptos que establece el estudiante, puede decirse que ha logrado una mediana comprensión de significados acerca de la célula, su estructura y función, pues aún presenta muchos vacíos y confusiones.

En la subcategoría representación de la realidad, en la fase inicial, cree que las células son animalitos que componen ciertas estructuras de los seres vivos y considera que la naturaleza está formada principalmente por las plantas. También se advierte que reconoce que las células pueden tener cualquier forma. Durante la fase Intermedia no asiste. En la fase final no logra representar de forma correcta la célula, pues en su dibujo solo ubica unas pocas organelas, sin diferenciar unas de otras; además, persiste la idea de que el núcleo se ubica en la parte central de la célula. Sin embargo, comprende la simulación como una representación de una célula y no como una célula real. Por lo tanto se puede decir que el estudiante cumple medianamente el objetivo para la subcategoría.



VnfK.A

Fig. nº 7: representaciones de la célula del E5 en la fase final

En lo que respecta a la subcategoría evolución de conceptos, en la fase inicial el estudiante tiene una idea muy confusa de las células como animalitos. En la fase intermedia no asiste y en la fase final consigue una evolución en los conceptos dado que logra establecer relaciones entre conceptos y comprender algunos significados.

Se podría decir entonces que el estudiante consiguió medianamente una evolución en el aprendizaje de los conceptos dado que a lo largo del proceso empezó a utilizar el lenguaje propio de la temática en algunas situaciones para dar explicaciones, y logró establecer ciertas relaciones entre conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por lo tanto, el objetivo para la categoría se cumplió medianamente, pues a nivel general el estudiante evidencia un crecimiento y evolución paulatina a nivel conceptual.

En conclusión:

Durante la intervención el estudiante no demostró progreso en la formulación de preguntas y argumentación de respuestas dado que no consigue construir argumentos claros y pertinentes, ni dar respuestas adecuadas a las preguntas formuladas; sin embargo, se puede establecer que a partir del uso de diversas estrategias utilizadas el estudiante empezó a participar y tuvo una actitud positiva frente a los programas, los cuales permitieron en ocasiones advertir su comprensión sobre la temática. Se puede decir entonces que el caso, no respondió como se esperaba al objetivo de desarrollar las habilidades que pretende la categoría de interacción social y cuestionamiento de manera pertinente.

A partir de la implementación de diferentes programas de simulación el estudiante, manifiesta disposición para interactuar con ellos, además de reflejar que le son útiles para comprender algunos conceptos y captar su atención, su participación solo se evidencia en ocasiones lo que no favoreció la interacción social con el grupo y su disposición no fue la más adecuada pues se distrae mucho, proyecta desmotivación y no logra establecer relaciones pertinentes.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Durante el proceso, muestra un progreso paulatino en la comprensión de conceptos, pues desarrolla habilidades para utilizar un poco más el lenguaje propio de la temática aunque con dificultad, además de realizar algunas relaciones entre conceptos, en comparación con las ideas iniciales; además, las simulaciones permitieron que el estudiante comprendiera la función de algunas organelas y estableciera relaciones en situaciones problema.

El estudiante consiguió una evolución leve en su aprendizaje, dado que a lo largo del proceso empezó a utilizar el lenguaje propio de la temática, estructurar sus ideas, dar explicaciones coherentes y establecer ciertas relaciones entre conceptos, en este caso se notó la diferencia aunque leve entre las ideas con las que inició y las que desarrolló durante la intervención.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que en este caso, el objetivo de usar programas de simulación y actividades de interacción social y cuestionamiento, así como el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas para el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función, dio resultados medianamente aceptables, puesto

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**que el caso logró desarrollar algunas habilidades que pretenden los principios de la teoría que fundamentan este trabajo de investigación.**

## ANÁLISIS E6

Es un estudiante con amplios conocimientos en el área pero con bajo rendimiento escolar debido a la falta de cumplimiento con los deberes escolares y extraescolares, no participa en las discusiones de clase y cuando se le pregunta, pese a que tiene los conocimientos, muestra una actitud de desconocimiento. Se interesa por el aprendizaje de las ciencias puesto que en ocasiones y de forma particular le presenta a las docentes información que él aborda en referencia a las ciencias naturales y se interesa por noticias de corte científico, además de que formula preguntas que van más allá de la temática particular que se esté abordando. Su comportamiento en clase es inadecuado ya que frecuentemente realiza actividades que no corresponden a las planteadas por las docentes.

Se inicia el análisis con la primera categoría referente a la interacción social y cuestionamiento, dentro de esta categoría se incluyeron como subcategorías la argumentación, la pertinencia de las preguntas formuladas y el favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

En relación con la subcategoría argumentación, durante la fase inicial, se observó que a pesar de que el estudiante no participaba activamente en las discusiones, éste se

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

encuentra en un nivel de argumentación medio ya que expresa sus ideas y sustenta algunas utilizando palabras adecuadas; sin embargo, continúa con un lenguaje sencillo.

En la fase intermedia, el estudiante no argumenta ni responde a las preguntas formuladas, ni en las discusiones de los temas, pero en de forma escrita en un quiz logra argumentar el por qué las células son la unidad funcional de los seres vivos, así: *“sin nuestras células no podríamos vivir porque perderíamos el funcionamiento de nuestro cuerpo ya que es la unidad funcional”*; sin embargo, no argumenta por qué es la unidad estructural. En otras ocasiones también escritas, elige respuestas correctas, pero no argumenta, tal es el caso de preguntas de tipo falso y verdadero que requieren justificación, en éstas, el estudiante logra acertar en su afirmación como verdadera o falsa pero no la justifica.

Durante la fase final, participa en las discusiones y argumenta sus respuestas, pero su nivel de argumentación es bajo. Por ejemplo al preguntar si no existiera el núcleo o si presentara fallas, ¿qué crees que pasaría? Dice que *“se moriría la célula porque no sabría qué hacer”*, en su respuesta, no utiliza conceptos de la temática, ni amplía sus argumentos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por lo tanto, como conclusión de la subcategoría argumentación, se tiene que el estudiante no logró mejoría en su nivel de argumentación puesto que se mantuvo a lo largo del proceso en un nivel bajo.

Respecto a la pertinencia de las preguntas (segunda subcategoría), en la primera fase, el estudiante, muy pocas veces formula preguntas; sin embargo, dichas preguntas son pertinentes y dejan ver su curiosidad por el tema, por ejemplo, cuando se habló del microscopio de Leewenhook, el estudiante preguntó: “¿Dónde ponían el agua para ver los organismos?” esta pregunta es muy razonable y pertinente debido a que este instrumento era muy pequeño. Otras preguntas formuladas por el estudiante fueron:

*¿Qué significa morfológico?*

*¿Es verdad que cuando se frota la piel se desprenden células?*

En estas preguntas, el estudiante no solo hace explícita su capacidad de formular preguntas sino también su posición crítica frente a la temática abordada y la capacidad de aplicarla a situaciones comunes y a ideas recibidas con el fin de validarlas a partir de la teoría.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la segunda fase, se encontró que el estudiante planteaba preguntas pertinentes sobre la temática, pero siempre lo hacía de forma personal a la docente, y no en las discusiones y actividades de interacción social, por lo cual no generaba discusión. Lo cual se mantiene en la fase final, en la cual el estudiante formula preguntas muy pertinentes que incluso llevan la temática a otros asuntos relacionados y mucho más avanzados y que involucran asuntos de corte socio científico, pero siempre lo hace de forma personal y no en los espacios de interacción.

Por lo tanto puede decirse que en referencia a esta subcategoría de pertinencia de las preguntas formuladas, el estudiante se mantuvo en un nivel medio ya que formula preguntas pertinentes que abordan la temática y asuntos relacionados directa o indirectamente con ella, deja ver su posición crítica frente al tema y busca validar conocimientos adquiridos en otros espacios a partir de ellas; sin embargo, no son preguntas que generen discusión y permitan el intercambio de ideas ya que siempre las formula de forma individual, razones por las cuales se puede decir que el estudiante logró este objetivo medianamente.

Acerca del favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas (tercera subcategoría de la interacción social y el cuestionamiento), se obtuvo que a lo largo de las tres fases, el estudiante no participa ni con preguntas ni aportes durante los espacios de interacción y aún cuando se le formulan preguntas o se le incita a dar sus

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

aportes, no lo hace por tratarse de un espacio grupal, mientras que en momentos de acercamiento personal con las docentes sí lo hace y de forma muy pertinente.

Puede concluirse en referencia a la subcategoría de interacción social, que ésta no favorece para él la capacidad de formular preguntas y esto es coherente con las observaciones que se hicieron anteriormente respecto a la pertinencia de las preguntas, donde también se observó que sus preguntas eran pertinentes pero solo las hacía de forma individual y no en actividades de interacción.

Así pues, puede decirse que el estudiante dentro de esta categoría de interacción social y cuestionamiento, alcanza muy pocos logros, pues no logró avanzar en la capacidad para argumentar, y aunque formula preguntas con sentido crítico y pertinencia, no otorgó significado a los espacios de interacción social para mejorar estas habilidades.

En segundo lugar, se tiene la categoría de comportamientos observables, y dentro de esta como subcategorías, la motivación, interacción, participación y disposición para aprender, las cuales fueron observados por las investigadoras a lo largo de todo el proceso y con especial atención en los momentos de integración de los programas de simulación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Sobre la subcategoría motivación, se obtuvo que en la fase inicial el estudiante no mostró motivación para ninguna de las actividades propuestas y tampoco para el uso del *software* de simulación, reflejada en la poca participación e interés que le presta. En la fase entremedia, no muestra mejoría en este aspecto, pues no asiste a algunas sesiones y no se muestra interesado por las actividades. En la fase final, se muestra motivado por el trabajo con el programa de simulación *kokori* y expresa el deseo de tener el programa para trabajarlo en casa, lo cual puede representar un impacto positivo a nivel actitudinal del uso del programa de simulación.

En este sentido entonces, la motivación del estudiante hacia el tema de estudio se vio favorecida por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza, principalmente por el *software* de simulación *kokori*, y podría decirse entonces que el estudiante logró escasamente los objetivos relacionados con esta subcategoría.

En cuanto a la subcategoría interacción con los programas de simulación, en la fase inicial no se valora, pues no hubo interacción directa de los estudiantes con el *software* ya que dadas las dificultades de infraestructura y recursos en la institución, la exploración y trabajo con estas, específicamente con el navegador celular, tuvo que hacerse de forma dirigida, desde el proyector hacia todo el grupo. En la fase intermedia, el estudiante faltó a algunas sesiones de clase y por ende no aporta suficiente evidencia para valorar este

comportamiento; sin embargo, puede decirse que el estudiante interactúa fácilmente con el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

programa y adquiere fácilmente destrezas para utilizarlo, de igual manera en la fase final, el estudiante interactúa fácilmente con el programa.

Así pues, el estudiante aunque tiene poca interacción con los diferentes programas de simulación, cuando lo hace, muestra facilidad y destreza y es importante anotar, que esta interacción se ve interferida por el mal estado de los equipos y la falta de condiciones para el trabajo con estos recursos. Esto permite concluir que el estudiante logró medianamente los propósitos de esta subcategoría.

En referencia a la participación (subcategoría de los comportamientos observables), se evidenció que en la fase inicial el estudiante es poco participativo en las actividades grupales; sin embargo, en sesiones posteriores, se muestra más motivado lo cual se refleja en su participación durante las discusiones al formular preguntas. En la fase intermedia, la participación es limitada, pues además de que no asiste a algunas sesiones tampoco participa en discusiones ni otras actividades. Por el contrario en la fase final, el estudiante es participativo en las diferentes actividades propuestas y esto concuerda con el avance que tuvo a nivel de motivación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Puede decirse entonces que en relación con la participación del estudiante, se obtuvieron logros medianamente ya que fue más significativa su participación al final del proceso.

Finalmente, dentro de esta categoría se tiene la disposición para aprender, entendida como el interés del estudiante por hacer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991). Puede decirse que, en este sentido, el estudiante en la fase inicial tuvo una posición pasiva frente al proceso de aprendizaje y aunque en algunos momentos se mostraba interesado por la temática y por aprender, su actitud no era consecuente pues pocas veces tenía una actitud adecuada. En la fase intermedia, dicho comportamiento se mantiene y se hace menos evidente su disposición para aprender ya que como se ha mencionado antes, faltó a algunas sesiones y en otras no participaba. Sin embargo, en la fase final, esta disposición para aprender dio un giro muy favorable, pues el estudiante presenta muy buena disposición para aprender, evidenciada en el interés por establecer relaciones entre la teoría y la simulación, por aplicar los conocimientos en situaciones diferentes, etc.

Por ende, en cuanto a la disposición para aprender el estudiante tuvo un progreso importante en la fase final del proceso lo cual tiene relación con la mayor compenetración

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

en la dinámica de trabajo y a partir de lo cual puede decirse que el estudiante logró medianamente los objetivos propuestos en esta subcategoría.

Así pues, en cuanto a los comportamientos observables, puede decirse que los objetivos se cumplieron medianamente, pues el estudiante alcanza logros significativos pero en algunos aspectos, mientras que en otros solo tiene logros escasos.

La tercera categoría se refiere a la comprensión de los conceptos, y dentro de esta se valoran subcategorías como la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación.

En referencia a la subcategoría apropiación del lenguaje, aspecto que en términos de la TASC es muy importante debido a que “las diversas disciplinas son lenguajes y símbolos diversos que se refieren a determinado de conocimiento, son formas de ver el mundo o de conocerlo” (Moreira, 2000); pudo establecerse que en la primera fase el estudiante dominaba un lenguaje apropiado para referirse a la célula, su ubicación en la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

naturaleza y demás, aspectos muy importantes y distinguibles en el nivel de estudios en que se encuentra y se evidencia en expresiones como:

*“Lo que yo pienso de la célula. Que es la unidad morfológica y funcional de un ser vivo. Que es un ser vivo de menor tamaño”*

Esta expresión en el instrumento de indagación de ideas previas resulta muy importante pues da cuenta de un conocimiento previo y de ideas muy pertinentes para el aprendizaje de la temática, además en términos de apropiación del lenguaje, da cuenta de un manejo de conceptos técnicos avanzados y del uso de ellos de forma correcta por lo que podría decirse que en la fase inicial, ya hay una apropiación del lenguaje.

En la fase intermedia, el estudiante comprende la célula como unidad funcional y estructural de todo ser vivo, al respecto dice:

*“Sin nuestras células no podríamos vivir porque perderíamos el funcionamiento de nuestro cuerpo ya que es la unidad funcional de un ser vivo”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En su respuesta puede verse como pese a que su argumentación no es amplia, el concepto de unidad funcional se relaciona con la vida y el funcionamiento del cuerpo lo cual es correcto y muy significativo dentro del proceso de aprendizaje.

Se apropia de los conceptos de eucariota y procariota pues clasifica diferentes imágenes representativas de la célula como:

*“eucariota, porque tiene núcleo definido”*

*“procariota porque no tiene núcleo definido ni organelas”*

Esto demuestra la apropiación de dichos conceptos y buena capacidad de análisis y diferenciación.

En la fase final, el estudiante define la célula como *“unidad de funcionamiento de un ser vivo”* con lo cual la limita solo al aspecto funcional y no tiene en cuenta el aspecto estructural; sin embargo, utiliza un lenguaje adecuado y coherente. También, maneja de forma correcta términos como vacuola y la definición del mismo, pero en general solo

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

logró apropiarse de la definición de 1 de 11 términos indagados, lo cual podría considerarse una baja apropiación del lenguaje; sin embargo, responde más a asuntos motivacionales y de disposición para el trabajo, pues se ha evidenciado en otras ocasiones que el estudiante comprende los conceptos indagados.

De acuerdo con esto, puede decirse que el estudiante respecto a esta subcategoría, tuvo logros en un nivel medio ya que demostró a lo largo del proceso una buena apropiación del lenguaje, que se vio favorecida por el buen nivel que poseía acerca de la temática antes de la intervención con ideas y conceptos pertinentes para el aprendizaje, pero que no logró ser total dadas las falencias en algunos conceptos al final del proceso.

En referencia a la relación entre conceptos (subcategoría de la comprensión de conceptos), durante la primera fase el estudiante demuestra capacidad para establecer buenas relaciones tanto de forma verbal como de forma escrita a partir de herramientas como los mapas conceptuales, pues relaciona adecuadamente los conceptos de ser vivo, naturaleza y ubicación celular, en general en esta fase, las relaciones que establece son pertinentes. Esto puede estar relacionado con la apropiación del lenguaje que tiene desde esta fase inicial, pues es claro que para establecer buenas relaciones es necesario comprender los conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase intermedia, manifiesta no saber cuál es la importancia de las células por lo cual puede decirse que no logra establecer relaciones entre los conceptos que posee y asuntos de mayor generalidad como la vida, etc. Sin embargo, como se ha dicho a lo largo del análisis, esto puede deberse más que a la dificultad que tenga para establecer relaciones, a la falta de voluntad y disposición para responder a las preguntas que se le formulan. No obstante, comprende la diferencia entre organismos unicelulares y pluricelulares, reconoce características como tamaños celulares y formas, señala que es falso que las células solo hacen parte de los humanos y que tienen la misma forma y tamaño, pero no argumenta por qué. Logra relacionar las características principales de las células vegetales con su imagen representativa pues a partir de esta, advierte que las células vegetales se caracterizan por tener plastidios y pared celular.

Durante la fase final, reconoce la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice que *“la célula vegetal posee pared celular”*, también logra nombrar de manera correcta, 5 de 6 estructuras celulares señaladas en una representación de la célula vegetal la definición de 3 de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”* y dice que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores son los *“plastidios”* y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es *“ribosoma”*. Con los logros anteriores, el estudiante evidencia la

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

capacidad de establecer relaciones entre el concepto que define a las diferentes organelas indagadas y la función de estas, como también, consigue establecer relaciones entre características y funciones lo cual es muy importante dentro del proceso de aprendizaje que se busca.

En contraste, el estudiante durante esta fase no explica la función de la membrana y no logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis y el lugar donde estas pueden ser más abundantes, responde que *“la estructura se llama fotosíntesis y abunda en las hojas de las plantas”* en su respuesta pese a que logra relacionar la función de la fotosíntesis con la estructura vegetal donde se lleva a cabo, no nombra la estructura celular como tal.

De acuerdo con esta información obtenida para ésta subcategoría (que es escasa por la actitud del estudiante y varias faltas de asistencia) puede decirse que dado que el estudiante desde la fase inicial demostró buena capacidad para establecer relaciones y haciendo una evaluación de los logros y dificultades al respecto en fases posteriores, el estudiante tuvo un pequeño avance, pues consigue establecer relaciones con mejores elementos conceptuales para ello, pero al parecer el uso de las simulaciones no tuvo una

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

fuerte influencia, ya que pese a que permitió que el estudiante observara procesos como el transporte a través de la membrana, la producción de energía por parte de la mitocondria, entre otros, él no logró establecer la relación entre dichos procesos y la organela pues al indagar por ellos, no daba ninguna respuesta.

Ahora bien, respecto a la subcategoría extrapolación en la fase inicial e intermedia no se obtuvo evidencia de que el estudiante lograra extrapolar conceptos de la temática a otros contextos y situaciones. En la fase final, al presentarle al estudiante una situación problema trabajada en las simulaciones como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, no logra explicar cuál es la organela que falta, por lo tanto no hace extrapolación; de igual forma, al presentarle la situación de un deportista que necesita muchas centrales energéticas que le permitan mucha energía para sus competencias y preguntarle ¿Cuál organela celular se encarga de esto y por qué? El estudiante responde que *“la organela que se encarga de almacenar energía son los ribosomas”* por lo tanto no hay una comprensión de las funciones de estas dos organelas involucradas y por ende no hay una correcta extrapolación del concepto. Sin embargo, durante esta fase, logra relacionar la descripción de las características de la vacuola con su nombre, diciendo que las estructuras en forma de bolsa que ocupan un gran espacio en el interior de la célula vegetal y se encargan de almacenar agua y otras sustancias se llaman *“vacuolas”*.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por lo tanto, puede decirse que el estudiante no logró hacer extrapolación de la mayoría de los conceptos trabajados en las simulaciones y otras actividades de clase, pues no consiguió aplicarlos a situaciones relacionadas, pero contextualmente apartadas, ni aplicarlos para contestar ó formular preguntas pertinentes, ni para participar en las discusiones, reflexionar sobre asuntos más generales o relacionar los procesos trabajados con otros procesos biológicos, y por ende el trabajo con los programas de simulación favoreció muy poco esta capacidad, pues aunque le permitió observar más claramente las estructuras y procesos celulares para poder relacionarlos y aplicarlos, él solo logró estructurar cognitivamente lo referente a la vacuola y no a las demás organelas celulares.

De acuerdo con lo anterior, puede decirse que en esta categoría de comprensión de los conceptos, el estudiante tuvo un nivel de cumplimiento de los objetivos que es escaso pues aunque logra medianamente avanzar en aspectos como la apropiación del lenguaje y la relación entre conceptos, no consigue hacer extrapolación, que es considerada como una buena evidencia de los posibles avances significativos en este aspecto.

Finalmente como última categoría está la conciencia semántica dentro de la que se valoraron subcategorías como la comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la comprensión de los significados, en la fase inicial él demuestra comprensión acerca de los principios de la teoría celular y comprende en cierta medida su significado pero hace explícita una incoherencia al manifestar que no comprende cuál es su importancia. Además, presenta dudas frente al concepto “morfológico”, pero luego de una explicación individualizada lo comprende como referente a la estructura de los seres vivos, comprende el significado de lo vivo y lo relaciona con la célula ya que afirma que:

*“las células en la naturaleza están en las plantas e animales.”*

Con esto, el estudiante manifiesta que comprende el significado de la expresión “unidad funcional y estructural de todo ser vivo”

En la fase intermedia, se observó que el estudiante maneja sinónimos de pluricelular y unicelular, como muchas o pocas células, lo cual es evidencia de la comprensión de dichos significados.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en la tercera fase, logra comprender el significado e importancia de la célula para la vida manifestando que es importante ya que:

*“la célula es la unidad funcional de un ser vivo y nuestro cuerpo sin funcionamiento moriría”*

Pese a que en dicha expresión el estudiante parece comprender la generalidad de la categoría ser vivo, luego lo reduce solo al ejemplo de nuestro cuerpo, además reafirma lo anterior cuando expresa que le parece importante aprender sobre la célula ya que “deberíamos saber cómo funciona nuestro cuerpo”. Sin embargo, demuestra un avance significativo ya que en fases anteriores el estudiante manifestaba no saber cuál era su importancia.

En consecuencia, puede decirse que el estudiante en buena medida le otorga significado a los conceptos trabajados, pero aun persisten vacíos; es decir, el nivel de cumplimiento dentro de esta subcategoría de comprensión de significados es medio.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a la subcategoría representación de la realidad, durante la primera fase el estudiante tiene una imagen de que en la naturaleza la célula es propia de animales y plantas y representa la célula de manera poco coherente con los conocimientos que manifiesta tener desde una fase inicial; sin embargo, puede deberse al dominio teórico de algunas definiciones pero tener pocos elementos que le permitan representarla de forma acertada, su dibujo se presenta a continuación.

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes.



Fig. n° 8: representaciones de la célula del E6 en la fase inicial

Cabe resaltar que en esta representación el estudiante concibe la célula como un objeto redondo, de bordes poco definidos, con un cuerpo ubicado de forma central y rodeado por una doble membrana y diferentes corpúsculos en su periferia; sin embargo, no nombra dichas organelas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la tercera fase, logra hacer una representación de la célula más completa y con mayor especificidad y claridad en las diferencias entre las organelas, pues representa el aparato de golgi como una red de membranas, el núcleo con un corpúsculo interior que podría ser el nucléolo, la vacuola como una gran organela membranosa que ocupa gran espacio en la célula, lo cual es muy coherente con el tipo de célula que está representando que es la vegetal, representa también la membrana celular y unas estructuras que dice son los ribosomas; sin embargo, al no estar en relación con el retículo endoplasmático parece haber querido representar otro tipo de organela como los cloroplastos. Dicha construcción se presenta a continuación:

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes.

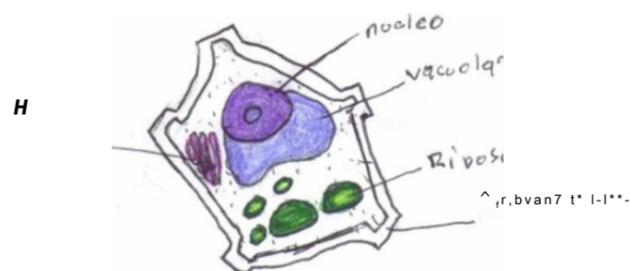


Fig. nº 9: representaciones de la célula del E6 en la fase final

**Es importante en esta representación, la coherencia que existe entre las organelas**

dibujadas y el tipo de célula que representa; es decir, aunque no nombra la célula como

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

“vegetal” es coherente la forma de la célula y estructuras como la pared celular y la vacuola, aunque la pared celular no la nombra ni la señala si la representa como una estructura exterior a la membrana celular. Esta representación en contraste con la realizada en el instrumento inicial de ideas previas, demuestra un gran avance en este sentido, y puede decirse que la interacción con las simulaciones computacionales y las diferentes estrategias de enseñanza como los montajes al microscopio, entre otras, favorecieron en gran medida la posibilidad de observar la estructura de la célula y poder adquirir elementos para representarla.

También dentro de esta subcategoría de representación de la realidad es importante anotar que a lo largo de todo el proceso, el estudiante comprendió los diferentes recursos didácticos presentados como representaciones de la realidad celular y no como la realidad en sí misma, lo cual es muy importante dentro de la conciencia semántica.

Así pues, dentro de esta subcategoría, el estudiante evidenció buenos elementos que permiten concluir que el proceso de enseñanza favoreció la representación de la realidad que enmarca la temática abordada y que el uso de las simulaciones y otras estrategias de enseñanza tuvieron una fuerte influencia en esto, por ende el nivel de cumplimiento de los propósitos en esta subcategoría es totalmente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en referencia a la subcategoría evolución de conceptos, ésta no es analizada durante la fase inicial pues la atención se centra en conocer las ideas pertinentes que tiene el estudiante acerca de la temática; pero, es de resaltar que el estudiante parte de una buena apropiación del lenguaje, comprensión de algunos de los conceptos y de la concepción de que la célula es propia de plantas y animales y que es como un ser vivo en tamaño más pequeño. En la fase intermedia, mostró comprensión y dominio de sinónimos de algunos de los conceptos aprendidos y se evidencia evolución y comprensión de los conceptos y en la fase final, se puede determinar que hubo evolución de los conceptos en la medida que el estudiante logró adquirir elementos para representar la célula y diferenciar las simulaciones de la realidad, le otorga significado a los conceptos trabajados, mantuvo un buen dominio del lenguaje y logró establecer algunas relaciones entre los conceptos trabajados.

En conclusión, dentro de esta subcategoría de evolución de conceptos, se puede decir que se lograron totalmente los propósitos relacionados a ella, puesto que el estudiante tuvo una evolución conceptual significativa.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Así pues, retomando los logros obtenidos dentro de las tres subcategorías que integran la categoría de consciencia semántica, puede decirse que el estudiante cumplió casi totalmente el objetivo relacionado con ella.

**Conclusión:**

Teniendo en cuenta que el estudiante:

- No logró mejoría en su nivel de argumentación que se mantuvo a lo largo del proceso en un nivel bajo
- La interacción social no favorece para él la capacidad de formular preguntas
- Formula preguntas pertinentes, deja ver su posición crítica frente al tema y busca validar conocimientos adquiridos, pero no son preguntas que generen discusión ni permiten el intercambio de ideas.

Puede decirse que la interacción social y cuestionamiento, es una categoría en la cual el estudiante no tuvo un avance significativo y se logró escasamente con él, el objetivo de propiciar el desarrollo de habilidades para formular preguntas y argumentar respuestas acerca de la célula su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la interacción e intercambio de ideas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además, teniendo en cuenta que:

- La motivación del estudiante hacia el tema de estudio se vio favorecida por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza, principalmente por el *software* de simulación *kokori*.
- Tuvo un progreso importante en términos de la disposición para aprender y participación
- Muestra facilidad y destreza en la interacción con los diferentes programas de simulación
- Mantuvo a lo largo del proceso una buena apropiación del lenguaje
- No logró hacer extrapolación de la mayoría de los conceptos trabajados en las simulaciones y otras actividades de clase

Puede concluirse que al implementar estrategias didácticas y diferentes materiales educativos como los programas de simulación que posibiliten el comportamiento activo de los estudiantes en el proceso de comprensión y ASC de la célula, su estructura y función, se favorecieron medianamente comportamientos positivos y escasamente la comprensión de los conceptos de la temática y la ciencia.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en referencia a la categoría denominada conciencia semántica, y dado que el estudiante le otorga significado a los conceptos trabajados, se evidenciaron buenos elementos que muestran un favorecimiento de la representación de la realidad por parte del uso de las simulaciones y otras estrategias de enseñanza y que se evidencia evolución y comprensión de los conceptos, puede decirse que se logró con él, casi totalmente el objetivo de fomentar en los estudiantes mediante diversas estrategias, la comprensión de significados como construcción del sujeto, la palabra como representación de la realidad y la evolución de los conceptos.

Así pues y dando respuesta a la pregunta y objetivos de investigación puede decirse a partir de este caso, el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas como parte de la teoría abordada, favorecieron el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función; sin embargo, el uso de programas de simulación y actividades de interacción social y cuestionamiento, no tuvo gran impacto en dicho proceso para este estudiante.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## ANÁLISIS E7

El estudiante tiene un buen desempeño académico, cumple con las tareas de clase, pero le falta ser más responsable con los deberes extraescolares, aunque es un poco tímido intenta ser participativo; durante las clases pocas veces formula preguntas; sin embargo, siempre se muestra dispuesto a participar en las discusiones y preguntas formuladas por las docentes. Demuestra gran interés por el aprendizaje de las ciencias y su comportamiento es adecuado.

El presente análisis se realiza con base en 4 categorías y las subcategorías correspondientes; además, se tienen en cuenta algunas características importantes que dan mayor claridad sobre la personalidad, actitud y comportamientos del estudiante, las cuales se detallan a continuación:

Ahora bien, la primera categoría del análisis hace referencia a la interacción social y cuestionamiento, que integra las subcategorías argumentación, pertinencia de las preguntas formuladas y favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En lo que respecta a la subcategoría argumentación, el estudiante en la fase inicial se encuentra en un nivel medio, dado que presenta un poco de dificultad para argumentar sus ideas, pues se observó - en algunas ocasiones- que cuando tiene ideas claras se expresa bien y sustentas sus respuestas con coherencias, por ejemplo:

*“La célula es un cuerpo microscópico que no se puede ver a simple vista solo con un aparato llamado microscopio que sirve para ver más cerca las cosas como la célula”*

*Las células en la naturaleza están en todas partes en la naturaleza hay dos tipos la célula animal y la vegetal”.*

*“Las células están en todo mi cuerpo porque hay millones de ellas”.*

Estas respuestas dan cuenta de que el estudiante maneja ciertos conceptos que relaciona entre sí y además sabe expresarlos adecuadamente, al referirse a la célula como cuerpo microscópico que se puede ver solo con ciertos instrumentos, a los tipos de células y a la diversidad de células.

Entre tanto, generalmente responde con ideas cerradas y no da una explicación adecuada sobre ellas, así: ante la pregunta *¿Quiénes crearon los postulados celulares? Él Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

responde *“los científicos ”* Esta respuesta permite ver que el estudiante no profundiza en sus justificaciones impidiendo que se vea un avance en su capacidad argumentativa.

En la fase intermedia el estudiante se muestra con un nivel bajo de argumentación pues no justifica sus respuestas adecuadamente o simplemente no las argumenta; además repite los conceptos de las preguntas para dar sus respuestas así; ante diferentes opciones elige que las células vegetales se caracterizan por no tener organelas y justifica:

*“porque la célula vegetal no tiene organelas”.*

*“no todas las células de la naturaleza tienen la misma forma porque varias partes de su cuerpo son diferentes las células”*

*“porque todo ser vivo funciona con células y sirven para crear a otros”*

Aunque en la última respuesta el estudiante hace alusión vagamente a otro principio de la teoría celular, en general, no responde las preguntas con pertinencia, coherencia, ni estructura sus argumentos adecuadamente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase final, el estudiante continúa con un nivel bajo de argumentación, dado que aún no logra argumentar bien sus respuestas, pues responde de manera puntual y cortante. En general en sus producciones escritas y orales no se evidencia uso de buenos argumentos que den cuenta de las relaciones entre conceptos, con dificultad estructura y organiza sus respuestas; sin embargo, se advierte un poco de comprensión sobre el tema, aunque aun con algunas falencias.

*“La importancia de la célula es que ella nos nutre y estamos conformados por ellas”*

*“Las células tienen todo tipo de formas, son circulares también son cuadradas y redondas”*

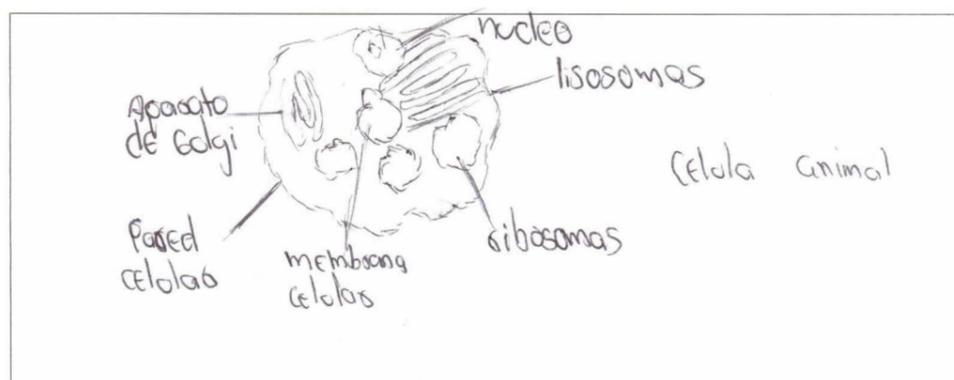


Fig. n° 10: representaciones de la célula del E7 en la fase inicial

La imagen denota confusión en la clasificación de la célula como animal o vegetal, pues advierte que es animal y le dibuja estructuras propias de las células vegetales, además hay estructuras que tienen una forma característica y se nota que aun no logra

diferenciarlas. Las respuestas además permiten ver que reconoce las diferentes formas y *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

tamaños y las señala como estructura básica de los seres vivos; sin embargo, aun no comprende su funcionamiento.

En relación con la argumentación se puede decir que el estudiante no presenta una evolución positiva pues pasa de un nivel medio a uno bajo donde a pesar de notarse un poco de comprensión sobre la temática, no se logró advertir claridad en sus razonamientos, no se mostró una posición crítica y la coherencia en sus argumentos tanto orales como escritos se expresaron con dificultad.

En cuanto a la segunda subcategoría, pertinencia de las preguntas tanto en la primero, como en la segunda fase no se logró valorar este aspecto pues el estudiante no formuló preguntas que permitieran dar cuenta de su comprensión y desarrollo de habilidades interpretativas; sin embargo, en la tercera fase mostró un avance en sus intervenciones en cuanto a preguntas y aportes que favorecieron la interacción social, dado que fueron pertinentes y acordes al tema.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Así pues, se puede decir que el estudiante cumplió medianamente los objetivos de la subcategoría al presentar una evolución en lo que respecta a la formulación de preguntas coherentes con la temática favoreciendo la interacción social.

Respecto a la subcategoría favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas, en la primera y segunda fase el estudiante no formuló preguntas que implicaran discusión y no manifestó una posición crítica que diera cuenta de la utilización de relaciones conceptuales; por otro lado en la tercera fase se observó que el estudiante en los espacios de discusiones y actividades grupales, se mostró participativo tanto formulando preguntas como dando aportes respecto de la temática, lo que permitió el favorecimiento de la interacción social, además de evidenciar su comprensión y utilización de los conceptos estudiados, es por esto que el objetivo para esta subcategoría se cumple medianamente, pues en su proceso pasa de no formular preguntas a formular algunas favorecidas por la interacción social.

Para la categoría se puede concluir que el estudiante logra los objetivos medianamente al mostrar un progreso medio en los aspectos que valora la misma.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La categoría de comportamientos observables integra las subcategorías motivación, interacción, participación y disposición para aprender; éstas fueron observadas con el mayor detalle posible durante toda la intervención, especialmente en lo que respecta a los programas de simulación.

En cuanto a la subcategoría motivación, en la primera fase el estudiante mostró una actitud pasiva y de poco interés frente al *software* utilizado y las actividades realizadas; sin embargo, en la segunda y tercera fase se observó atento, motivado e interesado con las diferentes actividades que se plantearon, principalmente por el trabajo en el aula Medellín digital y el laboratorio virtual de los cuales se puede afirmar que capturó su atención, pues respondió positivamente y tuvo buena disposición para realizar las actividades. El paso que demostró poca motivación por los contenidos de la temática a gran motivación al utilizar los programas de simulación permiten valorar como cumplido totalmente el logro de los objetivos de la subcategoría.

Sobre la subcategoría interacción con los programas de simulación, en la primera fase no se logró valorar este aspecto por dificultades en cuanto a los medios disponibles por lo que el estudiante no tuvo interacción directa con el navegador celular. En la fase intermedia el estudiante se mostró inquieto por el manejo e información que le ofrecía el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

programa; además de interactuar de forma ágil, pertinente e inmediata con él sin ninguna dificultad. En la fase final se muestra atento y con buena actitud frente a los programas realizando el taller de manera eficaz y utilizando la información del *software* adecuadamente. Sin embargo, cabe resaltar que las dificultades externas como la falta de equipos y de recursos para presentar las actividades influyeron negativamente limitando la interacción del estudiante con los programas de simulación.

La facilidad para interactuar con los programas, la actitud positiva frente a las actividades planteadas con ellos y el interés que demostró el estudiante permiten afirmar que el objetivo para la subcategoría se cumplió completamente.

Acerca de la subcategoría participación, tanto en la primera como en la segunda y tercera fase, el estudiante participa activamente desarrollando de manera adecuada las actividades planteadas, de forma individual y grupal sin ningún problema. En la segunda fase participó en el repaso y discusión del tema demostrando comprensión del mismo; Durante las 3 fases se mostró atento y dispuesto,; sin embargo, se enfatiza que en la tercera fase tuvo una mayor participación en lo que respecta a la formulación de preguntas, esto permite afirmar que en el proceso el estudiante desarrolló una actitud positiva en este

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

aspecto que favoreció la interacción social y cuestionamiento. Por lo que se puede concluir que el objetivo se cumplió completamente.

En lo que respecta a la subcategoría disposición para aprender, entendida como el interés del estudiante por hacer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991). Durante las 3 fases el estudiante mantiene buena disposición, se interesa por realizar las actividades de clase adecuadamente y responder por las tareas asignadas; aunque inicialmente no formula preguntas, demuestra interés por desarrollar esta habilidad y esto se evidencia en la fase final del proceso donde interactúa de manera más activa con la docente y los compañeros a partir de sus aportes.

La disposición del estudiante se puede valorar en un nivel alto dado que presenta todas las condiciones para responder adecuadamente a las actividades desde el interés, la actitud favorable y la disposición para atender y recibir adecuadamente las sugerencias formativas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En conclusión puede decirse que los objetivos para la categoría se lograron completamente, pues las diferentes estrategias y metodologías utilizadas mejoraron y favorecieron la actitud del estudiante frente a la temática de la célula en cuanto a su motivación, interés, disposición y comprensión.

La tercera categoría se refiere a la comprensión de los conceptos, y dentro de esta se valoran subcategorías como la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación.

En cuanto a la subcategoría apropiación del lenguaje, durante la primera fase el estudiante mostró un manejo pertinente del lenguaje para referirse a la célula, así:

*“La célula es un cuerpo microscópico que no se puede ver a simple vista solo con un aparato llamado microscopio que sirve para ver más cerca las cosas como la célula”*

Esta respuesta permite apreciar que el estudian tiene la idea de las diferentes dimensiones de los cuerpos macro y micro y utiliza un lenguaje apropiado para referirse a la célula.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la segunda fase el estudiante advierte que los seres vivos están formados por células y las reconoce como su componente básico. Esto se evidencia en respuestas como:

*“Las células no solo hacen parte de los seres humanos, también de las plantas y los animales”*

Sin embargo, tiene dificultad para comprender el principio de la teoría celular que afirma que la célula es la unidad funcional y estructural de las células, pues dice que la célula es la unidad funcional porque *“todos los seres vivos están formados por células”* y que la célula es la unidad estructural porque *“el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células”*.

En cuanto a los conceptos de eucariota y procariota logra diferenciarlos advirtiendo en las imágenes que:

*“es eucariota, porque tiene núcleo definido”*

*“es procariota porque no tiene núcleo definido ni organelas”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase final el estudiante mantiene la definición de célula como *“un cuerpo microscópico y que nosotros estamos conformados por ellas”*; sin embargo, en este punto aún no incluye el carácter de unidad funcional. También logra relacionar de manera correcta la definición de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que: La estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”*; la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores es *“plastidio”*; la estructura que se encarga de fabricar proteínas es *“ribosoma”*. Esto es evidencia de que el estudiante se apropió del lenguaje al referirse a las diferentes estructuras celulares y sus funciones; además de adquirir un mayor nivel de comprensión del tema.

Así pues, se puede decir que el estudiante aunque tiene dificultades para entender algunos términos, cumplió medianamente los objetivos de la subcategoría, evidenciándose en sus producciones tanto orales como escritas que manifestaron en diversas ocasiones comprensión de la temática y uso apropiado del lenguaje.

En cuanto a la subcategoría relaciones entre conceptos, el estudiante durante la primera fase demuestra en la elaboración de un mapa conceptual que es capaz de establecer ciertas relaciones pertinentes entre los conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*



Fig. nº 11: organización conceptual sobre el sistema solar del E7

En el mapa se puede ver que falta un poco de estructura, además no se incluyen algunos conceptos; sin embargo, se puede deducir que hubo un buen nivel de comprensión tanto de la temática de los mapas conceptuales como de la lectura del texto sobre el sistema solar.

En lo que respecta a la célula, relaciona claramente los conceptos de célula animal, vegetal y microscopio, esto se evidencia con las respuestas:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*“hay dos tipos la célula animal y la vegetal”.*

*“Las células se ven solo con un aparato llamado microscopio”*

En la fase intermedia el estudiante reconoce que no todas las células de la naturaleza tienen la misma forma y tamaño, esto lo justifica diciendo: *“porque en varias partes del cuerpo son diferentes las células”*. Ante la pregunta, ¿las células solo hacen parte de los seres humanos? responde: *“falso también de las plantas y los animales”*; dice que las células de los animales y plantas no son iguales *“porque son seres muy diferentes”*. Por otro lado, no reconoce una de las características principales de las células vegetales, pues advierte que se caracteriza *“por no tener organelas”*, además se observó que no diferencia a partir de una imagen una célula animal de una vegetal ni sus principales características.

En la fase final, reconoce la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice *“la pared celular”*, además nombra correctamente algunas organelas señaladas en una representación de la célula vegetal, por lo que se podría decir que relaciona medianamente los conceptos con las imágenes, logra relacionar de manera correcta la definición de 3 de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”*, la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores son

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

los “*plastidios*” y la estructura que se encarga de fabricar proteínas es “*ribosoma*”. Esto demuestra una buena apropiación del lenguaje propio de la temática.

Por otro lado, no logra explicar completamente cuál es la función de la membrana celular pues dice que es “recibir las proteínas”, aunque la respuesta es correcta, hacen falta otras funciones como delimitar la célula, regular el paso de sustancias de forma selectiva, etc.

Logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis y el lugar donde estas pueden ser más abundantes, responde que “esas estructuras se llaman cloroplastos y donde más abundan es en las hojas”.

Explica adecuadamente dónde se encuentran las células en la naturaleza y en el cuerpo humano diciendo que “*las células en la naturaleza están en los seres vivos por ejemplo, los animales, las plantas y otros vegetales*” y que en el cuerpo “*están en todas partes y una de esas partes son los ojos*”; además, reconoce que hay diferentes formas y

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

tamaños celulares pues plantea que *“tienen todo tipo de formas, son circulares, también son redondas, cuadradas, etc.”*. También comprende la forma cómo funciona la célula, al señalar que *“funciona por sus organelas”*

En lo que respecta a esta subcategoría se puede decir que el estudiante logró avances positivos en cuanto a la comprensión de la temática, pues estableció relaciones entre conceptos, dio explicaciones coherentes utilizando el lenguaje propio del tema y tuvo acercamientos significativos en lo concerniente al funcionamiento celular; es por esto que se puede decir que el objetivo se logró medianamente puesto que aún conserva algunas falencias.

Respecto a la subcategoría extrapolación, durante las fases inicial e intermedia no se logró evidenciar. Sin embargo, en la fase final el estudiante relacionó la función de los carbohidratos con el comportamiento de uno de sus compañeros, según él, el compañero *“tenía exceso de carbohidratos y por eso estaba tan cansón”*; además, logra relacionar la descripción de las características de la vacuola con su nombre, diciendo que las estructuras en forma de bolsa que ocupan un gran espacio en el interior de la célula vegetal y se encargan de almacenar agua y otras sustancias se llama *“vacuolas”*. Extrapola algunos

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

conceptos trabajados pues explica donde se encuentran las células en la naturaleza y en el cuerpo humano, así:

*“En la naturaleza están en los seres vivos por ejemplo en los animales y todo tipo de plantas, unas animales y otras vegetales”*

*“En el cuerpo humano están en todas partes y unas de esas partes son los ojos”*

Sin embargo, al presentarle al estudiante una situación problema trabajada en las simulaciones como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, no logra explicar cuál es la organela que falta, pues responde que es la “mitocondria”. Por otro lado, no aplica lo aprendió acerca de la mitocondria a una situación cotidiana, pues al plantearle la situación de un deportista que necesita que sus células tengan muchas centrales energéticas que le permitan tener mucha energía para sus competencias y preguntarle por el nombre de dicha organela, responde que *“es la vacuola que almacena agua y nutrientes”*.

El estudiante demostró un logro de la subcategoría en nivel medio, pues en ocasiones utilizó los conceptos aprendidos en diferentes situaciones logrando extrapolar la información; sin embargo, en otros momentos no logró realizar relaciones pertinentes que

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

le permitieran articular lo aprendido por ejemplo con las simulaciones utilizadas o las situaciones planteadas que dieran cuenta de la comprensión del tema.

En conclusión el estudiante cumplió medianamente los objetivos de la categoría, pues si bien es cierto que mantuvo falencias, logró establecer relaciones, apropiarse del lenguaje propio de la temática y utilizarlo para dar explicación a diferentes situaciones aunque en menor medida.

La última categoría es conciencia semántica, que integra subcategorías como comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

En cuanto a la subcategoría comprensión de significados, en la fase inicial se evidencia que comprende el concepto de célula como componente de animales y plantas, tiene nociones de las diferentes estructuras y en menor medida de la importancia de ellas; además relaciona las infecciones y enfermedades con bacterias y virus.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase intermedia se observó que el estudiante relaciona los conceptos de pluricelular y unicelular con sinónimos de cantidad de células. (Muchas células/ una célula). En la fase final el estudiante argumenta que la célula es importante para la vida *“porque estamos conformados por ella”*; además expresa que le parece importante aprender sobre la célula porque *“uno debe aprender sobre lo que nos conforma”*.

Puede decirse entonces que el estudiante en lo que respecta a la comprensión de significados acerca de la célula, su estructura y función aun presenta falencias, logrando cumplir los objetivos escasamente; pues posee algunas confusiones y vacíos al respecto, lo que se evidencia en sus intervenciones a la hora de hacer predicciones, analizar situaciones, en su participación en las discusiones y producciones orales y escritas.

En la subcategoría representación de la realidad, en la primera fase, el estudiante tiene una representación de célula como *una estructura que compone animales y plantas, que es microscópica y posee un núcleo que le da vida*. En la fase intermedia la representa como un organismo microscópico. En la fase final, en lo que respecta a las simulaciones, comprende la simulación como una representación de una célula y no como una célula real.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Por otro lado, no logra representar de forma correcta la célula, pues su dibujo es un conjunto de figuras no diferenciadas y aunque señala algunas estructuras celulares como el núcleo, lisosomas, ribosomas, membrana celular, pared celular y aparato de golgi, lo hace de forma incorrecta, además la titula como célula animal, pero le señala pared celular.

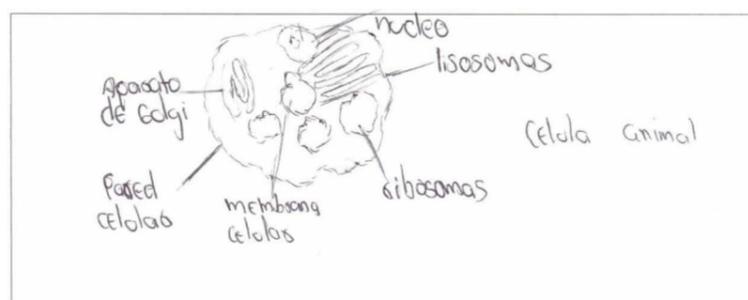


Fig. nº 12: representaciones de la célula del E7 en la fase final

En lo que respecta a la subcategoría evolución de conceptos, el estudiante parte de una idea de célula que compone a las plantas y animales, que hay dos tipos de células y que un organismo está compuesto por millones de ellas. Sin embargo, no comprende su funcionamiento ni su importancia. En la fase intermedia sus producciones escritas dan cuenta de un poco de evolución en la temática estudiada y en la fase final demuestra evolución en algunos de los conceptos trabajados; sin embargo, persisten ideas no pertinentes, por lo tanto, y de acuerdo a la evolución que demuestra, el objetivo de esta categoría lo logra medianamente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Para la categoría se puede concluir que se logran los objetivos medianamente, pues el estudiante en este punto ha conseguido una evolución leve en los conceptos dado que logró mejorar la comprensión de significados, fue capaz de utilizar el lenguaje propio de la temática en algunas situaciones para dar explicaciones y de establecer ciertas relaciones entre conceptos, que se observaron en sus intervenciones y diversas producciones.

**En conclusión:**

Si bien es cierto que durante todo el proceso el estudiante no desarrolló mayor fluidez en la formulación de preguntas y argumentación de respuestas, cabe resaltar que sí se logró que el estudiante a partir de las diversas estrategias utilizadas se motivara a participar y expresar sus ideas en las cuales se notó una leve evolución en cuanto a la estructuración de los razonamientos que utilizaba, comparado con los iniciales; por lo que se puede decir que el objetivo de desarrollar las habilidades que pretende la categoría de interacción social y cuestionamiento se logró al conseguir en el estudiante un ligero progreso en este aspecto.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además se pudo advertir que a partir de la implementación de diferentes programas de simulación el estudiante tomó una actitud positiva frente a la temática derivando en una mejora en el aprendizaje de lo que respecta a la célula su estructura y función; aquí aspectos como la motivación, la capacidad de interacción con los *software* y la participación, tuvieron un papel importante ya que dieron cuenta durante todo el proceso de la evolución del estudiante en cuanto a la comprensión del tema trabajado. Así mismo aunque en menor medida, el estudiante desarrolló habilidades para hacer relaciones entre conceptos y comprender diferentes significados, producto de sus propias construcciones. Por otro lado el estudiante muestra que tiene falencias en la comprensión de significados y por ende la evolución de los conceptos se ve reducido; sin embargo, comprende la simulación como una representación de una célula y no como una célula real.

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que en este caso, el objetivo de usar los programas de simulación y actividades de interacción social y cuestionamiento, así como el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas para el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función, dio buenos resultados al favorecer en el caso el desarrollo algunas de las habilidades que inicialmente no poseía y que pretenden los principios de la teoría que fundamentan este trabajo de investigación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## ANÁLISIS E8

Es un estudiante cuyo rendimiento académico es bajo, no tiene buen desempeño dentro del aula y no cumple con los deberes extraescolares. Nunca plantea preguntas y cuando se le cuestiona responde de forma evasiva, su comportamiento es poco adecuado y es necesario llamarle frecuentemente la atención, además falta mucho a las clases. Muestra poco interés por el aprendizaje de las ciencias.

Se inicia el análisis con la primera categoría referente a la interacción social y cuestionamiento, dentro de esta categoría se incluyeron como subcategorías la argumentación, la pertinencia de las preguntas formuladas y el favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

En relación con la subcategoría argumentación, durante la fase inicial, se observó que el estudiante no participaba en las discusiones y respondía a las preguntas de forma cerrada por lo cual no dejaba ver su capacidad de argumentación; sin embargo, en otros instrumentos especialmente en los de forma escrita, expone sus ideas pero no profundiza

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

con argumentos para sustentarla. En la fase intermedia no asiste a ninguna de las sesiones<sup>12</sup> y por lo tanto no hay evidencias ni información para valorar esta capacidad en dicha fase. Y en la fase final, él no participa ni hace aportes en la clase por lo tanto tampoco se puede valorar su capacidad argumentativa desde este tipo de actividades; sin embargo, a nivel escrito argumenta de forma básica sus repuestas pero en ocasiones no responde y por ende tampoco argumenta las preguntas.

Puede decirse que el estudiante no logró ninguna mejoría en su nivel de argumentación pues mantuvo a lo largo del proceso en un nivel bajo.

Respecto a la pertinencia de las preguntas (segunda subcategoría), en la primera fase el estudiante por lo general no formula preguntas y cuando las formula, éstas se ubican en un nivel medio pues son preguntas que “pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión”<sup>13</sup> y en la fase final, el estudiante no formula preguntas por lo tanto no se puede evaluar la pertinencia de estas.

<sup>12</sup> Por esta razón, en adelante solo se valorara en el analisis la información de las fases inicial y final, la inasistencia del estudiante fue debida a una suspensión académica...

<sup>13</sup> Tomado de Criterios para el análisis de las actividades asociadas al principio 1 de la TASC.

Así pues, el estudiante aporta poca evidencia para valorar la pertinencia de sus preguntas y no permite saber si hay un avance o retroceso respecto al nivel medio que demostró en la fase inicial.

Acerca del favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas (tercera subcategoría de la interacción social y el cuestionamiento), se obtuvo que a lo largo de las tres fases, el estudiante no participó ni con preguntas ni aportes durante los espacios de interacción y aun cuando se le formularon preguntas o se le incitó a dar sus aportes, no lo hizo.

Por lo anterior, puede concluirse que la interacción social no favorece para él la capacidad de formular preguntas y esto es coherente con las observaciones que se hicieron anteriormente dentro de la misma categoría.

Teniendo en cuenta que no hubo logros, en referencia a la argumentación, ni a la formulación de preguntas y que la interacción social no favoreció en ninguna medida la formulación de preguntas, puede decirse que en él no se logró un cumplimiento del objetivo referente a propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades para formular preguntas

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

y argumentar respuestas acerca de la célula, su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la interacción e intercambio de ideas.

En segundo lugar, se tiene la categoría de comportamientos observables, y dentro de esta como subcategorías, la motivación, interacción, participación y disposición para aprender los cuales fueron observados por las investigadoras a lo largo de todo el proceso y con especial atención en los momentos de integración de los programas de simulación.

Sobre la subcategoría motivación, se obtuvo que en la fase inicial, el estudiante no mostró motivación para ninguna de las actividades propuestas y tampoco para el uso del *software* de simulación, reflejada en la poca participación e interés que le presta. En la fase final, se muestra motivado por el trabajo en el aula Medellín digital con el programa de simulación y muestra buena actitud frente a diferentes actividades, manifestando un deseo de mejorar su rendimiento.

En este sentido entonces, se puede decir que el nivel de cumplimiento de los propósitos de esta subcategoría fue medio ya que la motivación del estudiante hacia el tema

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

de estudio se vio favorecida por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza, principalmente por el *software* de simulación *kokori*.

En cuanto a la subcategoría interacción con los programas de simulación, en la fase inicial no se valora, pues no hubo interacción directa de los estudiantes con el *software* ya que dadas las dificultades de infraestructura y recursos en la institución, la exploración y trabajo con estas, específicamente con el navegador celular, tuvo que hacerse de forma dirigida, desde el proyector hacia todo el grupo. Y en la fase final, el estudiante interactuó con gran habilidad con el programa de simulación. Por lo cual puede decirse que el estudiante aunque tiene poca interacción con los diferentes programas de simulación, cuando lo hace, muestra facilidad y destreza, pero es importante anotar, que esta interacción se ve interferida por el mal estado de los equipos y la falta de condiciones para el trabajo con estos recursos.

Así pues, en relación con la argumentación el cumplimiento de los objetivos se dio medianamente, ya que el estudiante en la fase final, tuvo buena interacción con los programas demostrando habilidad y destreza.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En referencia a la participación (subcategoría de los comportamientos observables), se evidenció que en la fase inicial su participación fue nula en las actividades grupales y realizó con mucha dificultad las actividades individuales, además no muestra interés por la temática y en algunas ocasiones promueve el desorden e interrumpe el trabajo de sus compañeros. De igual forma en la fase final, el estudiante no participó ni en las discusiones ni en los espacios de interacción, ni en las actividades individuales.

Puede decirse entonces que la participación del estudiante fue escasa y negativa a lo largo del proceso y por ende no hubo logros en este sentido.

Finalmente dentro de esta categoría se tiene la disposición para aprender, entendida como el interés del estudiante por establecer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento. Puede decirse que, en este sentido, el estudiante en la fase inicial no tuvo buena disposición para aprender, pues no mostró una actitud adecuada, ni se interesó por el aprendizaje de la temática, ni por establecer relaciones, ni participar en las actividades. Lo cual permanece en la fase final en la que tampoco muestra una buena disposición para aprender, pues no asume una actitud apropiada en las clases, ni se interesa por el aprendizaje del tema, aunque responde favorablemente a el trabajo con simulaciones, no se preocupa por establecer relación entre dichas herramientas y otros asuntos relacionados con el tema de estudio.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De esta manera, el estudiante no mostró disposición para aprender a lo largo del proceso y esto resulta preocupante por el hecho de ser ésta una condición necesaria para el aprendizaje significativo.

Así pues, dado que se logró medianamente avanzar en referencia a la motivación e interacción y que no hubo logros en cuanto a participación y disposición para aprender, puede decirse que el nivel de cumplimiento de los objetivos dentro de esta categoría de comportamientos observables fue escaso.

La tercera categoría se refiere a la comprensión de los conceptos, y dentro de esta se valoran subcategorías como la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación.

En referencia a la subcategoría apropiación del lenguaje, aspecto que en términos de la TASC es muy importante debido a que “las diversas disciplinas son lenguajes y símbolos diversos que se refieren a determinado de conocimiento, son formas de ver el mundo o de conocerlo” (Moreira, 2000); pudo establecerse que en la primera fase el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

estudiante no utiliza el lenguaje adecuado debido a que se refiere a la célula como *“algo que conforma las partes de plantas y animales y el ser humano”* expresión en la cual no es muy puntual y no utiliza una terminología adecuada. En la fase final, logra relacionar de manera correcta la definición de 3 de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”* que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores es *“plastidio”* y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es *“ribosoma”*. Lo cual evidencia una buena apropiación del lenguaje y comprensión de dichas organelas celulares. Sin embargo, no maneja de forma correcta otros términos como vacuola, no se apropió de la definición técnica del concepto de célula pues no responde a esta pregunta ni siquiera con sus palabras y no logró apropiarse de la definición de algunos términos para poder relacionarlos con su función pues solo acertó en 1 de 11 términos indagados.

En este sentido, puede concluirse para esta subcategoría que el estudiante tuvo un pequeño avance en la apropiación de algunos de los términos de la temática, pero no se puede hablar de que haya conseguido una apropiación del lenguaje, por lo cual el nivel de cumplimiento de tal aspecto es escaso.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En referencia a la relación entre conceptos (subcategoría de la comprensión de conceptos), durante la primera fase el estudiante presenta dificultad para realizar relaciones entre conceptos pues aunque relaciona la célula con los animales y las plantas de manera adecuada en realidad no hace relaciones profundas entre otros conceptos fundamentales como lo vivo, clasificación, forma, etc.

En la fase final, logró reconocer la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice *“lo que permite diferenciar una célula animal de una vegetal es a pared celular”*, nombrar de manera correcta, 5 de 6 estructuras celulares señaladas en una representación de la célula vegetal, logra relacionar de manera correcta la definición de 3 de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”* y dice que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores son los *“plastidios”* y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es *“ribosoma”*, logra explicar cuál es la función de la membrana celular pues dice que es *“no dejar entrar algunos intrusos y se encarga de frenar un poco lo que entra”*, logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis responde que *“esas estructuras se llaman cloroplastos”*, pero no logra hacer la relación con la estructura de la planta donde estos son más abundantes, tampoco logra explicar donde se encuentran las células en la naturaleza y en el cuerpo humano pues no responde nada a esta pregunta y

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

tampoco a preguntas como ¿Qué forma crees que tienen las células? ¿Cómo crees que funciona la célula?

Por lo anterior, puede decirse que dado que el estudiante desde la fase inicial demostró dificultades para establecer relaciones y haciendo una evaluación de los logros y dificultades al respecto en fases posteriores, tuvo un pequeño avance pues consigue establecer relaciones con mejores elementos conceptuales para ello, y al parecer el uso de las simulaciones tuvo una leve influencia en esto ya que permitió que el estudiante observara procesos como el transporte a través de la membrana, la producción de energía por parte de la mitocondria, entre otros. Así, su nivel de cumplimiento es escaso.

Ahora bien, respecto a la subcategoría extrapolación en la fase inicial e intermedia no se obtuvo evidencia de que el estudiante hiciera extrapolación de alguno de los conceptos abordados y en la fase final al presentarle al estudiante una situación problema trabajada en las simulaciones como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, el estudiante logra explicar cuál es la organela que falta, pues responde que son “*los lisosomas porque ellos son los que eliminan los intrusos, porque ellos tienen digestión*” y también logra aplicar lo aprendido acerca de la mitocondria a una situación cotidiana, pues al plantearle la situación de un deportista que necesita que sus células tengan muchas

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

centrales energéticas que le permitan tener mucha energía para sus competencias y preguntarle por el nombre de dicha organelas, responde que *“es la mitocondria porque da energía a la célula ”*.

Así pues, puede determinarse que el estudiante tuvo logros en un nivel medio de cumplimiento, pues logró hacer extrapolación principalmente de los conceptos trabajados en las simulaciones pues consiguió aplicarlos a situaciones relacionadas, pero contextualmente apartadas y aplicarlos para contestar preguntas, por ende el trabajo con los programas de simulación favoreció esta capacidad, pues le permitió observar más claramente las estructuras y procesos celulares para poder relacionarlos y aplicarlos.

Teniendo en cuenta los logros y dificultades surgidos dentro de las tres subcategorías que abarca la comprensión de los conceptos, puede decirse que el nivel de cumplimiento de los objetivos de esta categoría es escaso, pues sus avances en cuanto a apropiación de lenguaje y relaciones entre conceptos se ubican en un nivel escaso y la extrapolación en un nivel medio.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente como última categoría está la conciencia semántica dentro de la que se valoraron subcategorías como la comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

En la comprensión de los significados, en la fase inicial el estudiante no comprende el significado de célula ya que solo sabe que compone las plantas y los animales pero no la ubica dentro de estos. Y en la fase final, teniendo en cuenta las relaciones entre conceptos que establece, puede decirse que ha logrado un avance en la comprensión de significados acerca de la célula, su estructura y función, pero pese a esto, no comprende la importancia de la célula para la vida y no expresa si le parece importante aprender sobre la célula.

Es justo decir entonces, que el estudiante tuvo un avance en la comprensión de algunos de los conceptos de la temática, pero no consiguió una comprensión global de los significados. Por ende su nivel de cumplimiento es escaso.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a la subcategoría representación de la realidad en la fase inicial, el estudiante tiene como idea que la célula no tiene una forma definida y la representa como una estructura esférica en cuyo interior se encuentran diversos cuerpos a los cuales no asigna ningún nombre, resulta interesante sin embargo como el estudiante ubica en su dibujo dos estructuras, la membrana célula y el núcleo, la primera de forma incorrecta pues aunque delimita la célula con una línea, no señala ésta como la membrana, sino una de las estructuras no definidas que hay en el interior, por lo cual puede verse que el estudiante en este aspecto tiene confusión e incluso una idea no pertinente respecto a dicha estructura, además ubica el núcleo como una estructura esférica ubicada en el centro de la célula. Su representación se presenta a continuación:

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes

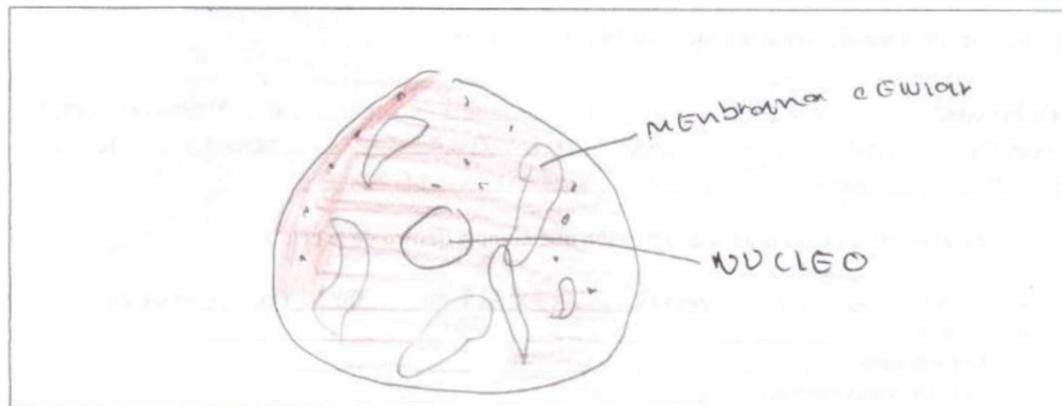


Fig. n° 13: representaciones de la célula del E8 en la fase inicial

En la fase final, logra representar aunque de forma muy elemental la célula, pues en su dibujo hace un conjunto de figuras diferenciadas que intentan representar redes de membranas apiladas, bolsas de membrana entre otras y las nombra de forma correcta,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

señalando algunas estructuras como el núcleo, complejo de golgi, mitocondria, cloroplasto, vacuola, retículo endoplasmático. Su dibujo en esta fase fue el siguiente:

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes

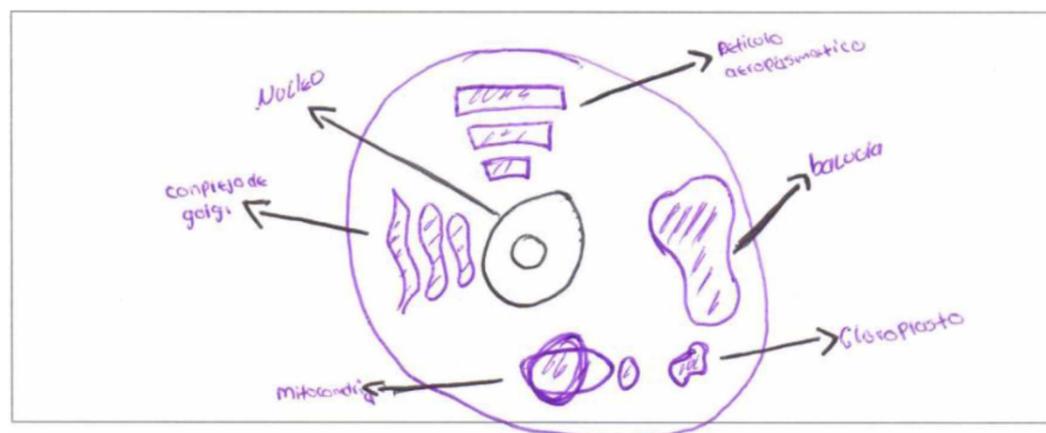


Fig. nº 14: representaciones de la célula del E8 en la fase final

Esta representación en contraste con la realizada en el instrumento inicial de ideas previas, demuestra un gran avance en este sentido, y puede pensarse que la interacción con las simulaciones computacionales y las diferentes estrategias de enseñanza como los montajes al microscopio, entre otras, favorecieron en gran medida la posibilidad de observar la estructura de la célula y poder adquirir elementos para representarla.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además, dentro de esta subcategoría es importante señalar que el estudiante comprende la simulación como una representación de una célula y no como una célula real.

Así pues, dentro de esta subcategoría, en el estudiante se evidenciaron buenos elementos que permiten concluir que el proceso de enseñanza favoreció medianamente la representación de la realidad que enmarca la temática abordada y que el uso de las simulaciones y otras estrategias de enseñanza tuvieron una fuerte influencia en esto.

Finalmente en referencia a la subcategoría evolución de conceptos ésta no es analizada durante la fase inicial, pues la atención se centra en conocer las ideas pertinentes que tiene el estudiante acerca de la temática; pero es importante advertir que el estudiante parte de ideas como que la célula es un componente de los animales y plantas, que no tiene forma definida y que las células vegetales son verdes. En la fase intermedia como se sabe no hay información que permita valorar dicho aspecto y en la fase final, ha conseguido una leve evolución en los conceptos, dado que ha logrado comprensión y extrapolación de algunos de los conceptos de la temática, avanzó en la apropiación del lenguaje y en la capacidad de establecer relaciones entre conceptos; por lo anterior puede decirse que el nivel de cumplimiento en este aspecto es medio.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Así pues, dado que hubo escasos logros en términos de comprensión de significados y que la representación de la realidad y evolución conceptual se favorecieron medianamente, puede decirse que en esta categoría de consciencia semántica se cumplieron los objetivos medianamente.

**Conclusión:**

**Teniendo en cuenta que el estudiante:**

- No logró ninguna mejoría en su nivel de argumentación, pues mantuvo a lo largo del proceso en un nivel bajo.
- **Aporta poca evidencia para valorar la pertinencia de sus preguntas y no permite saber si hay un avance o retroceso respecto al nivel medio que demostró en la fase inicial.**
- **No se vio favorecido de la interacción social para mejorar la capacidad de formular preguntas**

Puede decirse que la interacción social y cuestionamiento, es una categoría en la cual el estudiante no tuvo un avance significativo y no se logró con él el objetivo de propiciar el desarrollo de habilidades para formular preguntas y argumentar respuestas acerca de la célula, su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la interacción e intercambio de ideas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además, teniendo en cuenta que:

- La motivación del estudiante hacia el tema de estudio se vio favorecida por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza, principalmente por el *software* de simulación *kokori*.
- Aunque tiene poca interacción con los diferentes programas de simulación, cuando lo hace, muestra facilidad y destreza
- La participación del estudiante fue escasa y negativa a lo largo del proceso.
- No mostró disposición para aprender a lo largo del proceso
- Tuvo un pequeño avance en la apropiación de algunos de los términos de la temática, pero no se puede hablar de que haya conseguido una apropiación del lenguaje.
- Tuvo un pequeño avance en la capacidad de establecer relaciones entre conceptos pues consigue mejores elementos conceptuales para ello, y al parecer el uso de las simulaciones tuvo una leve influencia en esto.
- Logró hacer extrapolación principalmente de los conceptos trabajados en las simulaciones

Puede concluirse que al implementar estrategias didácticas y diferentes materiales educativos como los programas de simulación que posibiliten el comportamiento activo de

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

los estudiantes en el proceso de comprensión y ASC de la célula, su estructura y función, se favorecieron escasamente los comportamientos positivos y medianamente la comprensión de los conceptos de la temática y la ciencia.

Finalmente en referencia a la categoría denominada conciencia semántica, y dado que el estudiante:

- Tuvo un avance en la comprensión de algunos de los conceptos de la temática, pero no consiguió una comprensión global de los significados.
- Evidenció buenos elementos que demuestra un gran favorecimiento de la representación de la realidad por parte del uso de las simulaciones
- Ha conseguido una evolución en los conceptos

Puede decirse que se logró medianamente con él el objetivo de fomentar en los estudiantes mediante diversas estrategias, la comprensión de significados como construcción del sujeto, la palabra como representación de la realidad y la evolución de los conceptos.

Así pues y dando respuesta a la pregunta y objetivos de investigación puede decirse a partir de este caso, que el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas como

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

parte de la teoría abordada, favorecieron muy poco el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función, y que el uso de programas de simulación tuvo buen impacto en dicho proceso pero las actividades de interacción social y cuestionamiento no.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## ANÁLISIS E9

El presente análisis se realiza con base en 4 categorías y las subcategorías correspondientes; además se tienen en cuenta algunas características importantes que dan mayor claridad sobre la personalidad, actitud y comportamientos del estudiante, las cuales se detallan a continuación:

Es una estudiante muy responsable y con buen comportamiento, cumple con las actividades de clase y con las tareas. Es poco participativa y muy tímida, por ende cuando se le pregunta responde con poca seguridad, nunca hace preguntas y suele quedarse con dudas respecto al tema, por lo cual es necesario atenderle de forma particular y reforzar los conceptos con ella. Se interesa mucho por el aprendizaje y por actividades que impliquen su creatividad en especial colorear lo cual le gusta mucho y suele hacerlo en todo momento.

La primera categoría de este análisis hace referencia a la interacción social y cuestionamiento, que integra las subcategorías argumentación, pertinencia de las preguntas formuladas y favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En relación con la subcategoría argumentación, la estudiante durante la fase inicial demuestra un nivel argumentativo bajo debido a las confusiones que tiene con respecto al tema, esto se evidencia en respuestas como:

*“la célula es un montón de cosas y forman una célula”.*

*En el cuerpo “las células están en muchas partes del cuerpo, no me acuerdo bien”.*

*La importancia de las células “es que uno debe tener células para vivir”.*

Estas respuestas permiten advertir que la estudiante tiene ideas muy vagas sobre el tema estudiado además de no manejar conceptos coherentes. Por otro lado debido a su poca participación no se pudo evidenciar con detalle esta habilidad.

En la fase intermedia su nivel de argumentación se mantiene bajo, pues se observa que la estudiante no argumenta claramente sus respuestas; por ejemplo, justifica las preguntas que corresponden a un principio de la teoría celular repitiendo la pregunta; elige la afirmación, todos los seres vivos están formados por células y la argumenta diciendo - *“porque todos los seres vivos están formados por células”*; elige la afirmación, el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de las células, y la justifica *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

diciendo - *“porque el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de las células”* elige la afirmación, las células vegetales se caracterizan por ser más pequeñas, Justifica - *“por ser más pequeñas que las células animales”*. Estas respuestas denotan la dificultad de la estudiante para estructurar sus argumentos y para utilizar un lenguaje adecuado.

Durante la fase final el nivel de argumentación de la estudiante no cambia, continúa bajo pues no argumenta sus respuestas ni en forma oral ni escrita, explica la función de la membrana celular diciendo:

*“La función de la membrana celular en organismos son cumplir su función”*

Ante la pregunta cuál es la importancia de las células, responde

*“la más importancia de la célula par la vida es el núcleo porque es el que hace que funcione todo lo que tiene la célula”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

No responde las preguntas de manera adecuada, además, se pudo advertir que no comprende la función de la membrana celular ni la importancia de las células.

En lo que respecta a la argumentación, la estudiante mantiene un nivel bajo durante las tres fases, no logra construir argumentos claros y pertinentes, ni dar respuestas adecuadas a las preguntas formuladas, además se pudo evidenciar poca comprensión en sus producciones escritas y en la poca participación que tuvo.

Con respecto a la segunda subcategoría, pertinencia de las preguntas durante las fases inicial e intermedia la estudiante presenta una actitud pasiva ya que no formula ningún tipo de preguntas que den cuenta de su posición personal y de la comprensión de los conceptos; sin embargo, en la fase final, sus intervenciones aunque son pocas, son pertinentes, pues tratan del tema que se está estudiando y de la relación de éste con otros asuntos biológicos, por ejemplo reconoce y entiende el concepto y la función de algunas organelas como el núcleo y el retículo endoplasmático.

Se concluye así que el objetivo de la subcategoría de cumple escasamente pues la estudiante tiene pocas intervenciones o nulas durante las sesiones impidiendo generalmente advertir la comprensión de los conceptos.

En cuanto a la subcategoría favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas, durante las fases inicial e intermedia, no se puede evidenciar nada que dé cuenta de esta subcategoría, pues la estudiante no formula preguntas de ningún tipo; entre tanto durante la fase final, formula una pregunta acerca de *la relación con el "hastío" que se siente cuando se consumen dulces*, esta pregunta resulta de gran importancia tanto para la relación que establece en el ámbito conceptual de la temática abordada, como también para evidenciar que tuvo algún progreso en aspectos como el sentido crítico del aprendizaje y la capacidad de cuestionamiento, pues durante las primeras sesiones solía ser muy tímida y poco participativa y prefería hacer las preguntas de forma particular o quedarse con dudas. Sin embargo, es importante resaltar que en los espacios de discusiones y actividades grupales, no se siente cómodo para formular preguntas y aportes respecto a la temática, por eso sus intervenciones son escasas.

El cumplimiento del objetivo de la subcategoría por tanto, se puede valorar como escaso dado que sus intervenciones durante todo el proceso fueron pocas impidiendo el favorecimiento de la interacción social, lo cual además, no permitió evidenciar comprensión en todo el proceso.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Se puede decir entonces, que la categoría tuvo un cumplimiento de los objetivos en un nivel escaso dado que la estudiante no demostró desarrollo en las habilidades argumentativas y de formulación de preguntas para dar cuenta de una posición crítica y personal del contenido estudiado.

La categoría de comportamientos observables integra las subcategorías, motivación, interacción, participación y disposición para aprender; éstas fueron observadas con el mayor detalle posible durante toda la intervención, especialmente en lo que respecta a los programas de simulación.

Con respecto a la subcategoría motivación, en la fase inicial no demuestra motivación por las actividades planteadas, en la fase intermedia se muestra motivada por el tema de estudio, principalmente ante actividades que impliquen dibujar y pintar; sin embargo, no se interesa por hacer parte de discusiones y expresar su posición. En la fase final, se muestra motivada por el trabajo en el aula Medellín digital con el programa de simulación. Aunque se dispone para realizar las actividades, no se preocupa por profundizar

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

en lo aprendido y en muchas ocasiones se queda con dudas. En este sentido, la motivación de la estudiante se ve reflejada y favorecida principalmente durante actividades que impliquen creatividad y diferentes estrategias de enseñanza que impliquen manualidades y en poca medida por las herramientas tecnológicas, por lo tanto el objetivo se cumplió escasamente.

En cuanto a la subcategoría interacción con los programas de simulación, durante la primera y segunda fase la estudiante no muestra ningún tipo de interacción ni con el navegador celular, claro está por dificultades en los recursos, ni con el manejo del programa utilizado en el aula de Medellín digital; además, en la fase final no interactúa con el programa de simulación de forma ágil, se mantuvo pasiva frente al uso de éste y prefirió que sus compañeros utilizaran el programa y al tener su oportunidad manifiesta no saber hacerlo.

Puede señalarse entonces que el objetivo se cumple escasamente para esta subcategoría, ya que la estudiante en lo concerniente a la interacción, no manifiesta disposición para el uso de los programas ni le encuentra sentido para articularlos a su proceso de aprendizaje.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En cuanto a la subcategoría participación, se evidenció que en la fase inicial su participación fue escasa aunque se esmeró por realizar las actividades individuales. Durante la fase intermedia, realiza las actividades planteadas pero le falta más participación en las discusiones de clase, por lo tanto no se puede evidenciar comprensión de la temática. En la fase final, es participativa principalmente en las actividades individuales y en menor medida en actividades de interacción social. Así pues, se cumple el objetivo escasamente ya que su participación durante todo el proceso no fue significativa.

En lo que respecta a la subcategoría disposición para aprender entendida como el interés del estudiante por hacer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991), se encontró en las fases inicial e intermedia que la estudiante muestra motivación y está atenta a la clase, esto puede ser indicio de su interés por aprender lo que podría llevar a una buena predisposición; sin embargo, su participación es limitada. Durante la fase final no muestra muy buena disposición para aprender puesto que no se preocupó por profundizar en lo aprendido y en muchas ocasiones se quedó con dudas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Aunque durante las primeras fases se mostró atenta y dispuesta, su disposición se valora en un nivel escaso, ya que no mantuvo durante todo el proceso la actitud adecuada para el logro efectivo de las actividades perdiendo interés.

Los objetivos para la categoría se cumplieron escasamente dado que la interacción de la estudiante con los programas fue durante el proceso pasivo y tímido, su interés y motivación se concentraron en estrategias manuales y no le encontró el interés e importancia suficiente a las simulaciones implementadas; adema su participación se mantuvo limitada.

La tercera categoría corresponde a la comprensión de los conceptos, ésta integra las subcategorías apropiación del lenguaje, relación entre conceptos y extrapolación.

En lo que respecta a la subcategoría apropiación del lenguaje, en la primera fase no emplea los conceptos pertinentes ni se apropia del lenguaje, esto se evidencia en sus respuestas poco claras:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*“la célula es un montón de cosas y forman una célula”.*

Esta respuesta deja ver que la estudiante no maneja los conceptos relacionados con la temática por lo cual no sabe razonar sus explicaciones.

En la fase intermedia, reconoce que los seres vivos están formados por células, pero presenta ciertas dificultades para comprender que la célula es la unidad fundamental, pues señala que:

*“Las células no solo hacen parte de los seres humanos porque las plantas también tienen células y los animales, entonces no son solo de nosotros”*

No comprende el principio de la teoría celular que denota a las células como la unidad funcional y estructural de los seres vivos; pues señala que la célula es la unidad funcional por que *“todos los seres vivos están formados por células”* y que la célula es la unidad estructural por que *“el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células”*. Además tampoco reconoce la diferencia entre células eucariotas y procariotas, se evidencia en respuesta como:

*“esprocariota, porque tiene vacuola”*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Ante la imagen de una célula eucariota dice:

*“es procariota porque tiene núcleo definido”*

Estas respuestas reflejan gran confusión en cuanto a esta clasificación celular y sus características.

En la fase final la estudiante logra relacionar de manera correcta la definición de solo 1 de 3 organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es “*el núcleo*” pero, que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores es “*ribosoma*” y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es “*plastidio*”. Esto evidencia dificultades en la apropiación del lenguaje y comprensión de dichas organelas celulares, dado que no consigue hacer relaciones entre la organela con su función; sin embargo, sí reconoce y entiende el concepto y la función del núcleo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**Por lo tanto se puede concluir que la estudiante cumplió escasamente el objetivo de la subcategoría al no apropiarse adecuadamente y con claridad de los conceptos propios de la temática manifestando dificultades en el desarrollo de las actividades.**

**En cuanto a la subcategoría relaciones entre conceptos, la estudiante, en la primera fase, muestra que tiene dificultades para relacionar conceptos mediante conectores, esto se refleja en el mapa conceptual que realizó.**



Fig. n° 15: organización conceptual sobre el sistema solar del E9

El mapa pone de manifiesto que la estudiante no tuvo una buena comprensión de la lectura ni del tema de mapas conceptuales, pues no logra organizar la información, ni establecer relaciones claras entre los conceptos, no se observa buena categorización y por lo tanto debe fortalecer la habilidad de construcción de mapas conceptuales. Por otro lado, se notó que relaciona los conceptos de célula, lo vivo, las plantas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*“Las células están en las plantas porque también son seres vivos”.*

*“la importancia de las células es que uno debe tener células para vivir”*

En la fase intermedia se observó que diferencia con dificultad los conceptos unicelular y pluricelular; por otro lado reconoce características como tamaños y formas celulares, pues dice que todas las células de la naturaleza no tienen la misma forma *“porque tienen formas y tamaños diferentes”*; ante la pregunta, ¿las células solo hacen parte de los seres humanos? responde: *“no porque las plantas también tienen células y los animales, entonces no son solo de nosotros”*; responde vagamente y con poca claridad, que las células de los animales y plantas no son iguales *“porque son diferentes”*; además, no reconoce una de las características principales de las células vegetales, pues expresa que se caracteriza *“por ser más pequeñas que las células animales”*; también se observó que no diferencia a partir de una imagen una célula animal de una vegetal ni sus principales características.

En la fase final, consigue comprender que el retículo comunica el citoplasma con otras organelas, además reconoce la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice que *“es la pared celular”* y logra nombrar de manera correcta algunas estructuras celulares señaladas en una representación de la célula vegetal. En este punto logra estructurar un poco más los conceptos consiguiendo un breve avance en el

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

establecimiento de relaciones entre algunos de ellos. Por otro lado, no logra explicar completamente cuál es la función de la membrana celular pues dice que *“la función de la membrana celular en organismos es cumplir su función”*, tampoco logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función, puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis y el lugar donde estas pueden ser más abundantes, ella no responde.

En lo que respecta a esta subcategoría, se puede decir que la estudiante inicialmente tenía conceptos muy básicos sobre la temática que no estructuraba y presentaba mucha confusión, si bien es cierto que no alcanzó un gran avance en la comprensión de ellos sí demostró que logró realizar algunas relaciones que se evidenciaron en la comprensión de algunas organelas y características celulares pero con dificultad, por lo que se concluye que el objetivo se cumplió escasamente.

En cuanto a la subcategoría extrapolación, en la primera fase no se evidenció. En la fase intermedia se manifestó al advertir ante la afirmación: las células solo hacen parte de los seres humanos que *“es falso porque las plantas también tienen células y los animales, entonces no son solo de nosotros”*.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase final, al presentarle una situación problema trabajada en las simulaciones como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, no logra explicar cuál es la organela que falta, pues no responde a esta pregunta; además, no logra aplicar lo aprendido acerca de la mitocondria a una situación cotidiana, pues al plantearle la situación de un deportista que necesita que sus células tengan muchas centrales energéticas que le permitan tener mucha energía para sus competencias y preguntarle por el nombre de dicha organelas, responde que ***“la proteína porque la proteína tiene energía”***.

La estudiante no demostró habilidad para relacionar lo estudiado en diferentes situaciones cotidianas utilizando con pertinencia los conceptos y estableciendo relaciones entre ellos, por lo que el objetivo se cumple escasamente.

En conclusión para esta categoría, los objetivos se logran medianamente puesto que la estudiante aunque presenta leves avances, mantiene falencias y confusiones que no permiten advertir comprensión y aprendizaje significativo.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

La última categoría es conciencia semántica, que integra subcategorías como comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

En cuanto a la subcategoría comprensión de significados, en la fase inicial no comprende con claridad el concepto de célula, su función y su importancia para la vida, además en la fase intermedia, tiene dificultad para diferenciar sinónimos de conceptos trabajados como pluricelular y unicelular. En la fase final evidencia muchas confusiones y vacíos al respecto.

Dadas las escasas relaciones entre conceptos que establece, puede decirse que no ha logrado una comprensión de significados acerca de la célula, su estructura y función.

En la subcategoría representación de la realidad, en la fase inicial e intermedia, cree que las células están compuestas por un montón de cosas y que se encuentran en las plantas y los animales, además que son verdes. En la fase final, no comprende la simulación como una representación de una célula sino como una célula real. De aquí que el objetivo para esta subcategoría se cumple escasamente.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Durante las tres fases, mantiene ideas confusas, poco estructuradas y con poca coherencia sobre el tema estudiado; no consigue una evolución en los conceptos dado que no logra una buena comprensión de significados, apropiación del lenguaje y establecer relaciones entre conceptos. Esto permite afirmar que el objetivo en la subcategoría de evolución de conceptos se cumple escasamente.

En conclusión, para la categoría los objetivos se cumplen en un nivel bajo ya que la estudiante no logra establecer relaciones acertadas, organizadas y coherentes de los conceptos, no tiene claridad en cuanto a las representaciones y su evolución conceptual se torna reducida.

En conclusión:

La estudiante durante la intervención en general no demostró progreso en la formulación de preguntas y argumentación de respuestas dado que no consigue construir argumentos claros y pertinentes, ni dar respuestas adecuadas a las preguntas formuladas; además, a partir del uso de diversas estrategias utilizadas no se logró que la estudiante participara de manera activa, pues, mantuvo una actitud pasiva y tímida que no permitió advertir su comprensión sobre la temática; por lo tanto, el caso no respondió como se

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

esperaba al objetivo de desarrollar las habilidades que pretende la categoría de interacción social y cuestionamiento de manera pertinente.

A partir de la implementación de diferentes programas de simulación, la estudiante no manifiesta disposición para su uso, ni les encuentra sentido para articularlos a su proceso de aprendizaje. Entre tanto, muestra motivación e interés por las actividades principalmente que exigían pintar y dibujar a partir del programa; sin embargo, se observa retraída y tímida a la hora de interactuar con ellos; por otro lado, su participación no favoreció la interacción y retroalimentación conceptual entre la estudiante, los compañeros y la docente, además de no mostrarse interesada por profundizar en lo aprendido, por lo que en diversas ocasiones prefería quedarse con dudas. Así pues, la estudiante no alcanzó un gran avance en la comprensión de la mayoría de los conceptos, ni en la utilización del lenguaje propio de la temática; además su habilidad para relacionar lo estudiado en diferentes situaciones cotidianas utilizando con pertinencia los conceptos y estableciendo relaciones entre ellos se observó muy limitada.

La estudiante muestra que tiene dificultades en la articulación de las ideas, pues éstas son confusas, poco estructuradas y con poca coherencia; no logra una evolución conceptual dado que presenta falencias en la comprensión de significados, apropiación del lenguaje y en el establecimiento de relaciones entre conceptos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De acuerdo a lo anterior, se puede decir que en este caso, el objetivo de usar de programas simulación y actividades de interacción social y cuestionamiento, así como el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas para el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función, no dio buenos resultados, puesto que el caso no desarrolló adecuadamente las habilidades que pretenden los principios de la teoría que fundamentan este trabajo de investigación.

## ANÁLISIS E10

La estudiante en términos generales se describe como una niña activa y con buenos conocimientos en el área de ciencias, es responsable tanto con las actividades de clase como en las extraescolares, participa con frecuencia, formulando preguntas y respondiendo durante las discusiones, aunque le falta mejorar su capacidad argumentativa, su comportamiento es adecuado y muestra interés y compromiso por su aprendizaje en el área de ciencias naturales. A lo largo de la intervención aportó importante información para el siguiente análisis.

Se inicia el análisis con la primera categoría referente a la interacción social y cuestionamiento, dentro de esta categoría se incluyeron como subcategorías la argumentación, la pertinencia de las preguntas formuladas y el favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas.

En relación con la subcategoría argumentación, durante la fase inicial, la estudiante se ubica en un nivel bajo, dado que no sustenta adecuadamente sus respuestas, no utiliza

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

elementos conceptuales para ello, redonda en las ideas y en ocasiones utiliza argumentos poco contundentes. Esto se evidencia en respuestas como:

*“las células están en todo mi cuerpo, porque todo mi cuerpo tiene células”*

*“...la teoría celular no era cierta porque todavía no la habían definido bien”*

En la fase intermedia, la estudiante se ubica también en un nivel bajo, pues aun no hace uso de buenos argumentos para respaldar sus respuestas, esto se evidencia en argumentos como:

*“no todas las células de la naturaleza tienen la misma forma porque tienen diferente forma y tamaño”*

*“en todo nuestro cuerpo hay células en todas partes del cuerpo para que nuestro cuerpo pueda funcionar tenemos células”*

*“si no tenemos células los signos vitales de nuestro cuerpo estaría mal”*

*“las células animales se caracterizan por tener plastidios y pared celular lo que yo entiendo es que la célula vegetal tiene esas dos cosas”.*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Si bien algunas de estas respuestas tienen cierto grado de veracidad, aportan evidencia de la poca contundencia de los argumentos que utiliza para fundamentar sus respuestas.

En la fase final, la estudiante logra argumentar sus respuestas y sus preguntas en buena medida, pues hace aportes durante las discusiones en los que hace uso de elementos conceptuales pertinentes y deja ver su posición crítica frente al tema, además de que busca siempre aplicarlo a situaciones cotidianas; esto puede deberse a que en esta fase de la intervención, la estudiante ya ha adquirido elementos conceptuales y ha establecido relaciones que le aportan más fundamento para sus intervenciones. Sin embargo, a nivel escrito -en quices, talleres, tareas, etc.- no aporta buenos argumentos y es muy corta en sus respuestas. Por ejemplo:

La célula es la unidad funcional de los seres vivos ***“porque en todo nuestro cuerpo hay células, en todas las partes del cuerpo para que nuestro cuerpo pueda funcionar tenemos células”***.

Puede decirse entonces que respecto a la argumentación oral, la estudiante logró una mejoría al adquirir elementos conceptuales que le permitieron fundamentar mejor sus intervenciones y pasar de un nivel bajo a un nivel medio donde dejaba ver su posición crítica frente al tema, estructuraba mejor sus ideas y utilizaba argumentos más

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

contundentes, así pues, el nivel de cumplimiento de los objetivos en relación con esta subcategoría es totalmente.

Respecto a la pertinencia de las preguntas (segunda subcategoría), en la primera y segunda fase ésta no se logra valorar puesto que la estudiante no formula ningún tipo de preguntas; sin embargo, en la tercera fase, tanto sus preguntas como sus aportes a la clase, son completamente pertinentes, pues además de que corresponden con la temática tratada, logra llevarlos a un nivel más avanzado e incluso aplicarlos a fenómenos cotidianos.

En este sentido, consigue un cumplimiento total de los propósitos dado que tuvo un avance muy significativo que puede radicar de nuevo en la adquisición de elementos conceptuales que le aportaban elementos para hacer intervenciones y además por la confianza adquirida a través de las diferentes actividades que promovían la interacción social y cuestionamiento.

Acerca del favorecimiento de la interacción social en la formulación de preguntas (tercera subcategoría de la interacción social y el cuestionamiento), se obtuvo que durante la fase inicial e intermedia, al no haber evidenciado preguntas formuladas por

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

la estudiante, no se pudo valorar este aspecto; sin embargo, en la tercera fase por el hecho de haber obtenido un nivel bueno en cuanto a la capacidad de formular preguntas, y en el hecho de observarla muy participativa en las actividades de interacción social tanto a nivel interrogativo como argumentativo.

Puede decirse entonces, que los espacios de interacción social, representados en discusiones, trabajos en equipo, conversatorios, etc. Favorecieron en ella tanto la capacidad de formular preguntas como la capacidad argumentativa.

Por lo anterior, puede decirse que el nivel de cumplimiento para los propósitos relacionados con la categoría de interacción social y cuestionamiento fue totalmente, pues la estudiante logró todos los aspectos necesarios que se pretendían favorecer.

En segundo lugar, se tiene la categoría de comportamientos observables, y dentro de esta como subcategorías, la motivación, interacción, participación y disposición para aprender, las cuales fueron observados por las investigadoras a lo largo de todo el proceso y con especial atención en los momentos de integración de los programas de simulación.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Sobre la motivación (subcategoría), se obtuvo que en la fase inicial, la estudiante se muestra dispuesta a las diferentes actividades; sin embargo, no se evidencia interés ni reacciones específicas que den cuenta de la motivación hacia el tema de estudio y hacia actividades específicas como el uso de las simulaciones; en la fase intermedia, se muestra motivada, atenta e interesada por la temática y la clase como tal lo cual se refleja en una mejor actitud y en la fase final, se muestra muy motivada por las diferentes actividades propuestas, especialmente por la actividad experimental y el trabajo en el aula Medellín digital con el programa de simulación, además de tener buena disposición para todas las actividades propuestas.

En este sentido, la motivación de la estudiante permite hablar de un cumplimiento total de este propósito, ya que dicho comportamiento hacia el tema de estudio se vio favorecido por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza.

En cuanto a la subcategoría interacción con los programas de simulación, en la fase inicial no se valora pues no hubo interacción directa de los estudiantes con el *software* ya que dadas las dificultades de infraestructura y recursos en la institución, la exploración y trabajo con estas, específicamente con el navegador celular, tuvo que hacerse de forma *Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

dirigida, desde el proyector hacia todo el grupo. En la fase intermedia, muestra dificultades en la interacción con el *software*, inclusive en el manejo del computador y el teclado, para acceder a la simulación, lo cual se ve incrementado por el mal estado de los equipos y los componentes periféricos de estos; en la fase final, la estudiante interactúa más con el programa de simulación y aunque le cuesta un poco manejarlo, aprovecha su tiempo y establece relaciones con el tema abordado.

Por lo tanto, puede establecerse que respecto a la interacción, esta se ve interferida por el mal estado de los equipos, pero se hace más efectiva a medida que la estudiante se relaciona más con el programa y logra tener mejor acceso a él. Por ende el nivel de cumplimiento en este aspecto es mediano, pues la estudiante logró avances pero, persisten algunas dificultades.

Referente a la participación (subcategoría de los comportamientos observables), se evidenció que en la fase inicial la estudiante tiene una activa y buena participación en las actividades grupales e individuales, siendo más de su agrado el trabajo individual. En la fase intermedia, cumple con las actividades individuales y grupales, pero le falta mayor participación puesto que sus preguntas y aportes en discusiones son reducidas; sin embargo, en algunos momentos como los repases de clase, participa activamente. Y en la fase final,

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

la estudiante se muestra muy participativa tanto con la formulación de preguntas como con los aportes.

Lo anterior permite concluir que en este aspecto hubo logros y mejoría por parte de la estudiante, lo cual puede tener relación con el favorecimiento que se hizo a los espacios de discusión y de trabajo grupal atendiendo al principio de la interacción social y cuestionamiento de la TASC.

Finalmente dentro de esta categoría se tiene la disposición para aprender, entendida como el interés del estudiante por hacer relaciones pertinentes, no arbitrarias ni literales entre los subsumidores y el nuevo conocimiento (Novak, 1991). Lo cual resulta muy importante para el desarrollo de un aprendizaje significativo, pues la predisposición para aprender es planteada por como un aspecto fundamental (Gowin, 1981).

En este aspecto puede decirse que, a lo largo de las tres fases la estudiante muestra una excelente disposición para aprender, pues asume una actitud adecuada en las clases, está dispuesta a todo tipo de actividades, se interesa por conocer más del tema, establece relaciones, formula preguntas y participa.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

De esta forma y teniendo en cuenta los positivos comportamientos presentados por la estudiante puede decirse que se logró casi totalmente el cumplimiento de los propósitos de esta categoría denominada comportamientos observables, obstaculizado solo por las dificultades persistentes en cuanto a la interacción con los programas de simulación.

La tercera categoría se refiere a la comprensión de los conceptos, y dentro de esta se valoran subcategorías como la apropiación del lenguaje, la relación entre conceptos y la extrapolación.

En referencia a la subcategoría apropiación del lenguaje, aspecto que en términos de la TASC es muy importante debido a que “las diversas disciplinas son lenguajes y símbolos diversos que se refieren a determinado de conocimiento, son formas de ver el mundo o de conocerlo” (Moreira, 2000); pudo establecerse que en la primera fase la estudiante dominaba un lenguaje muy básico y poco pertinente acerca de la temática, lo cual es comprensible dentro del nivel de estudios en que se encuentra y se evidencia en respuestas como:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*¿Cuál crees que es la importancia de la célula para la vida?*

***“Qué hace parte de tu cuerpo y sin ella no te sentirías bien”***

En la segunda fase la estudiante, reconoce las células como la característica común que existe entre los seres vivos, pues dice que

***“es falso que las células solo hacen parte de los seres humanos, porque los animales y las plantas también los tienen”***

Además, se apropió de la definición técnica del concepto de célula pues durante un repaso, al preguntarle que es una célula responde:

***“es la unidad funcional y estructural de los seres vivos”***

Sin embargo, no logró diferenciar los términos unidad funcional y unidad estructural, pues dice que la célula es la unidad funcional ya que ***“todos los seres vivos están formados por células”*** y que ***“la célula es la unidad estructural ya que el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células ”***

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Comprende los conceptos de eucariota y procariota pues clasifica diferentes imágenes representativas de la célula como:

***“eucariota, porque tiene núcleo definido”***

***“procariota porque no tiene núcleo definido ni organelas”***

En la fase final, la estudiante logró identificar los componentes de la membrana y nombra de forma correcta las proteínas periféricas y las proteínas integrales, además se refiere a los carbohidratos como “azúcares”.

Se mantiene en la definición técnica del concepto de célula pues dice que

***“la célula es la parte funcional y estructural del cuerpo humano, para que el cuerpo pueda funcionar bien”***

Sin embargo, limita esta definición solo al cuerpo humano y no la reconoce como unidad funcional y estructural de los demás seres vivos.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

También, maneja de forma correcta términos como vacuola y la definición del mismo. Y en general logró apropiarse de la definición de 3 de 11 términos indagados; sin embargo, en sus definiciones no abarca por completo la definición de las organelas. Al respecto dice que:

El núcleo *“almacena la información genética”*

La membrana plasmática: *“protege las células de las cosas del exterior”*

Los cloroplastos *“dan color a las células”*

De acuerdo con esto, la estudiante consiguió apropiarse en buena medida del lenguaje de la temática, pasando de un nivel muy básico, a otro en el cual logra reconocer, manejar y relacionar diferentes términos; sin embargo, persisten algunas dificultades que hacen que el nivel de cumplimiento de los propósitos en esta subcategoría sea medio.

En referencia a las relaciones entre conceptos (subcategoría de la comprensión de conceptos), durante la primera fase, la estudiante establece relaciones entre conceptos muy básicos, lo cual corresponde con la poca apropiación del lenguaje que hay en dicha fase; sin embargo, es de resaltar que son relaciones pertinentes de conceptos como célula con otros como ser vivo, plantas y animales.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En la fase intermedia, relaciona conceptos propios de la temática en un mapa conceptual que se presenta a continuación y en el cual logra clasificar las células según el número en unicelulares ó pluricelulares, y definir la célula como “una estructura microscópica que cumple todas las funciones del ser humano...”

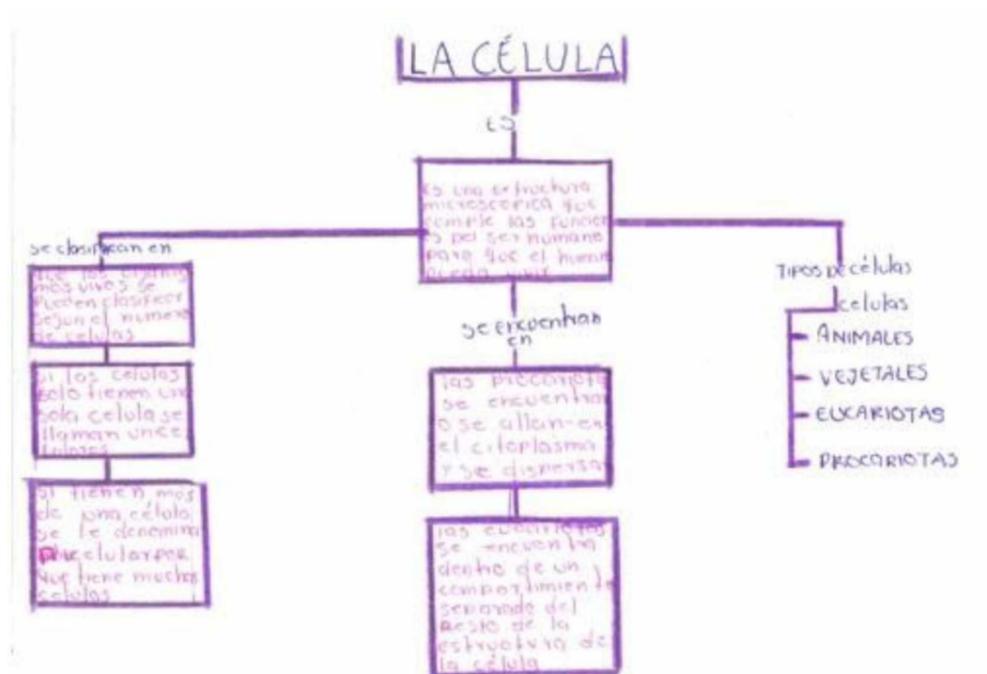


Fig. nº 16: organización conceptual sobre la célula del E10

En esta fase, también reconoce que no todas las células de la naturaleza tienen la misma forma y tamaño; sin embargo, su justificación es **“porque tienen diferente forma y tamaño”**; señala que es falso que las células solo hacen parte de los humanos porque **“los**

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*animales y las plantas también las tienen*”, dice que las células de las plantas y los animales no son iguales *“porque el animal es diferente a una planta”*; reconoce algunas características de las células vegetales al advertir que *“tienen plastidios y pared celular”*. Sin embargo, no diferencia las representaciones de células animales y vegetales, pues ante la imagen de la célula animal elige la opción *“es vegetal porque tiene pared celular”*; y ante la imagen de la célula vegetal elige que *“es animal ya que tienen pared celular”*.

En la fase final, relaciona el concepto de núcleo con la función global de la célula pues dice que *“la célula sin el núcleo no funcionaría”* también, relaciona el concepto de retículo endoplasmático con el transporte intracelular, pues ante la pregunta ¿qué le puede pasar a una célula que presente un daño grave en su retículo endoplasmático? Dice que *“la célula dejaría de transportar sustancias.”* De la misma manera, establece relaciones entre la función de la mitocondria y el trabajo de los diferentes órganos del cuerpo, pues a la pregunta ¿cual órgano crees que puede tener más mitocondrias, el estómago o el corazón? advierte que el corazón debe tener más mitocondrias.

Reconoce la principal estructura que diferencia una célula animal de una vegetal, pues dice *“la pared celular”*. Logra nombrar de manera correcta, 5 de 6 estructuras celulares señaladas en una representación de la célula vegetal. Por lo cual relaciona los conceptos con las imágenes, logra relacionar de manera correcta la definición de 3 de 3

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

organelas con su nombre, al respecto dice que la estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas celulares es *“el núcleo”* y dice que la estructura que almacena pigmentos que le dan color a los frutos, las hojas y las flores son los “plastidios” y que la estructura que se encarga de fabricar proteínas es “ribosoma”.

Explica de forma no muy completa la función de la membrana celular pues dice que es *“proteger la célula de las cosas tóxicas que hay en el exterior ”* si bien es cierto, hacen falta algunas otras funciones de la membrana como el delimitar la célula, regular el paso de sustancias de forma selectiva, etc.

Logra relacionar de forma correcta el concepto de cloroplasto con su función puesto que al preguntarle por la estructura que almacena pigmentos y que permite llevar a cabo la fotosíntesis responde que “se llaman plastidios, y logra hacer la relación con la estructura de la planta donde estos son más abundantes “pues plantea que hay mas en las hojas que en la raíz”.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Logra explicar donde se encuentran las células en la naturaleza y en el cuerpo humano y reconoce que hay diferentes formas y tamaños celulares pues dice que ***“las células no tienen una forma definida, tienen forma circular, ovalada, etc.”***

No logra establecer una relación entre el trabajo de las organelas y la forma cómo funciona la célula, pues dice que la célula funciona ***“ayudándole al cuerpo, hidratándose para que funcione bien.”***

En términos generales, dentro de esta subcategoría que es la relación de conceptos, la estudiante logró enriquecer esta habilidad puesto que pasó de establecer relaciones básicas entre conceptos, a construir relaciones más profundas utilizando la terminología adecuada en este proceso, por ende el nivel de cumplimiento es total.

Ahora bien, respecto a la subcategoría extrapolación, en la fase inicial, no se obtuvo evidencia de que la estudiante lograra extrapolar conceptos de la temática a otros contextos y situaciones, sin embargo en la fase intermedia, ella complementa una analogía de la docente sobre la célula y la construcción de ladrillos diciendo que:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*“si se daña un ladrillo se daña la estructura es decir que si se daña una célula se daña el ser vivo”*

En fase final, relaciona el proceso de deshidratación con el que ocurre cuando se hace ejercicio y el cuerpo suda, logra hacer predicciones en la actividad experimental de membrana, y ante la pregunta ¿Cuál de las dos sustancias (almidón o sal) pasará al exterior de la membrana? responde que *“debería pasar la sustancia más pequeña;”* por lo que dice que *“la sal al ser de menor tamaño que el almidón atravesará la membrana”*. Además concluye que *“si no reacciona con el lugol entonces pasó la sal y no el almidón”* Con esto demuestra extrapolación y comprensión de los conceptos y significados.

Formula preguntas como *“¿si las dos sustancias el almidón y la sal se disuelven en agua porque no podían pasar por la membrana si se hacen más pequeñas?”* aquí hace uso de los fenómenos observados y aprendidos para reflexionar sobre asuntos más generales lo cual *es evidencia de extrapolación.*

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Logra aplicar los conceptos de la temática para resolver preguntas y participar en las discusiones, como en el caso de la pregunta por fallas en el núcleo, por la función de la mitocondria, por los cloroplastos, analizados en la sección anterior de relación de conceptos. Logra relacionar la descripción de las características de la vacuola con su nombre, pues al preguntarle cuáles son las estructuras en forma de bolsa que ocupan un gran espacio en el interior de la célula vegetal y se encargan de almacenar agua y otras sustancias, responde *“se llaman vacuolas”*.

Sin embargo, pese a que logra extrapolar en buena medida varios de los conceptos trabajados, al presentarle una situación problema trabajada en las simulaciones como es la invasión de cuerpos extraños en la célula, no logra explicar cuál es la organela que falta, pues responde que son *“los plastidios”*, tampoco logra aplicar lo aprendido acerca de la mitocondria a una situación cotidiana, pues al plantearle la situación de un deportista que necesita que sus células tengan muchas centrales energéticas que le permitan tener mucha energía para sus competencias y preguntarle por el nombre de dicha organelas, responde que *“son los ribosomas porque fabrican proteínas”*.

Así pues, puede decirse que la estudiante logró hacer extrapolación de la mayoría de los conceptos trabajados en las simulaciones y otras actividades de clase, al aplicarlos a

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

situaciones relacionadas, pero contextualmente apartadas, aplicarlos para contestar y formular preguntas pertinentes, participar en las discusiones, reflexionar sobre asuntos más generales y relacionar los procesos trabajados con otros procesos biológicos, y que el trabajo con los programas de simulación favoreció en gran medida esta capacidad, pues le permitió observar más claramente las estructuras y procesos celulares, comprenderlos y adquirir elementos para poder relacionarlos y aplicarlos.

De esta forma, y dado que la apropiación del lenguaje se dio medianamente, mientras que las relaciones de conceptos y la extrapolación se favorecieron totalmente, puede concluirse que respecto a la categoría de comprensión de los conceptos, la estudiante logró casi totalmente el cumplimiento de los propósitos que se tenían.

Finalmente como última categoría está la conciencia semántica, dentro de la que se valoraron subcategorías como la comprensión de significados, representación de la realidad y evolución de los conceptos.

En la comprensión de los significados, en la fase inicial comprende el significado de lo vivo y lo relaciona con la célula ya que afirma que:

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

*“las células están en la naturaleza, en las plantas, en los animales, en los humanos, en toda la naturaleza.”*

En la fase intermedia, el mapa conceptual y los aportes en discusiones evidenciaron que comprende el significado de conceptos como pluricelular y unicelular y a demás maneja sinónimos de estos. Y en la fase final, dadas las relaciones entre conceptos que establece, puede decirse que ha logrado una buena comprensión de significados acerca de la célula, su estructura y función. También al hacer predicciones y conclusiones acerca de la actividad experimental y participar de forma coherente en diversas actividades de interacción social como discusiones, etc. demuestra una excelente comprensión de los conceptos.

Sin embargo, no comprende realmente cual es la importancia de la célula para la vida, pues dice que es importante *“porque nos podríamos morir ya que es la unidad funcional y estructural del cuerpo o nos podríamos deshidratar”* y expresa que le parece importante aprender sobre la célula *“porque va a servir para toda la vida”*.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

En consecuencia, puede decirse que la estudiante en buena medida le otorga significado a los conceptos trabajados, pero aun persisten vacíos por lo que el nivel de cumplimiento es medio.

En cuanto a la subcategoría representación de la realidad, durante la primera fase, tiene una representación del ser humano como un organismo a parte del reino animal y la célula como un componente de los seres vivos, pero no sabe explicar por qué.

Específicamente en el instrumento de ideas previas construye un esquema de la célula que deja ver sus concepciones frente a ésta, y sus conocimientos al respecto, es de resaltar que la estudiante nombra diferentes organelas celulares e intenta representar redes de membranas y la forma de otras organelas; sin embargo, también hace explícitas algunas de sus ideas no pertinentes como que la célula es redonda y que el núcleo se encuentra en la mitad.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes

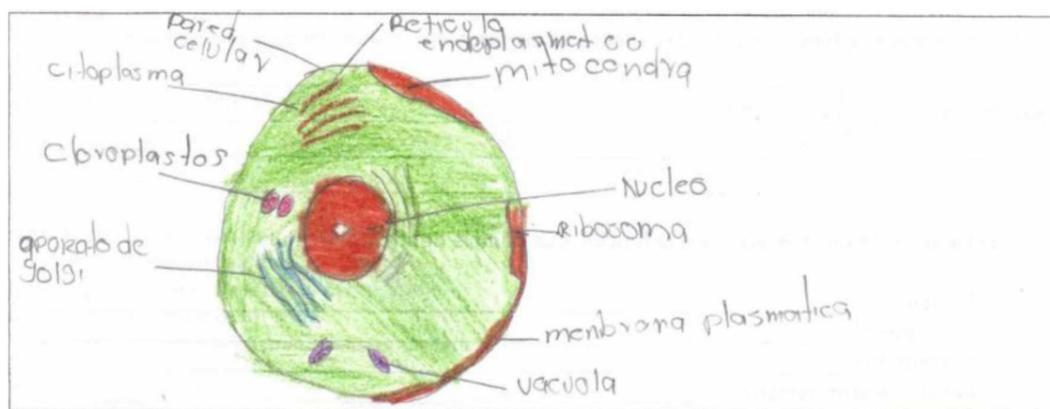


Fig. nº 17: representaciones de la célula del E10 en la fase inicial

En la tercera fase, logra hacer una representación de la célula más completa y con mayor especificidad y claridad en las diferencias entre las organelas, pues representa el aparato de golgi y el retículo endoplasmático como redes de membranas, incluye los cloroplastos, la vacuola y la pared celular de forma adecuada, representa también el núcleo, la mitocondria, entre otras organelas; sin embargo, se evidencia que persisten ideas no pertinentes antes mencionadas y que aunque su representación es aproximada, la estudiante la nombra como célula animal pese a que ha ubicado y nombrado estructuras propias de la célula vegetal.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

2. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes.

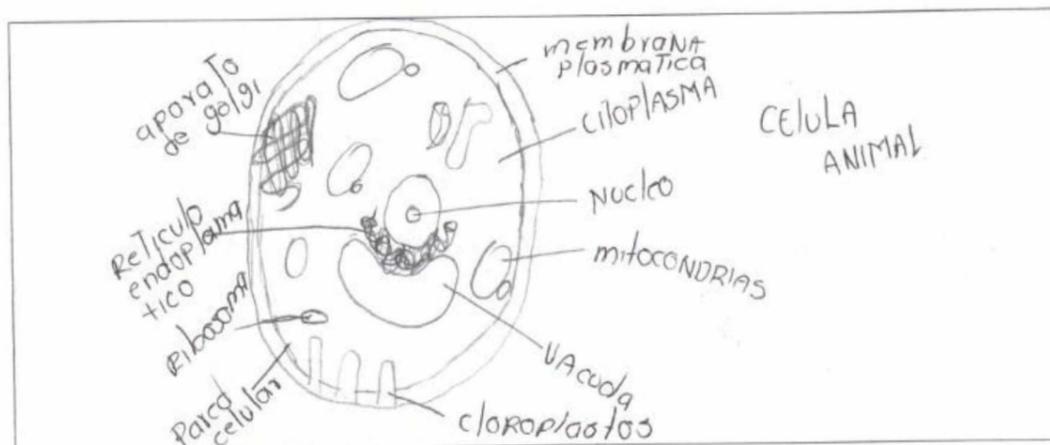


Fig. nº 18: representaciones de la célula del E10 en la fase final

También dentro de esta subcategoría de representación de la realidad es importante anotar que a lo largo de todo el proceso, la estudiante comprendió los diferentes recursos didácticos presentados como representaciones de la realidad celular y no como la realidad en sí misma, lo cual es muy importante dentro de la conciencia semántica.

En conclusión, respecto a al subcategoría de representación de la realidad, la estudiante logro medianamente los propósitos puesto que aunque tiene claridad frente a algunos aspectos y mejoró la representación gráfica elaborada en la fase final con respecto a la inicial; sin embargo, persisten ideas poco pertinentes y dificultades.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en referencia a la subcategoría evolución de conceptos esta no es analizada durante la fase inicial pues la atención se centra en conocer las ideas pertinentes que tiene la estudiante acerca de la temática; pero, es de resaltar que parte de la idea de la célula como un componente de los seres vivos y con forma únicamente circular. En la segunda fase la estudiante, mostró comprensión y dominio de diferentes sinónimos de los conceptos aprendidos y se evidencia evolución y comprensión de los conceptos al referirse a la célula desde el principio celular. En la tercera fase, la estudiante logra apropiarse del lenguaje, comprender los significados, hacer extrapolación, establecer relaciones entre los conceptos trabajados, entre otros que evidencian la evolución de los conceptos.

En términos generales puede decirse que la estudiante logró pasar de unas ideas muy básicas, generales e incluso poco pertinentes acerca de la célula, su estructura y función a conceptos más estructurados y lógicos, con muy pocas dificultades y persistencia de ideas no pertinentes. Por lo que el nivel de cumplimiento en estos aspectos es medio.

Así pues el nivel de cumplimiento de los propósitos dentro de la categoría de conciencia semántica es medio, pues los tres aspectos específicos que fueron: la comprensión y evolución de los conceptos y la representación de la realidad, tuvieron avances significativos pero en todos persisten algunas dificultades.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Conclusión:

Teniendo en cuenta que la estudiante:

- Logró una mejoría en la capacidad argumentativa, al adquirir elementos conceptuales que le permitieron fundamentar mejor sus intervenciones y pasar de un nivel bajo a un nivel medio donde dejaba ver su posición crítica frente al tema, estructuraba mejor sus ideas y utilizaba argumentos más contundentes.
- Consigue un avance en la capacidad de formular preguntas, relacionada con la adquisición de elementos conceptuales que le aportaban elementos para hacer intervenciones y además por la confianza adquirida a través de las diferentes actividades que promovían la interacción social y cuestionamiento.
- Los espacios de interacción social, representados en discusiones, trabajos en equipo, conversatorios, etc. Favorecieron en ella tanto la capacidad de formular preguntas como la capacidad argumentativa.

Puede concluirse que la interacción social y cuestionamiento, es una categoría en la cual la estudiante tuvo un avance significativo y que se logró con ella el objetivo de propiciar en los estudiantes el desarrollo de habilidades para formular preguntas y argumentar respuestas acerca de la célula su estructura y función a partir de diversas actividades que impliquen la interacción e intercambio de ideas.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Además, teniendo en cuenta que:

- La motivación de la estudiante hacia el tema de estudio se vio favorecida por el uso de diferentes materiales y estrategias de enseñanza, especialmente por el uso de programas de simulación con los cuales la interacción de la estudiante se hizo más efectiva a medida que la estudiante se relaciona más con el programa y logra tener mejor acceso a él, pese a que dicho comportamiento se ve intervenido por el mal estado de los equipos y falta de recursos tecnológicos que permitieran implementar estos recursos.
- A lo largo de las tres fases la estudiante mostró una excelente disposición para aprender, consiguió apropiarse en buena medida del lenguaje de la temática, construir relaciones profundas utilizando la terminología adecuada y hacer extrapolación de la mayoría de los conceptos trabajados en las simulaciones y otras actividades de clase, logros favorecidos por el uso de las simulaciones, en la medida que permitieron que la estudiante observara procesos y estructuras abstractas, comprenderlos y adquirir elementos para poder relacionarlos y aplicarlos.

Puede concluirse que al implementar estrategias didácticas y diferentes materiales educativos como los programas de simulación que posibiliten el comportamiento activo de los estudiantes en el proceso de comprensión y ASC de la célula, su estructura y función, se favorecieron casi totalmente los comportamientos positivos y también la comprensión de los conceptos de la temática y la ciencia.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Finalmente en referencia a la categoría denominada conciencia semántica, y dado que la estudiante en buena medida le otorga significado a los conceptos trabajados, representa acertadamente estructuras y procesos celulares, comprende las diferencias entre representaciones y muestras reales de la célula y logró pasar de unas ideas muy básicas a conceptos más estructurados y lógicos, puede decirse que se logró con ella medianamente el objetivo de fomentar en los estudiantes mediante diversas estrategias, la comprensión de significados como construcción del sujeto, la palabra como representación de la realidad y la evolución de los conceptos.

Así pues y dando respuesta a la pregunta y objetivos de investigación puede decirse a partir de este caso, que el uso de programas de simulación y actividades de interacción social y cuestionamiento, así como el uso de diferentes metodologías y estrategias educativas como parte de la teoría abordada, favorecen el aprendizaje significativo crítico de la célula, su estructura y función.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**SÍNTESIS DE RESULTADOS**

Con el fin de posibilitar una visión amplia de los logros que cada caso obtuvo en su proceso de aprendizaje se hace resumen todos los resultados en la siguiente tabla

<b>Categorías</b>	<b>Interacción social y cuestionamiento</b>	<b>Comportamientos observables durante las sesiones</b>	<b>Comprensión de los conceptos</b>	<b>Aplicación de significados (conciencia semántica)</b>	<b>Valoración general</b>
<b>Casos</b>					
E1	No logro	Escasamente	Escasamente	No logro	No hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E2	Escasamente	Escasamente	Escasamente	No logra	No hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E3	No logra	Escasamente	Escasamente	No logra	No hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

					crítico de la temática
E4	Escasamente	Medianamente	Medianamente	Escasamente	Hubo una buena contribución de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E5	Escasamente	Medianamente	Medianamente	Medianamente	Hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática.
E6	Escasamente	Medianamente	Medianamente	Casi totalmente	Hubo una buena contribución de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E7	Medianamente	Totalmente	Medianamente	Medianamente	Hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E8	No se logró	Escasamente	Medianamente	Medianamente	Hubo una buena contribución de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
E9	Escasamente	Escasamente	Medianamente	Escasamente	No hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

E10	Casi totalmente	Casi totalmente	Casi totalmente	Medianamente.	Hubo una contribución significativa de la propuesta para el proceso de aprendizaje significativo crítico de la temática
-----	-----------------	-----------------	-----------------	---------------	---

De acuerdo a la anterior tabla y al análisis presentado anteriormente de cada caso se puede encontrar que en términos generales y de acuerdo a las diferentes categorías de análisis y a los tres objetivos que:

- Con respecto al objetivo que apuntaba al favorecimiento de la interacción social y cuestionamiento, ocho de los diez casos (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8 y E9) presentaron dificultades ya que sus logros fueron escasos, ahora bien los casos E1, E3 y el E8 no tuvieron ninguna evolución en el desarrollo de habilidades tales como la argumentación, la formulación de preguntas y la interacción social mediante cuestionamientos, que fueron aspectos importantes para lograr el objetivo número uno. Por otra parte, el caso E7 tuvo logros en un nivel medio para este objetivo, mientras que el caso E10 logró totalmente el objetivo. Lo que fue causa principalmente de la personalidad pasiva y tímida (E1, E2 y E9) de algunos de los casos y a la poca disposición e interés por participar en actividades grupales (E4 Y E6).

- Se obtuvieron grandes avances y logros en términos de los comportamientos observables y la comprensión de los conceptos que eran dos aspectos a los que apuntaba el objetivo relacionado con la implementación de diversas estrategias didácticas y materiales educativos para propiciar un comportamiento activo en los estudiantes y la comprensión de los conceptos. Debido a que todos los casos mejoraron en diferentes niveles su motivación por el tema (escasamente: E1, E2, E3, E8 y E9; medianamente: E4, E5 y E6; totalmente: E7 y E9) y su comprensión (escasamente: E1, E2 y E3; medianamente: E4, E5, E6, E7 E8 y E9; totalmente: E10) en situaciones donde se hacía uso del *software* principalmente. Además, cabe resaltar que este logro fue favorecido principalmente por el uso del programa **Kokori** y que los logros obtenidos en la categoría de comportamientos observables, concuerdan con los obtenidos por los desarrolladores del programa cuando afirman que:

*"Hemos comprobado, con satisfacción y reiteradas veces, que el videojuego es exitoso como herramienta motivadora, sin distinciones de género y condición sociocultural. Los estudiantes se divierten, incorporan vocabulario específico y se familiarizan con las estructuras y los tamaños relativos al interior de la célula" (manual para el docente, kokori, 2012).*

- En relación con los logros obtenidos en el objetivo que apuntaba al desarrollo de una conciencia semántica por parte de los estudiantes se alcanzaron aspectos importantes y significativos teniendo en cuenta lo difícil que es para los estudiantes

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

comprender que los significados son construidos por las personas, que además las palabras son una representación de las cosas y que los significados de los conceptos evolucionan. Estos grandes logros pueden evidenciarse debido a que siete de los diez casos mejoraron en diferentes niveles los aspectos mencionados anteriormente de tal manera que los casos E4 y E9 cumplieron el objetivo escasamente, el E5, E7, E8 y E10 lo lograron medianamente, el caso E6 casi totalmente y solo tres de los casos no tuvieron ningún logro (E1, E2 y E3). Esto se debió principalmente al gran avance con respecto a la comprensión de los conceptos tal y como se mencionó anteriormente, en resumidas cuentas este fue el factor más influyente en el desarrollo de la conciencia semántica.

## CONCLUSIONES

Con respecto a lo analizado anteriormente se concluye que:

- El aprendizaje significativo crítico es una meta que se ve obstaculizada por condiciones como la falta de disposición para aprender por parte de los estudiantes y otras de carácter institucional y político, con esto se hace referencia a que los resultados obtenidos con la propuesta didáctica implementada en pro de lograr un aprendizaje significativo crítico, pudieron haber sido más efectivos, pero es un compromiso que requiere del trabajo conjunto de estudiantes y docentes y al cual se le suma el apoyo y compromiso que tenga la institución para con ello, en cuanto a la flexibilidad para el tiempo de trabajo y en la disposición de recursos necesarios para el trabajo con simulaciones computacionales en áreas diferentes a la tecnología o la informática.
- El desarrollo de capacidades que ameritan el intercambio de significados mediante preguntas o el logro de una conciencia semántica por parte de los estudiantes, necesitan de procesos con un tiempo de intervención más largo y continuo, ya que son destrezas que solo se logran con el ejercicio constante debido a las dificultades que representan para los estudiantes.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

- Algunas limitantes para el trabajo con TIC en la temática abordada son: la escases de *software* de simulación que sean potencialmente significativos y la escases de espacios dotados con computadores, microscopios y herramientas en buen estado para trabajar con los estudiantes.
  
- La diversidad de estrategias didácticas implementadas y orientadas por el uso de múltiples materiales educativos y fuentes de información favorecen en gran medida el aprendizaje de los estudiantes, en términos de que mejora su motivación y el papel que cumplen en la dinámica educativa, por lo cual se facilita la comprensión de las temáticas tratadas.

## RECOMENDACIONES

Es de suma importancia para futuras investigaciones y maestros que quieran orientar sus prácticas desde la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico y con el uso de TIC que se tenga en cuenta lo siguiente:

- Las TIC y específicamente las simulaciones computacionales se convierten en materiales potencialmente significativos en la medida que estén orientados por actividades e intervenciones del maestro con el fin de que el estudiante le otorgue significado psicológico, pues los materiales por sí solos no facilitan el aprendizaje de los estudiantes.
  
- El desarrollo de capacidades por parte de los estudiantes tales como la formulación de preguntas sustantivas, la argumentación de las ideas y las habilidades de la conciencia semántica, ameritan un tiempo considerable de desarrollo, que va incluso hasta niveles avanzados de formación, por ende en investigaciones que indaguen por su evolución, deben incluirse el mayor número de instrumentos que permita evidenciarlas y valorar los avances en la medida que se presentan.
  
- El favorecimiento de la interacción social en los diferentes espacios académicos, es

**de suma importancia para el desarrollo de habilidades como la formulación de**  
*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

preguntas y la argumentación, aspectos fundamentales de un aprendizaje significativo crítico y, además permiten la formación en valores mediante el respeto por la opinión, la expresión y las capacidades del otro.

- Es de gran ayuda enseñar las temáticas partiendo de las relaciones de estas con ciertos fenómenos de la cotidianidad de los estudiantes, ya que esto le otorga sentido y permite que los aprendices construyan nuevas relaciones y significados.
  
- Dadas las múltiples potencialidades que ofrece la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico para la enseñanza de temáticas como la celular, se hace necesario que se construyan más propuestas orientadas desde esta; pues los resultados del estado del arte evidencian pocos trabajos realizados para el tema de la célula, su estructura y función.
  
- Para la realización de proyectos que requieran el uso de medios tecnológicos en instituciones donde no son suficientes para toda la población estudiantil, debe recurrirse a estrategias que permitan el desarrollo de las mismas manejando tiempos o espacios de grupo para convertir dicha limitación en potencialidad y no desaprovechar el potencial del trabajo con estas en las diferentes áreas del saber.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

REFERENCIAS:

Ausubel, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós ibérica. S.A.

Bachelard, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Argos.

Bautista, N. P. (2011). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Bogotá. Manual Moderno. pp. 43-55.

Cisterna Cabrera, F. (2005). *Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa*. Teoría, vol. 14(1), pp. 61-71.

López, S. (2012). *La modelación computacional con diagrama AVM y su contribución para el aprendizaje significativo de conceptos físicos y el desarrollo de una visión crítica sobre la ciencia y la modelación científica*. Tesis (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias) -Universidad de Burgos. Burgos, España.

Moreira, M. A. (1997). *Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente*. En M.A. Moreira, C. Caballero Sahelices y M.L. Rodríguez Palmero, Eds. Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Servicio de Publicaciones. Universidad de Burgos. Págs. 19-44.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

**Moreira, M. A. (2000).** *Aprendizaje significativo: teoría y práctica.* Madrid: Visor.

Moreira, M. A. (2004). *Aprendizaje significativo crítico.* (Actas del III Encuentro internacional sobre aprendizaje significativo). Brasil. (Traducción de Ileana Greca).

Novak, J. D. (1991). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo.* San Felipe .

Neiman, G. & Quaranta G. *los estudios de caso en la investigación sociológica.* En: Vasilachis, I. (2006) *estrategias de investigación cualitativa.* España. Gedisa. pp. 213-237

Rodríguez Palmero, M. L. y Moreira, M. A. (2002). *Modelos mentales vs esquemas de célula.* Investigares em Ensino de Ciências, vol. 7, nº 1. Porto Alegre.

Rodríguez Palmero, M. L. (2003). *Modelos mentales de célula: una aproximación a su tipificación con estudiantes de COU.* (Tesis de doctorado) España. Servicio de Publicaciones. Universidad de La Laguna.

Rodríguez Palmero, M. L. (2004). *La teoría del aprendizaje significativo crítico.* A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González, Eds. Pamplona, España.

Stake, R.E. (1998). *Investigación con estudios de caso.* Madrid: Morara, S.L,

Toulmin, S. E. (1977). *La comprensión humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos.* Madrid: Alianza.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Bonilla Castro, E. & Rodríguez Sehk, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Bogotá: Norma.

Sanmartí, N. (2005). *La unidad didáctica en el paradigma constructivista*. Capítulo 1. Unidades didácticas en ciencias y matemáticas. Bogotá: Editorial magisterio.

Tao, P. K. y Gunstone, R. F. (1999). The Process of Conceptual Change in Force and Motion during Computer-Supported Physics Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 36, n° 7, pp. 859-882

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

## **ANEXOS**

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Anexo 1: Taller indagación ideas previas e indagación de aprendizajes.

TALLER IDEAS PREVIAS SOBRE LA CÉLULA

NOMBRES Y APELLIDOS: \_\_\_\_\_ GRUPO:

1. ¿Qué es para ti una célula?
2. ¿Dónde están las células en la naturaleza? explica tu respuesta
3. ¿Dónde están las células en tu cuerpo? explica tu respuesta
4. ¿Has observado alguna vez una célula, donde?
5. ¿Cuál crees que sea la importancia de la célula en la vida?
6. ¿Qué forma crees que tienen las células?
7. ¿Cómo crees que funciona la célula?

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

8. Selecciona las partes de la célula que conoces y escribe lo que recuerdas acerca de cada una de las que seleccionaste:

- a. Núcleo
- b. Citoplasma
- c. Mitocondria
- d. Retículo endoplasmático
- e. Aparato de golgi
- f. Membrana plasmática
- g. Pared celular
- h. Ribosoma
- i. Vacuola
- j. Lisosoma
- k. Cloroplasto
- l. Otra ¿Cuál?  
\_\_\_\_\_

9. Realiza un dibujo en el que muestres como crees que es la célula y cuáles son sus partes.

10. ¿Te parece importante aprender sobre la célula?, ¿por qué?

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Anexo 2: quiz tamaños y formas celulares.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Responda y justifique las siguientes preguntas, recuerde que puede haber varias opciones que son ciertas, pero solo una responde directamente a la pregunta.

1. Cuando decimos que la célula es la unidad funcional de los seres vivos quiere decir que:
  - a. todos los seres vivos están formados por células
  - b. que las células pueden tener diferentes formas y tamaños
  - c. que el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células
  - d. que hay seres vivos unicelulares y pluricelulares

Justifica tu respuesta:

---

---

2. Cuando decimos que la célula es la unidad estructural de los seres vivos quiere decir que:
  - a. todos los seres vivos están formados por células
  - b. que las células pueden tener diferentes formas y tamaños
  - c. que el funcionamiento de los seres vivos se debe al funcionamiento de sus células
  - d. que hay seres vivos unicelulares y pluricelulares

Justifica tu respuesta:

---

---

3. Las células vegetales se caracterizan por:
  - a. no tener organelas
  - b. por tener Plastidios y pared celular
  - c. por tener centriolos
  - d. por ser más pequeñas que las células animales

Justifica tu respuesta:

---

---

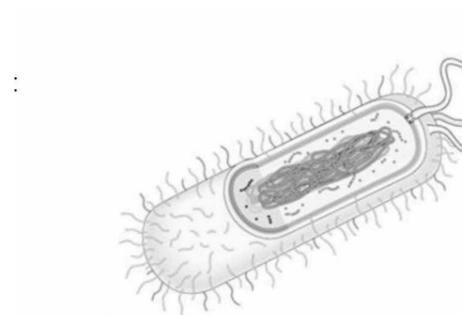
Responda si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y diga porque.

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

4. Las células solo hacen parte de los humanos \_\_\_\_\_
5. Todas las células de la naturaleza tienen forma redonda \_\_\_\_\_
6. Las células de las plantas y de los animales son iguales \_\_\_\_\_

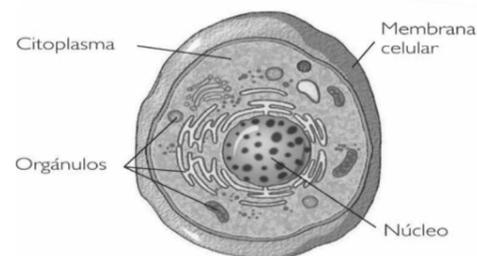
7. En la imagen se observa la representación de una célula procariótica porque \_\_\_\_\_ :

- a. no tiene núcleo definido ni organelas
- b. no tiene organelas
- c. tiene núcleo definido
- d. tiene vacuolas



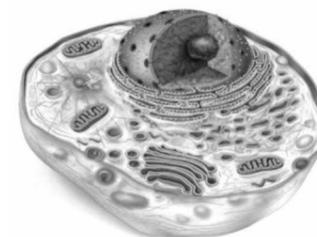
En la imagen se observa:

- a. una célula procariótica, porque tiene núcleo definido
- b. una célula eucariótica, porque tiene núcleo definido
- c. una célula procariótica, porque no tiene organelas
- d. una célula eucariótica, porque no tiene organelas



9. En la imagen se observa:

- a. una célula animal, porque tiene cloroplastos
- b. una célula animal, porque tiene mitocondrias
- c. una célula animal, porque no tiene pared celular
- d. una célula vegetal, porque tiene pared celular



10. En la imagen se observa una célula:

- a. animal, ya que tiene mitocondrias
- b. vegetal, ya que tiene mitocondrias
- c. vegetal, ya que tiene pared celular
- d. animal, ya que tiene pared celular

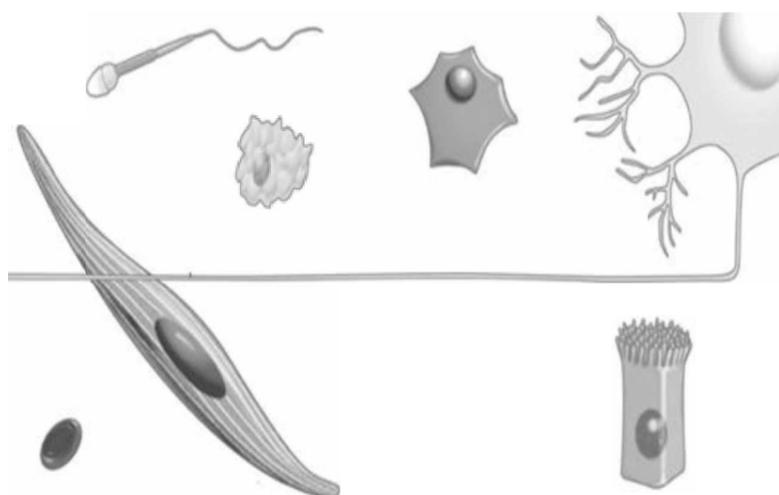


*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

APAREAMIENTO:

Escribe sobre cada imagen, el nombre o tipo de célula que le corresponde, según la lista.

11. Espermatozoide (célula reproductora masculina)
12. Glóbulo blanco (célula sanguínea)
13. Hepatocito (célula del hígado)
14. Neurona (célula del sistema nervioso)
15. Glóbulo rojo (célula sanguínea)
16. Célula muscular (del tejido muscular liso)
17. Enterocito (célula del intestino)



Anexo 3: quiz composición interna de la célula: organelas celulares

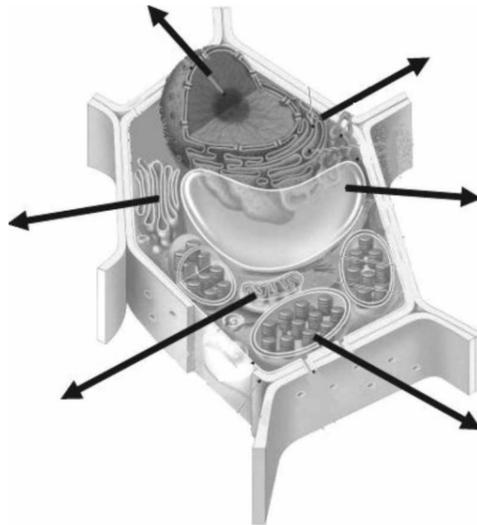
NOMBRE:.  
GRUPO:\_\_\_  
FECHA:\_\_\_



Responde: ¿Qué estructura nos permite diferenciar una célula animal de una célula vegetal?

La célula se está llenando de cuerpos extraños que no son eliminados, ¿será que falta alguna organela? ¿Cuál es? Explica tu respuesta.

Escribe el nombre de las organelas celulares señaladas



El cuerpo de un deportista necesita que sus células tengan muchas centrales energéticas que le permitan tener mucha energía para sus competencias, ¿cual organela celular se encarga de esto? ¿Por qué?

Las plantas poseen un color verde gracias a los pigmentos que se almacenan en una de sus estructuras que también le permite llevar a cabo la fotosíntesis, ¿como se llaman esas estructuras? ¿En qué lugar de la planta son más abundantes?

Apareamiento: Escribe en el paréntesis, la letra correspondiente.

- a. ribosomas b. plastidios c. núcleo.

Estructura que coordina el funcionamiento de todas las organelas y estructuras celulares ( )

Estructura que almacena pigmentos que le dan el color a los frutos, las hojas y las flores. ( )

Estructura que se encarga de fabricar proteínas ( )

Las células vegetales presentan una estructura en forma de bolsa que ocupa un gran espacio en su interior y se encargan de almacenar agua y otras sustancias. ¿Cómo se llaman esas estructuras?

Explica cual es la función de la membrana celular

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*

Anexo 4: plantilla para la organización de la información de cada estudiante

		FASE	
CÓDIGO	SESIÓN	ESTUDIANTE	
ISC-ARG			
ISC-PERT			
ISC-FORP			
CO-MOT			
CO-INT			
CO-PART			
Disposición para aprender*			
CC-APLEN			
CC-EXT			
CC-RELCO			
CS-CSIG			
CS-REPR			
CS-EVCON			

*Integración de software de simulación en el proceso de enseñanza de la célula, su estructura y función para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico*