



Uso de los laboratorios y simuladores virtuales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.

Maestría en Educación

Profundización en Procesos de Enseñanza-Aprendizaje

Nubia Ochoa Gómez

ID: 763095

Eje de Investigación

Uso de las Tecnologías en Ambientes de Aprendizaje

Profesor líder

Adriana Castro Camelo

Profesor Tutor

Luz Adriana Albornoz Rodríguez

Dedicatoria

Quiero dedicarle este trabajo con todo mi amor y cariño a mi familia, por ser los promotores de mis sueños. Personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes, por su apoyo incondicional, por su paciencia y amor infinito.

Agradecimientos

Es el momento de agradecer a los maestros que a lo largo de mi vida han sido fuente de inspiración en mi labor profesional.

En esta línea, quiero resaltar a mis estudiantes que, con sus diferencias motivaron y nutrieron mi capacidad creativa e innovadora.

Ficha bibliográfica

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS -UNIMINUTO-	
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN	
RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO -RAE-	
1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Programa académico	Maestría en Educación
Acceso al documento	Sistema de Bibliotecas Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO
Título del documento	Uso de los laboratorios y simuladores virtuales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.
Autor(es)	Nubia Rosa Ochoa Gómez
Director de tesis	Marisol E. Cipagauta PhD
Asesor de tesis	Luz Adriana Albornoz Rodríguez
Publicación	
Palabras Claves	IDEAS PREVIAS, BIOLOGÍA, TRANSPORTE CELULAR, ENSEÑANZA, APRENDIZAJE, SIMULADOR VIRTUAL
2. Descripción	
<p>La presente investigación hace parte de la línea de investigación Uso de las Tecnologías en Ambientes de Aprendizaje, correspondiente a la Maestría en Educación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios.</p> <p>Su finalidad es analizar en términos de eficacia, la implementación de los simuladores virtuales Olabs, frente a las prácticas de carácter presencial o físico para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular ocurridos a través de la membrana plasmática en estudiantes de grado décimo.</p> <p>Permite comprender a partir de un proceso descriptivo la relevancia de las ideas previas de los estudiantes frente a la manifestación de obstáculos para el aprendizaje de las Ciencias, puntualmente en la Biología. Respecto a las características de las practicas a nivel experimental (virtual y físico) desarrolladas, se lleva a cabo una explicación detallada y su incidencia en la resolución de evaluaciones escritas. Se reconocen algunas ventajas del empleo de los simuladores virtuales Olabs relacionadas con el fortalecimiento de las habilidades de investigación y competencias del área de ciencias naturales. En esta línea, el uso de los simuladores virtuales logra el cambio de escenarios de enseñanza-aprendizaje enmarcado en la modelación de eventos reales y manipulación de variables e instrumentos, facilitando así determinados objetivos a nivel teórico y práctico. Lo anterior, está directamente vinculado con la motivación de los estudiantes frente a las clases, lo cual redundo en resultados positivos.</p> <p>Finalmente, es posible afirmar que, los dos tipos de experiencias de laboratorio, suministran desde diferentes aspectos, elementos clave. Según Maurel, Dalfaro y Soria (2014) varios investigadores han contemplado el empleo de los trabajos prácticos con laboratorios virtuales mediante simulación por computador como actividades previas al trabajo en el laboratorio real, debido a que favorecen la conexión entre la teoría y la práctica, optimizando el aprendizaje en el laboratorio real; múltiples estudios respaldan los beneficiosos obtenidos.</p>	

3. Fuentes

- Acosta Alba, R. (2019). *Repositorio institucional Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/14869>
- Allott, A., Mindorff, D., & Azcue, J. (2015). *Biología. Libro del alumno*. Oxford.
- Caballer, Senabre, M., & Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la Educación General Básica. *Enseñanza de las Ciencias*. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39778>
- Camacho González, J., Jara Colicoy, N., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, T., & Rodríguez Tirado, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 196-212. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024542003>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, Collado, C., & Baptista, Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogotá. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Internacional, Organización del Bachillerato. (2016). *Guía de Biología*. Cardiff, Reino Unido.
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Naturales*. Obtenido de https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- Piríz, N., López Larrama, M., Tucci, G., Cantero, J., & Mallarini, V. (2019). Tonicidad: ¿una propiedad de las soluciones y/o de las células? Aprendizaje sustentable del transporte de agua. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 12, 23-32.

4. Contenidos

El documento se centra en el estudio sobre las prácticas de carácter experimental a nivel presencial y los simuladores virtuales Olabs, y su eficacia frente a los procesos de enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo de una institución perteneciente a la comunidad del Bachillerato Internacional (I.B.). Gracias a las referencias teóricas se establece inicialmente una relación entre las ideas previas de los estudiantes y algunos obstáculos de carácter epistemológico frente a la resolución de pruebas. Seguidamente, se hace alusión a la relevancia de las tecnologías de la información y la comunicación en el campo de las ciencias naturales, particularmente en el estudio de la Biología, como herramienta esencial para actualización constante que deben realizar los diferentes protagonistas en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, se aprecian los resultados, análisis y conclusiones posteriores a la aplicación de un pretest y postest, luego de haber ejecutado seis practicas experimentales enfocadas en los temas de: ósmosis, plasmólisis e imbibición.

5. Método de investigación

La investigación se fundamenta en el empleo de un enfoque de carácter cuantitativo, concordando con Sampieri (2014) aquí, los datos se encuentran en forma de números (cantidades) y, por tanto, su recolección se fundamenta en la medición de variables. Se emplean instrumentos como un pre-test y pos-test. Las variables independientes (3 simuladores virtuales y 3 laboratorios presenciales) están relacionadas con los temas de ósmosis, plasmólisis e imbibición, para observar y describir posteriormente las variables dependientes en lo concerniente a la eficacia de su implementación.

El alcance investigativo es de corte descriptivo. Se tiene en cuenta detallar en los procesos de asimilación de la teoría vista en clase frente a su empleo en el desarrollo de prácticas experimentales presenciales y virtuales, con el fin de recolectar información a partir del diseño y elaboración de informes de laboratorio. Su diseño

está enmarcado en lo cuasi-experimental porque, busca comparar en términos descriptivos las estrategias metodológicas de los simuladores virtuales y los laboratorios presenciales o convencionales como metodología tradicional y evaluar su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los participantes activos son todos los estudiantes (40) de los cursos 10^oA y 10^oB del grado décimo y año 1 del Programa de Diploma del Bachillerato Internacional (I.B).

6. Principales resultados de la investigación

De acuerdo al pre-test se pudo establecer que, en la Categoría 1: Ósmosis, se presentaron los porcentajes más bajos de resolución de preguntas, estando entre un 80% y 100% de desaciertos. Evidenciando la falta de claridad frente a conceptos como solvente, soluto, concentración y medios isotónico, hipotónico, hipertónico.

En la Categoría 2: Transporte Pasivo, el nivel de desaciertos estuvo entre 75%-85% (grupo control) y 75%-90% (grupo experimental), aunque el 10% y 25% de los participantes de acuerdo a sus ideas previas y el adecuado uso de la información brindada por los enunciados, las tablas y esquemas revelaron la diferenciación entre los mecanismos de transporte activo y transporte pasivo en términos de gasto o consumo de energía.

Respecto a la categoría 3: transporte activo, entre el 80% y 97.5% del total de la muestra no establecieron la relación entre las concentraciones relativas de diferentes iones en diversos medios y el transporte a nivel membranal.

Posterior a la implementación de las prácticas, se apreció un incremento en los porcentajes de asertividad en los dos grupos de estudio, estando entre un 55% y 95%. Lo cual constituye un indicativo de la relevancia a nivel didáctico de la ejecución de prácticas experimentales de naturaleza virtual o real.

7. Conclusiones y Recomendaciones

El empleo de prácticas experimentales de carácter presencial y virtual como estrategia didáctica conllevan a enriquecer y fortalecer de forma innovadora aspectos ligados al estudio de la Biología celular. Los dos tipos de prácticas implementadas brindaron aportes al proceso de enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular. Es relevante destacar que estas, pueden emplearse de manera simultánea con el fin de nutrir los conceptos o temáticas que se deseen abordar. Por un lado, los simuladores virtuales logran que los estudiantes aprendan a través de prueba y error, sin temor a causar accidentes, debido a que no existe un límite de repeticiones. Conjuntamente, construyen y gestionan su propio aprendizaje a partir de la indagación solucionando problemas que se presenten en su desarrollo. Por su parte, los laboratorios presenciales o físicos les permiten a los estudiantes cuestionar sus saberes y contrastarlos con su entorno real. Las ideas o presaberes los puede verificar a partir de las prácticas, manipulando variables y empleando instrumentos y materiales de laboratorio que fortalecen sus competencias y habilidades a nivel experimental y procedimental.

Se recomienda formalizar en las instituciones educativas el empleo de herramientas tecnológicas como los simuladores virtuales en todos los grados de escolaridad y vincularlos de forma permanente al plan de estudios. Así mismo, implementar proyectos interdisciplinarios para acceder a un proceso de aprendizaje integral y no fraccionado por asignaturas.

Elaborado por:

Nubia Rosa Ochoa Gómez

Revisado por:

Luz Adriana Alborno Rodríguez

Fecha de examen de grado:

25 de noviembre de 2021

Contenido

Ficha bibliográfica.....	¡Error! Marcador no definido.
Introducción	¡Error! Marcador no definido.0
Capítulo 1. Planteamiento del problema de investigación	12
1.1 Antecedentes	19
1.2 Descripción y formulación del problema de investigación.....	25
1.3 Justificación	28
1.4 Objetivos	¡Error! Marcador no definido.1
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	31
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	31
1.5 Delimitación y limitaciones	32
1.5.1. <i>Delimitación</i>	32
1.5.2. <i>Limitaciones</i>	33
1.6 Glosario de términos	33
Capítulo 2. Marco referencial.....	36
2.1 Ideas previas y la enseñanza-aprendizaje.....	36
2.2 Situación problema como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular.....	39
2.3 La membrana celular.....	40
2.4 Mecanismos de transporte celular.....	41
2.4.1. El transporte pasivo	41
2.4.1.1. La difusión simple.....	41
2.4.1.2. La difusión facilitada.....	42
2.4.1.3. La ósmosis.....	43
2.5 Obstáculos para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular.....	44
2.6 Nuevas Tecnologías y la Enseñanza De Las Ciencias Naturales.....	47
2.6.1. Los laboratorios virtuales.....	50
2.6.2. Los laboratorios virtuales para la enseñanza de la Biología.....	52
2.6.2.1. Simulaciones de Biología general.....	53
2.6.2.2. Laboratorios virtuales para Biología.....	54
2.6.2.3. Laboratorios virtuales en español.....	58
2.7 Simulador Olabs.....	60
2.7.1. Descripción de los simuladores.....	64
2.7.1.1. Simulador Estudio de Plasmólisis.....	64
2.7.1.2. Simulador de Estudio de la Ósmosis.....	65
2.7.1.3. Simulador Estudio de la Imbibición.....	66

Capítulo 3. Método.....	68
3.1 Enfoque metodológico	68
3.2 Población.....	69
3.2.1. Población y características.....	70
3.2.2. Muestra	70
3.3 Categorización.....	72
3.4 Instrumentos.....	84
3.4.1. Pretest y postest.....	84
3.4.2. Guías de laboratorio	87
3.4.2.1. Guía de laboratorio N°1. Laboratorio Estudio de la Ósmosis presencial o físico.....	87
3.4.2.2. Guía de laboratorio N°2. Ósmosis - Simulador virtual.....	88
3.4.2.3. Guía de laboratorio N°3. Plasmólisis - Laboratorio presencial o físico.....	88
3.4.2.4. Guía de laboratorio N°4. Plasmólisis - Simulador virtual	88
3.4.2.5. Guía de laboratorio N°5. Imbibición- Laboratorio presencial o físico.....	89
3.4.2.6. Guía de laboratorio N°6. Imbibición- Simulador virtual.....	89
3.5 Validación de instrumentos.....	90
3.5.1. Juicio de expertos.....	90
3.6 Procedimiento.....	91
3.6.1. Fases.....	91
3.6.2. Cronograma.....	94
3.7 Análisis de datos.....	96
Capítulo 4. Análisis de resultados	97
Capítulo 5. Conclusiones.....	140
5.1 Principales hallazgos	140
5.2 Correspondencia con los objetivos y respuesta a la pregunta de investigación	140
5.3 Generación de nuevas ideas de investigación	147
5.4 Nuevas preguntas de investigación	148
5.5 Limitantes de la investigación.....	149
5.6 Recomendaciones.....	149
Referencias	153
Anexos.....	¡Error! Marcador no definido.

Lista de figuras

Figura. 1. Imagen de la mesa de trabajo, Olabs, simulador Estudio de plasmólisis	65
Figura. 2. Imagen de la mesa de trabajo, Olabs, simulador Estudio de la ósmosis.....	66
Figura. 3. Imagen de la mesa de trabajo, Olabs, simulador Estudio de la Imbibición.....	68
Figura. 4. Tablas en Excel (hojas de trabajo) para medir peso y volumen, Olabs, simulador Estudio de la Imbibición.....	68
Figura. 5. Práctica de Laboratorio Presencial sobre Ósmosis	4
Figura. 6. Práctica de Laboratorio Presencial sobre Plasmólisis.....	5
Figura. 7. Práctica de Laboratorio Presencial sobre Imbibición	6
Figura. 8. Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Ósmosis.....	7
Figura. 9. Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Plasmólisis	8
Figura. 10. Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Imbibición.....	9
Figura. 11. Categoría 1: Ósmosis (Soluciones Isotónicas, Hipotónicas e Hipertónicas).....	99
Figura. 12. Categoría 2: Transporte Pasivo: Difusión Simple- Difusión Facilitada	102
Figura. 13. Categoría 3: Transporte Activo.....	104

Introducción

Uno de los rasgos que, indudablemente, caracteriza a las sociedades del S. XXI, es la incorporación plena de las TIC en diferentes campos. El ámbito educativo no sólo no puede sustraerse a esta realidad, por el contrario, tiene ante sí el reto de reconstruir su didáctica apoyándose en una serie de herramientas digitales. En este sentido, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología debe estar enmarcado no exclusivamente en los contenidos teóricos, sino que debe tener en cuenta su contexto, llevándolo a la praxis. Por esta razón se hace necesario la generación de propuestas novedosas que fortalezcan diferentes habilidades mentales.

El abordaje de los mecanismos de transporte celular, han sido difíciles de asimilar por parte de los estudiantes de grado décimo del Colegio objeto de estudio, evidenciándolo en los resultados de pruebas externas. Es indiscutible, que se deben cambiar los métodos tradicionales de enseñanza, pues son insuficientes para desarrollar en los estudiantes las capacidades cognitivas, creativas y organizativas, requeridas por la sociedad contemporánea.

Es aquí donde entran en juego los laboratorios simulados mediante las tecnologías de la información y comunicación (TIC) convirtiéndose en la estrategia central de esta investigación. Se efectuarán seis (6) practicas experimentales (virtuales y presenciales) sobre los mecanismos de transporte celular: ósmosis, difusión simple y difusión facilitada.

Capítulo 1. planteamiento del problema de investigación

La capacidad de asombro de los niños, las niñas y los jóvenes, su curiosidad, sus incesantes preguntas y el interés natural que manifiestan frente a todo lo que los rodea se convierten en el punto de partida para guiar y estimular su formación científica desde los más tiernos años. “La institución escolar desempeña un papel privilegiado en la motivación y en el fomento del espíritu investigativo innato de cada estudiante y por ello puede constituirse en un “laboratorio” para formar científicos naturales” (Ministerio de Educación Nacional, 2004).

Para llevar a cabo lo anterior, es relevante conocer su origen epistemológico. El termino Ciencia se origina de la palabra latina “scientia” que se define como: Conjunto de conocimiento obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados de los que se deducen principios y leyes generales. Su definición permite observar que no todo conocimiento es científico. Al respecto, aseguran (Andrioni & Castillo, sin fecha) que la ciencia como cuerpo de idea o conjunto de conocimientos obtenidos por un método, necesita de dos condiciones, por un lado, la observación a partir de un fenómeno teórico o de experiencia y por otro, un razonamiento lógico. De esta manera, se define el objeto problema a estudiar, se plantean las hipótesis y los métodos de verificación de donde surgirá el conocimiento científico. En este marco conceptual, la Biología como asegura Gagnetem, y otros (2015) es un intento sistemático de satisfacer la necesidad humana de explicación respecto de la estructura y el funcionamiento de los seres vivos.

En este sentido, los procesos estudiados por las ciencias naturales pueden dividirse en tres grandes categorías: procesos biológicos, procesos químicos y procesos físicos. Estos, son afrontados por la biología, química y física.

Para formalizar su abordaje en la escuela, se emplean lineamientos educativos como los Estándares de competencias para ciencias naturales promulgados por el M.E.N (Ministerio de Educación Nacional), los cuales señalan aquello que todos los estudiantes del país, independientemente de la región en la que se encuentren, deben saber y saber hacer una vez finalizado su paso por un grupo de grados (1 a 3, 4 a 5, 6 a 7, 8 a 9, y 10 a 11). De esta manera, los estándares se articulan en una secuencia de complejidad creciente teniendo en cuenta el grado de escolaridad.

Estos criterios, permiten conocer lo que deben aprender los estudiantes, y a la vez establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles. Por lo tanto, son una guía referencial para que todas las instituciones escolares, urbanas o rurales, privadas o públicas de todo el país, ofrezcan y garanticen la misma calidad de educación a los estudiantes de Colombia.

A tal efecto, los estándares en ciencias buscan que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas, centrados básicamente en devolverles el derecho de preguntar para aprender.

En cuanto a la obligatoriedad de las temáticas a enseñar acerca de Biología celular propuestas por el MEN y los Estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales 2004, el estudio de la membrana plasmática hace parte de los contenidos correspondientes al grado séptimo. Su estudio ocupa un papel central en el conocimiento de procesos celulares ocurridos al interior de nuestro organismo. Algunos ejemplos de su accionar se pueden apreciar en cuanto a la generación de replicas ante diversos estímulos intra y extracelulares, procesos como la contracción de los músculos, la manifestación genética, las diferencias a nivel celular, el ajuste y normalización del metabolismo, la secreción, transmisión del impulso nervioso, asimilación de nutrientes en el intestino y el intercambio de sustancias, entre otros. Por tal razón, es innegable

su abordaje enmarcado en el estudio sobre la célula, particularmente en los mecanismos de transporte celular.

A partir de los Estándares básicos de competencias en ciencias naturales 2004, el MEN plantea su tratamiento en los temas propuestos para los grados sexto y séptimo, donde los estudiantes deben: “Explicar la estructura la célula y las funciones básicas de sus componentes, verificar los procesos de ósmosis y difusión y clasificar membranas de los seres vivos de acuerdo con su permeabilidad frente a diversas sustancias” (MEN, Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, 2004).

Así mismo, de acuerdo a la Organización del Bachillerato Internacional (conocida como IB) con sede en Reino Unido, la cual tiene como meta formar jóvenes solidarios, informados y ávidos de conocimiento, capaces de contribuir a crear un mundo mejor y más pacífico, en el marco del entendimiento mutuo y el respeto intercultural y de la cual hace parte el Colegio escenario de esta investigación, dispone en el programa de estudios correspondiente a Biología perteneciente al Programa de Diploma (P.D.) o programa preuniversitario exigente de dos años de duración para jóvenes de 16 a 19 años de los grados décimo y undécimo, que los estudiantes de grado décimo (año 1), deben estudiar como eje fundamental en el tema troncal de Biología celular aspectos relacionados con: la introducción a las células, la ultraestructura celular, estructura de las membranas, transporte de las membranas celulares (Estructura y función de las bombas de sodio–potasio para el transporte activo y de los canales de potasio para la difusión facilitada en los axones; y el desplazamiento de partículas a través de las membranas por difusión simple, difusión facilitada, ósmosis y transporte activo). Cuya idea fundamental está centrada en que las membranas controlan la composición de las células mediante mecanismos de transporte activo y transporte pasivo (Guía Biología IB, 2016). Se solicita que se efectúe el

trabajo practico (practica experimental) relacionado con la Estimación de la osmolaridad en tejidos, con la inmersión de muestras en disoluciones hipotónicas e hipertónicas.

Por otro lado, de acuerdo con la articulación de los derechos básicos de aprendizaje (D.B.A.) propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (M.E.N.) en el 2016 que, en conjunto, explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular, debido a que expresan las unidades básicas y fundamentales sobre las cuales se puede edificar el desarrollo futuro del individuo, constituyendo un conjunto de conocimientos y habilidades que se pueden movilizar de un grado a otro, en función de los procesos de aprendizaje de los estudiantes y, entendiendo que se formulan para cada grado, donde el maestro puede trasladarlos en función de las especificidades de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Se reconocen como “una estrategia para promover la flexibilidad curricular puesto que definen aprendizajes amplios que requieren de procesos a lo largo del año y no son alcanzables con una o unas actividades” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, pág. 6). De acuerdo a su disposición, en el grado sexto el estudiante debe Comprender algunas de las funciones básicas de la célula (transporte de membrana, obtención de energía y división celular) a partir del análisis de su estructura. A su vez, se solicitan como evidencias de aprendizaje entre otras, que el estudiante explique el rol de la membrana plasmática en el mantenimiento del equilibrio interno de la célula, y describa la interacción del agua y las partículas (ósmosis y difusión) que entran y salen de la célula mediante el uso de modelos y; adicionalmente que prediga qué ocurre a nivel de transporte de membrana, obtención de energía y división celular en caso de daño de alguna de los organelos celulares (Ministerio de Educación Nacional, 2016, pág. 22).

Por otra parte, el ICFES conocido por las siglas (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior), entidad autónoma adscrita al Ministerio de Educación Nacional de Colombia, ofrece servicios de evaluación de la educación en todos sus niveles y apoya al Ministerio de Educación Nacional en la realización de los exámenes de Estado; además, realiza investigaciones sobre los factores que inciden en la calidad educativa, con la finalidad de ofrecer información para mejorarla. En el caso de Ciencias Naturales, evalúa las siguientes competencias en sus pruebas:

- Uso comprensivo del conocimiento científico: capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia.
- Explicación de fenómenos: capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.
- Indagación: capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas.

Simultáneamente en el estudio de la Biología, los biólogos:

“Intentan comprender el mundo viviente en todos los niveles, empleando para ello muchos enfoques diferentes e innumerables técnicas. En un extremo de la escala se encuentran la célula, su estructura molecular y las complejas reacciones metabólicas que allí tienen lugar. En el otro extremo de la escala, los biólogos investigan las interacciones que regulan el funcionamiento de ecosistemas enteros” (Guía Biología IB, 2016, pág.14).

Del mismo modo, la enorme diversidad de los organismos vivos y su gran complejidad hacen que la biología sea difícil de aprender. En consecuencia, al momento de llevar a cabo el estudio de los sistemas de transporte celular ocurridos a través de la membrana celular, se pueden presentar algunas complicaciones como:

El mundo atómico, subatómico y sus componentes no son concepciones, ni representaciones claras para los estudiantes. Consideraciones como que, la materia viva no está constituida por átomos ponen de manifiesto la relación que existe entre los problemas de conceptualización biológica y el conocimiento de la química (Rodríguez, 1997, como se citó en Ramos, 2016).

En el estudio de la célula, de acuerdo a Gagliardi (1985) saber que el nivel microscópico determina las propiedades del nivel macroscópico significa un cambio conceptual muy importante: ya que permite no sólo una nueva necesidad de explicaciones y preguntas, sino que todos los fenómenos son observados en forma diferente. Concebir la jerarquía del nivel macroscópico por el nivel microscópico, es un elemento necesario para poder aprender la biología. Lo anterior, es valioso para estudiar la membrana celular y los mecanismos de transporte que ocurren a partir de ella.

El tema de la célula como componente fundamental para la comprensión de la organización biológica según Caballer y Giménez (1993) tradicionalmente, se ha enseñado basado en los libros de texto, evidenciando una visión antropocéntrica en la enseñanza y algunos obstáculos en el aprendizaje, esencialmente relacionados con la imagen funcional y estructural de la representación de la célula a través de procesos abstractos y complejos Flores et al. (2000).

Otra dificultad que se vislumbra entorno a la célula y sus mecanismos de transporte de acuerdo a Rodríguez (1997) y Verhoeff et al. (2008) están ligadas con la apreciación de las

dimensiones de la célula y sus estructuras; ideas alejadas de la composición de la célula y de su contenido; el desconocimiento o baja comprensión del nivel celular.

Adicionalmente, otro conflicto teórico para trabajar este tema es la elevada frecuencia que tienen los estudiantes en asociar los tipos de célula, sólo desde un punto de vista funcional y no estructural (Mengascini,2006, y Cohen y Yardel,2010, como se citó en Camacho y otros, 2012, p.199).

Del mismo modo, la idea del dinamismo propio de la membrana celular se constituye en un impedimento para el aprendizaje de los mecanismos de transporte en la célula, debido a que los estudiantes poseen la concepción errónea sobre la membrana plasmática como una barrera impermeable, que aísla la célula. En este orden de ideas, Barrutia, Jiménez, Díaz, Pérez y Torralba (2002) acotan que, hay poca claridad en cuanto a su estructura en los distintos grupos de seres vivos, así como la estructura de membranas intracelulares y la membrana plasmática. Así mismo, se puede deducir que la relación estructura/función no queda manifiesta con la suficiente eficacia, en el aprendizaje de las membranas celulares. Igualmente puede influir “el que el conocimiento de una estructura resulta más sencillo que aquellos conceptos que tienen que ver con la función” (p.2).

Las restricciones y limitaciones mencionados anteriormente, han sido la base para el surgimiento de nuevas propuestas de enseñanza en el campo de la Biología y específicamente en la citología (estudio de la célula) las cuales están vinculadas al empleo de animaciones tridimensionales, logrando así, la comprensión e integración de la dinámica ocurrida en los procesos celulares.

La problemática mencionada anteriormente, también se puede evidenciar en el Colegio escenario de la investigación, debido a que en los últimos años se han obtenido bajos resultados

en la resolución de pruebas internas y externas, lo cual muestra una dificultad en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología.

Teniendo en cuenta que los estudiantes deben presentar al finalizar de su proceso escolar en grado undécimo un examen de estado Prueba Saber- ICFES. En la institución los resultados obtenidos en los años 2018-2019, no corresponden a un nivel alto. De igual manera ocurrió en la presentación de las 3 pruebas externas del Programa del Diploma, donde los promedios obtenidos en Biología estuvieron por debajo de asignaturas I.B. como español, Historia e inglés.

Por lo tanto, se exterioriza la dificultad por parte de los estudiantes para resolver este tipo de preguntas, particularmente orientadas a alcanzar competencias enunciadas por el Ministerio de Educación Nacional y fortalecer atributos de la comunidad del Bachillerato Internacional (I.B) a partir de cultivar la curiosidad y a la vez, desarrollar habilidades para la indagación y la investigación. Aprender de manera autónoma y en la compañía de otros explorando su posible aplicación en la vida cotidiana enmarcadas en la globalización. En este sentido, se hace necesario generar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje vinculadas específicamente al desarrollo y fortalecimiento de las competencias del área de Ciencias Naturales y que redunden en resultados positivos.

En esta línea, la implementación de los laboratorios y simuladores virtuales se convierten en una alternativa novedosa y atractiva para los estudiantes. Pensando en la oferta de mayores procesos significativos de aprendizaje, dentro y fuera del aula, y con el fin de acercarse a la ciencia, experimentando y comprendiendo realidades, sin la necesidad de afectar el medio ambiente se han creado entornos para la exploración científica desde la escuela, estos son los laboratorios virtuales. Al respecto, Monge y Méndez (2007) consideran que:

La enseñanza de la parte práctica de las asignaturas del área de las ciencias naturales preocupa a los docentes en todo el mundo, ya que desde el renacimiento se ha

considerado necesario complementar la enseñanza teórica del aula con la ejecución de experimentos (p.91).

Paralelamente, las prácticas de laboratorio han sido tradicionalmente empleadas en la enseñanza de las ciencias para demostrar las teorías. Para Romero y Quesada (2014) bien diseñadas, permiten cuestionar las ideas alternativas de los alumnos formuladas como hipótesis previas a los experimentos, así como encontrar sentido a las ideas científicas cuando son aplicadas para explicar fenómenos. No obstante, la introducción en las clases de ciencias de experiencias prácticas que favorezcan el cambio o el desarrollo conceptual de los estudiantes depende, en cierta medida, de los recursos materiales disponibles.

El empleo de simulaciones, laboratorios virtuales, visualizaciones o laboratorios remotos ha abierto un nuevo abanico de posibilidades en la búsqueda de contextos significativos para el aprendizaje del conocimiento científico.

1.1 Antecedentes

A continuación, se exponen antecedentes investigativos que sirven como punto de partida en el desarrollo del presente trabajo. Para su mayor comprensión se han dividido en dos categorías: uso de laboratorios como estrategia de aprendizaje en el aula y estudios sobre la membrana plasmática y sus sistemas de transporte celular.

1.1.1 Uso de laboratorios como estrategia de aprendizaje en el aula

En el contexto internacional se encuentran trabajos como el realizado en Chile, titulado “Uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de la histoembriología humana en la carrera de Enfermería de la Universidad de las Américas”, (Salinas, 2018).

Trata sobre la histoembriología humana, que corresponde al campo de la biología encargado del estudio del desarrollo, la composición y el reconocimiento de los distintos tipos de tejidos del cuerpo humano. En la Universidad de Las Américas, su estudio se aborda durante el primer año mediante clases presenciales, donde se revisan los conceptos teóricos, y sesiones prácticas de laboratorio, en las cuales se observan preparados histológicos y se identifican tejidos y sus componentes estructurales. Estas metodologías de estudio no son suficientes para los estudiantes, quienes presentan dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, principalmente en la identificación de los distintos tipos de tejidos a través de muestras histológicas, probablemente debido al escaso tiempo dedicado a las sesiones prácticas. A partir de esta situación, se pone en práctica un laboratorio virtual, que consiste en la observación de muestras en un microscopio online, con el objetivo de entregar a los estudiantes una instancia de práctica guiada a la cual puedan acceder sin restricciones. El análisis de los resultados de este estudio concluye que esta actividad contribuye al proceso de aprendizaje de los estudiantes, quienes presentaron un aumento en su rendimiento y calificaron el proceso como atrayente y educativo.

A nivel nacional el empleo de laboratorios virtuales vinculados con la apropiación de diferentes contenidos propios del área de Ciencias Naturales, han sido abordadas por trabajos como el desarrollado por Acosta (2019) “Implementación de un laboratorio virtual como estrategia de enseñanza de los gases ideales en la institución educativa Monseñor Alberto Reyes Fonseca de Guayabetal” donde asegura que una de las alternativas para la enseñanza de los procedimientos de laboratorio cuando existen dificultades de materiales, reactivos y planta física, lo constituye los laboratorios virtuales o simuladores interactivos de laboratorios químicos, tema objeto de estudio en la presente investigación, lo cual es causa de controversia para algunos docentes de química. Estos simuladores ayudan al estudiante a apropiarse y

comprobar sus habilidades como químicos. Concluye que es necesario contar con estrategias de aprendizaje que lleven a la práctica lo teórico en los trabajos de química, lo cual se logra a partir del desarrollo de laboratorios virtuales.

Por otro lado, Ricaurte (2016) en su trabajo “Propuesta de construcción y aplicación de laboratorios virtuales en la didáctica de la química” versa sobre el diseño de una propuesta para favorecer el trabajo de laboratorio virtual en química y el aprendizaje significativo crítico y mezclado. El trabajo tuvo como principal objetivo potenciar el desarrollo del pensamiento científico y autónomo, en los estudiantes de los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Playa Rica, a través de la implementación de prácticas de laboratorio virtual en química. Se esperaba lograr con estas actividades, que los estudiantes ampliaran su conocimiento de las ciencias naturales, dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral. Para el diseño y construcción de la propuesta de intervención de aula se tuvo en cuenta aspectos propios de las teorías del Aprendizaje significativo crítico y del Aprendizaje mezclado, del uso de las simulaciones en la enseñanza de las propiedades fisicoquímicas de la materia y de la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza de la química. Igualmente, se consideraron los aspectos propios que caracterizan la indagación de saberes previos en estudiantes, sus concepciones alternativas y sus experiencias cotidianas.

A su vez Montoya (2015) en su trabajo “Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la institución educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí” basado en una problemática marcada en el área de la química inorgánica, relacionada con la dificultad de comprensión temas que se plantean y la solución de ejercicios, busca una nueva metodología encaminada hacia el auto - aprendizaje de esta área de manera segura y entretenida, como forma de suplir las dificultades que se presenten, accediendo a la tecnología como fuente esencial de

experimentación e investigación, así mismo proveer a los estudiantes una serie de actividades y procedimientos en las cuales los laboratorios virtuales son la herramienta básica, para el reconocimiento de los insumos, su proceso, hasta llegar a la evaluación del mismo. La propuesta incluye el uso del laboratorio virtual, para permitir la interacción del estudiante con el simulador, de tal manera que se pueda tener un registro del uso que se le da al mismo, dejando la posibilidad de determinar en qué aspectos se debe dar mayor acompañamiento para la asimilación de conceptos estudiados en química.

García (2016) con su trabajo “Uso de los laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje del concepto materia y sus propiedades en estudiantes de grado noveno” manifiesta la relevancia de los resultados en las pruebas Saber-ICFES de los estudiantes, considerando que es necesario optimizar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química a partir del empleo de laboratorios virtuales. Para esto, usa seis prácticas de laboratorio real y seis virtual, las aplica y las compara, concluyendo que las practicas reales no se pueden sustituir por las virtuales, pero que los laboratorios virtuales afianzan los conocimientos en los estudiantes en el tema la materia y sus propiedades, siendo de gran ayuda en las instituciones.

1.1.2 Investigaciones en el campo de la biología celular: la membrana plasmática y sus sistemas de transporte celular

Internacionalmente, se han llevado a cabo trabajos de investigación como el realizado en Argentina por Mancini (2016) en cuanto a “Las representaciones construidas por estudiantes universitarios acerca del modelo científico de membrana citoplasmática”. Su autora plantea caracterizar las representaciones construidas por alumnos universitarios de la carrera de Psicología sobre el modelo de membrana citoplasmática y analizar su utilidad en las clases de Biología y su relevancia en el proceso de enseñanza aprendizaje. Para este fin, se utilizó como

instrumento una encuesta, elaborada ad hoc, que fue procesada a través de una estrategia metodológica mixta, estableciendo categorías. A partir del análisis del modelo explícito de la membrana citoplasmática expresado por los alumnos en las respuestas, se pondrá de manifiesto las características de los modelos mentales elaborados por ellos.

Por otro lado, en la “Propuesta de enseñanza del modelo de membrana celular basada en un modelo analógico y teatralización” llevada a cabo por Mora y Farina (2019) se seleccionaron los contenidos de modelo de mosaico fluido, transporte de membrana y comunicación celular que integran el programa de la asignatura Seminario de Biología General del ciclo propedéutico de la carrera de Psicología de la Universidad Nacional del Comahue (Cipolletti, Río Negro, Argentina). Con la intención de transformar la situación y promover aprendizajes significativos, se diseñó una propuesta de enseñanza basada en una estrategia metodológica que incluyó la modelización de los componentes de la membrana celular, utilizando la teatralización y el baile como dispositivos innovadores. Este planteamiento considero dos aspectos básicos: desde lo cognitivo, los contenidos de enseñanza y su secuenciación; y desde lo motivacional, la disposición de los estudiantes a este tipo de propuestas de enseñanza. Se concluye que los usos de estos dispositivos didácticos en combinación con clases teóricas de tipo expositivas pueden contribuir al aprendizaje significativo a partir de la construcción de modelos biológicos abstractos, como el de mosaico fluido, en tanto que resultan motivadores y despiertan el interés del estudiantado a la vez que permiten trabajar aspectos vinculares y afectivos.

A nivel nacional Franco, García y Páez (2019) en su investigación “La indagación como actividad científica escolar para promover modelos del concepto de ósmosis en estudiantes de séptimo grado” buscan generar una propuesta de enseñanza innovadora que aborda dos grandes aspectos: i) la didáctica de las ciencias, enmarcada desde la modelización y la indagación como auténtica actividad científica escolar y ii) el diseño, implementación y ejecución de la unidad

didáctica del concepto de ósmosis. El diseño de la unidad didáctica se centra en la elaboración de modelos escolares por parte de los estudiantes y su respectivo análisis. Como producto visto a través del lente cuantitativo se identificaron tres tipos de modelos escolares expresados de ósmosis, como son los modelos icónicos, los explicativos y los icónicos explicativos, categorizados en tres niveles (alto, medio y bajo).

A su vez, Ramos (2016) en su trabajo de maestría “Propuesta Metodológica para la Enseñanza de los Mecanismos de Transporte Celular a Estudiantes de Sexto Grado” presenta una propuesta para la enseñanza de los mecanismos de transporte celular, basada en el método de aprendizaje por resolución de problemas. Incluye una secuencia de actividades que se desarrollan en 11 sesiones de trabajo presencial que buscan abordar los conceptos de concentración, semipermeabilidad, entre otros. Las actividades incluyen el uso de elementos de bajo costo y membranas semipermeables de celulosa que ayudan a hacer evidente la diferencia entre ambos procesos, además actividades como cine foro. Concluye la importancia del trabajo experimental en el desarrollo de competencias.

En su investigación “Enseñanza-aprendizaje del concepto de membrana celular en estudiantes de básica secundaria” Quiceno (2015) presenta los modelos explicativos y los obstáculos frente a la enseñanza y el aprendizaje del concepto de membrana celular en estudiantes de séptimo grado. El autor parte de la exploración de las ideas previas de los estudiantes e identificando los diferentes modelos explicativos acerca del concepto de membrana celular y, a su vez, poder determinar los obstáculos más frecuentes frente al aprendizaje de este concepto. Esto, fundamentó el diseño y la construcción de una unidad didáctica sobre el concepto de membrana celular, la cual contribuyó a mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de dicho concepto y generó un aprendizaje en profundidad que les

permitió a los estudiantes adquirir conocimiento científico para ser competente en diferentes contextos.

1.2 Descripción y formulación del problema de investigación

La situación que se plantea a continuación es producto de la observación directa del investigador acorde a su quehacer pedagógico. Inicialmente, es relevante destacar que la institución educativa contexto de la presente investigación, se encuentra ubicada en una amplia zona campestre en el departamento de Cundinamarca - Colombia.

Es una institución educativa autorizada por la Organización del Bachillerato Internacional (IB), con sede en Grand-Saconnex, Ginebra Suiza, para impartir el programa de Diploma (PD), como colegio del mundo IB (International Baccalaurete). El programa incide en cada uno de los grados del Colegio, desde pre-kínder hasta once, generando una secuencia lógica en la calidad, compromiso y rigurosidad académica.

Bajo el enfoque “Enseñanza para la Comprensión” busca potencializar en los estudiantes la capacidad de emitir juicios, de aprender bajo la reflexión y de hacer uso de las TICS como fuente de aprendizaje y construcción de nuevas formas de información.

Una vez finalizado el bachillerato, los egresados del Colegio habrán adquirido altos estándares académicos y valorativos, que les permitirán proponer alternativas y soluciones, destacándose por su liderazgo y formación personal puestos al servicio de la comunidad.

A la par, también implementa los requerimientos curriculares exigidos por el Ministerio de Educación Nacional (M.EN.) enmarcados en los Estándares de competencias y Derechos Básicos de Aprendizaje (D.B.A).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas de estado SABER-ICFES en los dos últimos años (2018-2019) y la aplicación de los simulacros en el espacio de Martes de Prueba, se evidencian falencias en los estudiantes de grado décimo (2019) al solucionar preguntas de selección múltiple con única respuesta, las cuales caracterizan este tipo de evaluaciones. El análisis de los resultados muestra una dificultad en la asimilación de las competencias propias del área de ciencias naturales, encontrando que en lo relacionado a la indagación se han obtenido los promedios más bajos.

Adicionalmente, se resalta una dualidad curricular empleada por la institución (currículo nacional y currículo I.B), donde algunas temáticas como es el caso de los sistemas de transporte celular se deben trabajar de acuerdo a los estándares de competencias en grado séptimo, según los Derechos básicos de aprendizaje (D.B.A.) en grado sexto y que se deben retomar y ahondar en el Programa de Diploma (P.D.) del bachillerato internacional (I.B.) en grado décimo, con el fin de obtener un insumo temático importante para la presentación de Pruebas nacionales e internacionales.

Por lo anterior, es imperante la necesidad de implementar estrategias didácticas que logren fortalecer en los estudiantes el desarrollo de las competencias en el área de ciencias naturales y, además, promoverlas de acuerdo a los escenarios conceptuales y temáticas correspondientes a los componentes celular y orgánico.

En este sentido, el ICFES en el 2014, reconoce a través de Los Lineamientos para las aplicaciones muestral y censal los aspectos a evaluar en las pruebas de Ciencias Naturales. Esta prueba busca:

“Establecer y diferenciar las competencias de los estudiantes en sus conocimientos básicos de las ciencias naturales, en comprensión y resolución de problemas. A la vez, evalúa, la comprensión que los estudiantes tienen sobre las particularidades y los alcances del conocimiento científico y su capacidad para diferenciar este conocimiento de otros saberes” (ICFES, 2014, pág. 100).

Otro aspecto relevante es la capacidad para relacionar nociones y conceptos provenientes de contextos propios de la ciencia y de otras áreas del conocimiento, enmarcados en el pensamiento crítico y la interpretación. La estructura de la prueba propone, entonces, Se debe preguntas alrededor de situaciones de la vida diaria para estimular la costumbre de observar el medio y las situaciones del día tras día y de preguntar por los fenómenos desde la perspectiva de las ciencias naturales (ICFES, 2014, pág. 101).

De acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias, esta prueba se conforma de preguntas que se inscriben en alguno de los siguientes componentes: Entorno vivo, entorno físico y Ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

En la enseñanza de la biología, el uso de los problemas como estrategia para potenciar el desarrollo de las habilidades científicas en los estudiantes se evidencia en el abordaje de la teoría, pero al llevar a la práctica estos constructos presentan dificultades en la diferenciación de procesos relacionados con difusión, osmosis, gradientes de concentración, entre otros. Convendría entonces definir estos términos en el marco del desarrollo de esta propuesta para la enseñanza sobre los mecanismos de transporte celular basado precisamente en el empleo de laboratorios y simuladores virtuales versus la implementación de prácticas experimentales tradicionales.

Para ello, es necesario resaltar que, los laboratorios virtuales permiten la flexibilidad y accesibilidad al aprendizaje práctico a través de simulaciones, facilitando una formación de calidad, y posibilitando la multiplicidad de experimentos simultáneos, convirtiéndose en una herramienta tecnológica que apoya los procesos de enseñanza-aprendizaje en general.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, este trabajo final de Maestría pretende resolver la siguiente pregunta: **¿Cuál práctica (los laboratorios y simuladores virtuales como Olabs o los laboratorios presenciales o físicos) es más efectiva para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo?**

1.3 Justificación

En Colombia, en las últimas décadas, el Ministerio de Educación Nacional se ha propuesto adelantar una Revolución Educativa, centrada en formar a las nuevas generaciones para que estén en plena capacidad de responder a los retos del siglo XXI, que incluyen su activa participación en la sociedad del conocimiento. En este contexto, en el año 2003 se definieron los estándares básicos, que pretenden desarrollar en los niños/as las competencias y habilidades necesarias que exige el mundo contemporáneo para vivir en sociedad. En cuanto respecta a los estándares básicos de competencias de ciencias naturales en educación básica y media hace un mayor énfasis en las competencias, sin que con ello se pretenda excluir los contenidos temáticos. Es así, que la temática sobre la membrana celular y sus sistemas de transporte hacen parte del manejo de conocimientos propios de las ciencias naturales, enmarcados en el entorno vivo para los grados sexto y séptimo y que es parte coyuntural del tema troncal de biología celular en el Programa de Diploma del bachillerato internacional (I.B.) en grado décimo; sin embargo, se ha evidenciado que los estudiantes de grado décimo del Colegio no reconocen el

modelo de mosaico de fluido de la membrana plasmática y los tipos de transporte celular en los que interviene. Esta situación se ha convertido en una dificultad para comprender fenómenos y sucesos ocurridos en el estudio de la biología y la interpretación y análisis de gráficos que demandan comprensión de la temática, así como la solución acertada de preguntas de selección múltiple. Así, conforme a Camacho (2012) los modelos teóricos que se construyen, dependen del mayor o menor carácter explicativo o predictivo que tengan, las relaciones de similitud con el modelo real y el uso de un lenguaje científico apropiado (p.197).

Por tal razón, se requiere la implementación de estrategias que propendan a fortalecer el aprendizaje de los mecanismos de transporte celular ocurridos a través de la membrana plasmática, donde los estudiantes de acuerdo a García Barrutia, et al., (2002) reconozcan la importancia que tiene el estudio de la estructura y funciones de las membranas celulares para el conocimiento de la célula ya que son esenciales para la organización celular y el 90% de las funciones de las células eucarióticas se llevan a cabo en membranas (p.202). Es necesario que los estudiantes tengan plena claridad sobre este tema para poder comprender su vinculación directa con otros procesos como la sinapsis, el transporte de sustancias en los seres vivos, el correcto funcionamiento del metabolismo celular, entre otros.

Por tanto, este trabajo propone implementar los laboratorios y simuladores virtuales como herramientas que posibilitan el acercamiento del mundo digital a los procesos de enseñanza-aprendizaje. La incorporación de las TIC en la enseñanza de las ciencias, se constituye en un espacio interesante para plantear nuevas maneras en el abordaje en el aula o fuera de ella. El docente según Vega, Londoño y Toro (2016) tiene en sus manos la implementación de nuevas estrategias de enseñanza, pues además de ser agente motivacional, de nada sirve tener un amplio contenido temático y no saberlo utilizar como herramienta didáctica.

En la enseñanza de la Biología es necesario contar con estrategias de aprendizaje práctico como lo son las experiencias virtuales, debido a que contienen procedimientos específicos ya diseñados, con facilidad de acceso a todos los materiales y reactivos necesarios en cada práctica, el estudiante puede replicar las prácticas cuantas veces sea necesario.

De igual forma, los laboratorios virtuales rompen con el esquema tradicional de las prácticas de laboratorio, así como con sus limitaciones (espacio, tiempo, peligrosidad, etc.) y aportan una nueva perspectiva de trabajo. Gracias a las prácticas experimentales, los estudiantes amplían habilidades de comprensión, observación y reflexión para enriquecer el vocabulario propio de la asignatura y ampliar los conocimientos previos en la didáctica de las ciencias naturales, de acuerdo a Rocha y Bertelle (s.f) el trabajo experimental juega un papel fundamental para el aprendizaje de la ciencia. Ha de otorgar a los alumnos la oportunidad para que exploren, elaboren explicaciones, reflexionen, piensen en función de modelos y comparen sus ideas con las aportadas por las experiencias, elaboren conclusiones (p.3).

Con esta propuesta se espera que los estudiantes del Colegio fortalezcan sus conocimientos frente a la ultraestructura de la membrana celular y algunos mecanismos de transporte celular e intercambio de sustancias en términos de transporte pasivo (ósmosis, difusión simple y difusión facilitada). Los anteriores constructos deben ser nutridos a lo largo de los grados de educación básica y media, debido a su interés teórico para abordar temáticas relacionadas con el estudio de la célula, nutrición (digestión y circulación), sistema nervioso y endocrino que se imparten en grado décimo. De esta manera la apropiación de conocimientos no será vista por el estudiante como un cúmulo fraccionado de información a lo largo de los años, sino como un complejo proceso que intercomunica todos los fenómenos ocurridos en nuestro organismo.

Adicionalmente, se busca institucionalizar el empleo de simuladores y laboratorios virtuales en todos los niveles educativos como herramienta esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad de los laboratorios y simuladores virtuales Olabs en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.

1.4.2. Objetivos específicos

Identificar mediante un instrumento las ideas previas y las dificultades que presentan los estudiantes del grado décimo sobre los mecanismos de transporte celular.

Implementar prácticas de laboratorio presenciales o físicos y los simuladores virtuales Olabs para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.

Comparar el desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular entre los laboratorios presenciales o físicos y los simuladores virtuales (Olabs).

1.5 Delimitación y limitaciones

1.5.1. Delimitación

El presente trabajo investigativo se desarrolla en una institución educativa, ubicado en un municipio anexo a la ciudad de Bogotá, Colombia. La institución es de carácter privado y pertenece a la red de colegios que ofrecen el Programa de Diploma enmarcado en el bachillerato internacional (I.B.).

La población objeto de estudio corresponde a los estudiantes del grado décimo, el cual está integrado por dos cursos que cuentan con 22 mujeres y 18 hombres en un rango de edades que oscila entre los 14 y 16 años.

El eje teórico central estudiado está enmarcado en los mecanismos de transporte celular ocurridos a través de la membrana plasmática, específicamente los ligados con el transporte pasivo, el cual permite el paso molecular a través de la membrana a favor del gradiente de concentración o de carga eléctrica, de mayor a menor concentración. A este, se encuentran vinculados procesos como la ósmosis en medios isotónico, hipotónico e hipertónico y la difusión facilitada.

El enfoque es de tipo cuantitativo y la investigación de corte cuasi-experimental. Se efectúa un pre-test antes de implementar los tres laboratorios presenciales o físicos y los tres simuladores virtuales, y posteriormente se aplica un pos-test.

Los laboratorios y simuladores virtuales empleados corresponden a los Olabs training y están orientados a visualizar los temas relacionados con la ósmosis, plasmólisis e imbibición. Se ahonda en el análisis exclusivo de estos mecanismos, debido a la falta de tiempo para estudiar otros como el transporte activo.

1.5.2. Limitaciones

Las presentes limitaciones restringirán la investigación:

Sesgo del sujeto

Las respuestas que se obtendrán de acuerdo a los instrumentos aplicados como el pre-test y pos-test, antes y después de implementar tanto, las prácticas experimentales en físico y los laboratorios y simuladores virtuales Olabs, dependerán del grado de conocimiento que tengan los participantes sobre los mecanismos de transporte celular ocurridos a través de la membrana celular, o temas afines al estudio de la célula. Por tratarse de un tema complejo como es el caso de la obtención de la osmolaridad, esta información solo la tendrán los estudiantes que hayan estado vinculados al colegio, debido a que es un tema incluido en el Bachillerato Internacional, pero no hace parte del currículo de Colombia.

1.5 Glosario de términos

Mecanismo de transporte celular: Conjunto de procesos que garantizan el transporte de sustancias a través de la membrana plasmática. Una característica fundamental de la membrana celular es que es semipermeable, es decir, posee una permeabilidad selectiva que permite el intercambio controlado de moléculas e iones del interior de la célula hacia el exterior y viceversa. El transporte de moléculas está determinado por factores como la polaridad y tamaño de la molécula, el gradiente de concentración y el potencial eléctrico. Los tipos de transporte de moléculas pequeñas a través de la membrana son: difusión simple, difusión facilitada y el transporte activo (Becker , Kleinsmith , & Hardin, 2007).

Membrana celular o membrana plasmática: “Estructura formada por una bicapa de fosfolípidos. La membrana define los límites de la célula y sus orgánulos, sirve como sitio donde se localizan proteínas específicas, especialmente enzimas y receptores, proporcionan y

regulan procesos de transporte, contienen los receptores necesarios para detectar las señales externas y proporcionan mecanismos de contacto, comunicación y adhesión. En todos los seres vivos esta cuenta con los mismos componentes, pero en diferente proporción, los cuales son proteínas, carbohidratos y lípidos” (Orrego, 2009). Una función básica de la membrana celular o plasmática es mantener el medio intracelular diferenciado del entorno de la célula, todo esto debido a la naturaleza hidrofóbica e hidrofílica de su bicapa lipídica en medio acuoso. La membrana realiza las funciones de transporte a través de los fosfolípidos, como la difusión simple y a través de proteínas de membrana como el transporte activo y transporte pasivo. Además, la membrana participa en procesos de comunicación.

Laboratorios reales: Espacios físicos que permiten que los estudiantes tengan contacto con la instrumentación, elementos y su manipulación. Al poder observar lo que sucede en los experimentos desarrollan habilidades cognitivas y destrezas prácticas, por lo tanto pueden entrenarse en la ejecución del método científico en el mundo real, pero presenta inconvenientes como los costos, el mantenimiento, el consumo energético y las restricciones de espacio debido al incremento en la cantidad de estudiantes por grado, propia de la explosión demográfica y la ampliación en la cobertura propuesta por el gobierno nacional (Lorandi et al., 2011).

Laboratorio virtual: Simulación en computadora de una amplia variedad de situaciones en un ambiente interactivo; es decir:

Se puede simular el comportamiento de un determinado sistema que se desea estudiar haciendo uso de modelos matemáticos, y aunque no se interactúa con los procesos o sistemas reales, la experimentación con modelos simulados es comparable con la realidad, siempre que dichos modelos sean realistas y representen detalles importantes del sistema a analizar, además de que las gráficas que representen la evolución temporal del sistema se complementen con animaciones que hagan posible ver y comprender

mejor el comportamiento del proceso (Velasco Pérez, Arellano Pimentel, Martínez, & Velasco Pérez, 2013).

Transporte celular: La membrana celular realiza la entrada de las sustancias necesarias para el funcionamiento celular y la salida de los desechos. Este proceso necesita la ayuda de proteínas transportadoras o por fenómenos de endocitosis o exocitosis. Existen tres tipos de transporte celular: transporte pasivo, ósmosis y transporte activo (Becker, Kleinsmith, Hardin, 2007).

Capítulo 2. Marco referencial

El presente trabajo de investigación cuenta con un sustento teórico enmarcado en cinco referentes conceptuales, el primero hace referencia a las ideas previas y su relación con los procesos de enseñanza-aprendizaje, el segundo versa sobre la situación problema como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular, el tercero tiene en cuenta la importancia y cualidades de la membrana celular y los mecanismos de transporte celular entendidos en términos del transporte pasivo como son: la difusión simple, la difusión facilitada y la ósmosis. A continuación, se exponen algunos obstáculos para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular y, por último, se hace hincapié en las nuevas Tecnologías y la Enseñanza de las Ciencias Naturales, centradas en los laboratorios y simuladores virtuales.

2.1 Ideas previas y la enseñanza-aprendizaje

En nuestra cotidianidad se puede apreciar una constante disyunción: la ciencia hace parte de nuestras vidas, empezando por nosotros mismos, pero pese a esto continuamos interpretando el mundo según unos patrones inconscientes o culturales distantes de una realidad científica. En este sentido, la labor del docente, esta direccionada a garantizar un acceso más equitativo e integral en su estudio. En sintonía, Pozo y Gómez (1998) anotan que los mismos profesores de ciencias comprueban que sus alumnos están interesados por el saber científico y encuentran graves dificultades para saber utilizarlo en la resolución de problemas escolares o cotidianos.

Igualmente, los estudios relacionados con la didáctica de las ciencias han podido advertir algunas dificultades vinculadas con los procesos de enseñanza-aprendizaje a las que denominan Campanario y Moya (1999) “clásicas”. Entre ellas, citan la estructura lógica de los contenidos

conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno (p.179). A este respecto, es necesario destacar la relevancia en el aprendizaje de las ciencias de las cualidades de carácter metacognitivo, debido a que la injerencia de las ideas previas obliga a disponer de un repertorio de estrategias de control de la comprensión adecuado que permita detectar falencias en el estado actual de comprensión (Otero, 1990 como se citó en Campanario y Moya, 1999). Al respecto Baker afirma, “si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión” (Campanario & Moya, ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas, 1999, pág. 180).

Parafraseando a Campanario y Otero (2000) podemos afirmar que estos factores pueden llegar a conformar una especie de “conspiración cognitiva” frente al trabajo de los docentes de ciencias constituyéndose en enormes obstáculos que problematizan el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos (p. 156).

Efectuando un acercamiento sobre algunas consideraciones epistemológicas y psicológicas sobre las ideas previas y su relevancia, se destaca que “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enséñese consecuentemente” (Ausubel, Novak y Hanesian,1983, como se citó en Fernández, Guerrero y Fernández, 2006. p. 118).

Al respecto, realizando una síntesis de la postura de algunos investigadores sobre el tema Osborne y Wittrock (1983) ratifican que “los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen” (p.16). Desde esta perspectiva, los docentes en su quehacer pedagógico deben tener en cuenta que sus

alumnos como señalan Campanario y Otero (2000) ya poseen un conocimiento científico alternativo (p.156).

En contraste, al hablar sobre el aprendizaje de conceptos y terminología científica es necesario incluir no sólo lo conceptual sino también lo procedimental y lo actitudinal (Gil et al.,1999, como se citó en Moreira y Greca, 2003, p. 306) pero, este cambio conceptual demanda el cambio de principios epistemológicos y ontológicos (Pozo y Gómez Crespo, 1998, Moreira y Greca, 2003, p. 306). Para Duit (1996) la generalidad de los estudiantes no renuncia a sus ideas previas, las cuales continúan siendo usadas en su cotidianidad.

En el camino del aprendizaje, nuevas concepciones se despliegan y se acrecienta cierta discriminación, es así que los significados ya establecidos no son reemplazados o eliminados para Moreira y Greca (2003) “ellos pueden quedar cada vez menos utilizados, o no utilizados, pero todavía siguen presentes en la concepción que se desenvuelve (y queda más rica), tal vez “escondidos” en algunos significados residuales” (p.308).

Análogamente, si bien los conceptos científicos son más robustos y sustanciales comparados con los que ostentan los estudiantes, desde la perspectiva de su procesamiento los conceptos que los estudiantes llevan al aula resultarían eficaces en los contextos habituales, al respecto Pozo y Gómez Crespo (1998) expresan que sería imperante que el alumno llegase a establecer usos diferenciales para los contextos de aplicación de los diferentes conceptos.

En este escenario, amerita destacar la importancia de emplear estrategias y herramientas novedosas en los procesos de enseñanza-aprendizaje, donde las ideas previas (científicamente validas o inválidas) puedan servir como insumo para la adquisición de nuevos conocimientos. Una alternativa lo constituye el empleo de las Tecnologías de información y comunicación (TIC's). Por ejemplo, las prácticas de laboratorio han sido tradicionalmente empleadas en la

enseñanza de las ciencias para demostrar las teorías. En la actualidad ejercen una influencia creciente en la educación científica en los diferentes niveles de enseñanza, como refiere Potes (2005) no se limita exclusivamente a mejorar procesos de aprendizaje de la ciencia en los estudiantes, sino que también desempeñan un papel crucial en la formación inicial y permanente del profesorado.

2.2 Situación problema como estrategia didáctica en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular

El objetivo de la enseñanza de las Ciencias es conseguir que los alumnos comprendan las teorías científicas y sepan aplicarlas a los fenómenos adecuados en las situaciones apropiadas (Hodson 1985, como se citó en García, Jiménez, Fonfría, Fernández y Torralba Redondo, 2002, p. 202). El aprendizaje de conceptos científicos se considera como un cambio conceptual Posner et al. (1982) producido al efectuarse un conflicto entre la estructura cognitiva del alumno y la nueva información. García et al. (2002) confluyen en que el cambio conceptual es, pues, un proceso a largo plazo, que permite que las concepciones de los alumnos evolucionen hasta coincidir con las teorías científicas.

Acorde a lo anterior, desde hace tiempo la resolución de problemas en el campo educativo se ha convertido en una estrategia de enseñanza-aprendizaje que conlleva el desarrollo de ciertas habilidades, no solo en los estudiantes sino, en los docentes. En este orden de ideas, los docentes son los encargados de motivar a sus estudiantes a través del empleo de situaciones problema que conllevan beneficios cognitivos. Al mejorar las habilidades para la resolución de problemas por parte de los estudiantes, se optimizará el proceso de enseñanza de la Biología en este caso.

De la misma manera, la enseñanza de las ciencias debe estar orientada hacia la formación de actitudes positivas e intereses en los estudiantes, para hacer que ellos se inclinen por la ciencia, pero, a su vez, conforme a Hidalgo Paredes, Mera Gutiérrez, López Ordoñez, & Patiño Giraldo López (2015) son, un aspecto fundamental para que aprendan los conocimientos científicos, si no existe una buena disposición para el aprendizaje, esto se convierte en una causa del fracaso de los estudiantes en esta área del conocimiento.

2.3 La membrana celular

Un episodio relevante en el origen de las primeras formas de vida fue la aparición de la membrana plasmática; sin esta estructura sería imposible concebir la vida celular. Todas las células están rodeadas por la membrana celular o plasmática. Esta, define la extensión de la célula y mantiene las diferencias esenciales entre el contenido de ésta y su entorno. según Arrazola (1994) esta membrana es un filtro, altamente selectivo, que controla la entrada de nutrientes y la salida de los productos residuales y, además, genera diferencias en la concentración de iones entre el interior y el exterior de la célula. La membrana plasmática también opera como un sensor de señales externas, accediendo a que las células puedan modificar su comportamiento en respuesta a estímulos de su entorno.

En los seres vivos, todas las membranas biológicas, incluidas la membrana plasmática y las membranas internas de las células eucariotas, tienen una estructura general común; se trata de congregaciones de moléculas lipídicas y proteicas, unidas por interacciones no covalentes. Las moléculas lipídicas están dispuestas en forma de bicapa, la cual funciona como una barrera relativamente impermeable al paso de varios tipos de moléculas hidrosolubles.

2.4 Mecanismos de transporte celular

Un aspecto notable que distingue a la membrana celular es su capacidad de ser semipermeable, lo que implica una permeabilidad selectiva, esto garantiza el intercambio controlado de moléculas o iones desde el interior de la célula hasta el exterior de la misma y en sentido contrario. Factores como la polaridad y tamaño de la molécula, el gradiente de concentración y el potencial eléctrico, son fundamentales en el transporte de moléculas.

En el estudio de la biología celular se conocen dos categorías para evidenciar el flujo de moléculas, iones y/o sustancias, el transporte pasivo y el transporte activo. En este caso, se hace referencia exclusivamente al transporte pasivo como base conceptual de la presente investigación.

2.4.1 El transporte pasivo

Reconocido como un tipo de difusión en el que un ion o molécula que atraviesa la membrana se mueve a favor de su gradiente electroquímico o de concentración. En el transporte pasivo no se gasta energía metabólica.

Existen tres tipos de transporte pasivo: la difusión simple, la difusión facilitada y la ósmosis.

2.4.1.1 La difusión simple

Es uno de los métodos de movimiento de partículas a través de membranas. La difusión es la propagación de partículas en líquidos y gases que sucede porque las partículas están en continuo movimiento aleatorio (Allott, Mindorff y Azcue,2015). Aquí, el movimiento de las partículas ocurre desde un mayor porcentaje desde una zona de mayor concentración a una zona de menor concentración que en la dirección opuesta. De tal manera, que se evidencia un

movimiento neto desde la zona de concentración superior a la de concentración inferior: un movimiento por el gradiente de concentración. Los organismos vivos no tienen que utilizar energía para la difusión, por lo que es un proceso pasivo.

La difusión simple a través de membranas consiste en el paso de partículas entre los fosfolípidos de la membrana. Solo es posible si la bicapa de fosfolípidos es permeable a las partículas. Las partículas no polares, como el oxígeno, pueden difundirse fácilmente a través de la membrana. Si la concentración de oxígeno dentro de una célula es reducida debido a la respiración aeróbica y su concentración en el exterior es mayor, el oxígeno pasará a la célula a través de la membrana plasmática por difusión pasiva.

2.4.1.2 La difusión facilitada

Los iones y otras partículas que no pueden difundirse entre los fosfolípidos pueden entrar o salir de las células si hay canales para ellos a través de la membrana plasmática. Estos canales son orificios con un diámetro muy estrecho cuyas paredes están formadas por proteínas. Al respecto Allott, Mindorff y Azcue (2015) afirman que las propiedades químicas y el diámetro del canal aseguran que solo un tipo de partícula pueda pasar a través de él; por ejemplo, los iones de sodio o los iones de potasio, pero no ambos (p.40). En este sentido, los canales facilitan el transporte de partículas a través de la membrana (de una zona de mayor concentración a una de menor concentración), proceso designado como difusión facilitada.

Las células pueden controlar qué tipos de canales se sintetizan y colocan en la membrana plasmática y, de esta manera, controlan las sustancias que se difunden hacia dentro y hacia fuera.

2.4.1.3 La ósmosis

En gran parte de las células, el agua puede moverse libremente hacia dentro y hacia fuera. En ocasiones, el número de moléculas de agua que entran y salen es el mismo y no hay ningún movimiento neto, pero en otros casos hay más moléculas que se mueven en diferentes direcciones. A este movimiento neto se le denomina ósmosis.

De acuerdo a Allott, Mindorff y Azcue (2015) la ósmosis se debe a las diferencias en la concentración de sustancias disueltas en el agua (solutos). Las sustancias se disuelven formando enlaces intermoleculares con las moléculas de agua (p.41). Estos limitan el movimiento de las moléculas de agua. Las regiones con una mayor concentración de solutos, por tanto, tienen una menor concentración de moléculas de agua que pueden moverse libremente que las regiones con una menor concentración de solutos. Debido a esto, hay un movimiento neto de agua de las regiones con menor concentración de solutos a las regiones con mayor concentración. Este movimiento es pasivo porque no necesita utilizar energía.

La ósmosis puede producirse en todas las células, ya que las moléculas de agua, a pesar de ser hidrofílicas, son lo suficientemente pequeñas como para pasar a través de la bicapa de fosfolípidos. Algunas células tienen canales de agua llamados acuaporinas que aumentan considerablemente la permeabilidad de la membrana al agua; por ejemplo, las células renales que reabsorben el agua y las células del pelo radical en las raíces de las plantas que absorben el agua del suelo Allott, Mindorff y Azcue (2015).

2.5 Obstáculos para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular

Para iniciar, es necesario tener en cuenta que “el problema del conocimiento científico desde una mirada psicológica se debe considerar desde la noción de obstáculos” (Bachelard, 1948, como se citó en Rivera, 2011, p.33). Estos obstáculos están referenciados desde la mirada de la propia construcción del conocimiento, es decir, en la acción misma de conocer, que es donde aparecen en palabras de Bachelard “los entorpecimientos y las confusiones”.

En este sentido, en el aprendizaje de la Biología a los estudiantes se les dificulta el abstraer conceptos como moléculas o iones, debido a sus cualidades intangibles, las cuales no se pueden apreciar a simple vista. Es así, que al tener que abordar el estudio de la biología celular, se pueden apreciar algunas limitaciones conceptuales.

Este tema es fundamental y obligatorio en el diseño curricular de las instituciones educativas. Su proceso de enseñanza está apoyado generalmente por guías o libros de texto. Lo cual, evidencia una visión antropocéntrica en la enseñanza y algunos obstáculos en el aprendizaje, principalmente relacionados con la imagen funcional y estructural de la representación de la célula a través de procesos abstractos y complejos (Flores et al., 2000).

Otras dificultades relacionadas con el estudio de la célula, están relacionadas con las dimensiones y estructuras celulares, lo cual concuerda con Rodríguez (1997) y Verhoeff et al. (2008) citados por Camacho (2012) cuando afirman que se aprecian ideas alejadas de la composición de la célula y de su contenido; hay desconocimiento o baja comprensión del nivel celular; confusión entre los procesos vitales de nutrición y respiración, en donde generalmente se confunde la respiración celular y fotosíntesis o no se relaciona con procesos energéticos y

finalmente, aspectos que tienen que ver con el crecimiento, reproducción y herencia de los procesos celulares (p.198).

Respecto a las imágenes de la célula en el contexto escolar, es evidente que al pasar el tiempo en el diseño de dibujos se han incluido más estructuras y elementos lo cual no ha logrado disminuir el grado de abstracción frente a su estudio, y por ende no facilita su comprensión por parte de los estudiantes. De otra manera, el diseño de prototipos idealizados sobre la célula donde se incorporan elementos que no están presentes en una célula real, se convierten en una traba para su asimilación. Angulo (1999) refiere que

“Se busca en los textos científicos una forma de representar la célula basada en la descripción de características; la propia forma de representar en los dibujos que hacemos es una idealización con respecto a lo que es cada orgánulo y estructura que difícilmente se van a “ver” en la realidad tal y como los expresamos” (p.230).

De acuerdo a Rodríguez (2003) se trata de esquemas que dan a conocer una información que surge de la abstracción que cada autor realiza, siendo, por tanto, idealizada y responden a un intento de generalización que quizás esté resultando contraproducente con respecto al aprendizaje de la Biología (p. 230).

Del mismo modo, la representación histórica de la célula ha ido transformándose con el paso del tiempo, en un inicio contenía “poquitas cosas” y paulatinamente hemos ido llenando y llenando de contenido celular (Host, 1988; Maienschein, 1991; Angulo, 1999 como se citó en Rodríguez, 2003). Esto puede ser contraproducente en el proceso de enseñanza-aprendizaje debido a que puede generar confusiones en los estudiantes. La imagen o arquetipo que se ha estado transmitiendo puede convertirse en un obstáculo en el aula, debido a que se enfoca

meramente en aspectos anatómicos abstractos y complejos que los estudiantes no la pueden ver en la vida cotidiana.

Hemos de tener en cuenta que el contenido relativo a la Biología Celular se está ampliando con gran rapidez y que eso obliga a su revisión por parte del profesorado, de manera que como docentes se actualice la imagen de célula que se tiene; es relevante considerar también que, aun a pesar de esas nuevas informaciones, cada uno parte de la visión de célula que asimiló en sus estudios (Angulo, 2000, como se citó en Rodríguez, 2003, p. 231).

Otro aspecto importante, señala la alta frecuencia que las/los estudiantes tienden en asociar los tipos de célula, sólo desde un punto de vista funcional y no estructural; la alta recurrencia en relacionar la estructura de la célula, más con el núcleo que con el citoplasma, dejando de lado las células procariotas y también, la confusión entre la estructura y función de los organelos celulares y el transporte de sustancias (Mengascini, 2006 y Cohen y Yarden, 2010, como se citó en Camacho, 2013, p.198).

Si ahondamos en la enseñanza de los mecanismos de transporte celular, particularmente en el proceso conocido como ósmosis Píriz, López, Tucci, Cantero y Mallarini (2019) aseguran que a lo largo de distintas generaciones se han presentado algunas dificultades como:

- Atribuir el término concentración a las soluciones en lugar de a los solutos, por lo tanto, emplear expresiones como soluciones concentradas para soluciones de varios solutos (como los sectores que separan las membranas biológicas).
- Aplicar el término concentración para cantidad, desconociendo que el primero de ellos se refiere a la distribución espacial del soluto y que, por ende, el volumen de la solución está implícito en dicha magnitud (Píriz et. al. 2019)

- Omitir que el transporte de solutos a través de las membranas celulares cambia secundariamente el paso de agua.
- Emplear exclusivamente el termino osmosis para designar todo transporte de agua a partir de las membranas biológicas.

El uso de la anterior terminología por parte de los docentes en el aula, puede llevar a asimilar de forma errónea conceptos clave en el estudio de la Biología por parte de los estudiantes.

De acuerdo con estos planteamientos, el conocimiento de las ideas previas (preconcepciones) de los alumnos y su evolución constituye un factor fundamental en el proceso de enseñanza/aprendizaje (Barandian Piedra, 1998, como se citó en García et al. 2002, p. 202) esto, con el firme propósito de evitar tropezar con percepciones erróneas que obstaculicen el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología.

2.6. Nuevas Tecnologías y la Enseñanza De Las Ciencias Naturales

Un aspecto relevante de la enseñanza de las ciencias, de acuerdo a Linn (2002) es agregar, a este repertorio de perspectivas sobre los fenómenos científicos, ideas que fomenten la integración del conocimiento (p.350). En la misma línea de importancia, está el hecho de sustentar procesos de organización, estructuración, selección, para dar sentido a un conjunto de perspectivas diversas sobre un fenómeno científico, “proceso que nosotros llamamos integración del conocimiento” (Linn, 2002).

En sintonía, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) desde hace un tiempo se han convertido en una base tecnológica imprescindible para el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje, a la vez que según López y Morcillo (2007) son una

poderosa herramienta didáctica que permite el acceso a una cantidad inmensa de información y abre nuevos canales de comunicación rompiendo, como se ha dicho tantas veces, barreras temporales y espaciales (p.564).

Cada vez se puede apreciar en la red el creciente número de portales educativos, los cuales ofrecen innumerables y variados recursos didácticos, tanto para docentes como para estudiantes, encaminadas fundamentalmente a la búsqueda de información o para reforzar conocimientos dentro del ámbito conceptual. Lamentablemente, en su gran mayoría están en inglés, evidenciando la necesidad de crear y diseñar herramientas de este tipo en español.

Por otro lado, cabe destacar que, en las asignaturas de carácter científico, el trabajo a nivel experimental conforma su base disciplinar. Desde la enseñanza de las ciencias, la asociación entre teoría y trabajo práctico se entiende como una relación de necesidad (Hodson, 1994; Barberá y Valdés, 1996; De Pro, 1998; Izquierdo et al., 1999; Sanmartí et al., 2003, Cano y Cañal, 2006 como se citó en López y Morcillo, 2007, p.265) y es asumida por la mayor parte del profesorado como una exigencia natural de su propia actividad profesional, hasta el punto de considerarse “incompleta” una enseñanza básicamente teórica.

En contravía, podemos advertir que, entre los objetivos de carácter conceptual, ligados a la adquisición de conocimientos teóricos, hay que destacar la función de las TIC's en facilitar el acceso a la información y su influencia en el aprendizaje de conceptos científicos. Variadas investigaciones al respecto han concluido que las herramientas multimediales ejercen una destacada función de carácter informativo, contribuyendo a fortalecer la adquisición de conocimientos conceptuales. En este sentido, “facilitan el acceso a contenidos educativos sobre cualquier materia y permiten presentar todo tipo de información (textos, imágenes, sonidos,

vídeos, simulaciones) relacionada con fenómenos, teorías y modelos científicos” (Stewart et al., 1989; Hennessy et al., 1995 como se citó en Pontes, 2005, p. 4).

Si hablamos de aspectos procedimentales estos, se pueden enriquecer gracias al empleo de las TIC's al desarrollar habilidades relacionadas con los procedimientos científicos y de carácter intelectual. En esta misma línea Rieber (1994); Kelly & Crawford (1996); Cortel (1999) en sus investigaciones expresan que la existencia de diversos tipos de recursos informáticos están directamente relacionados con el fortalecimiento de conocimientos procedimentales y habilidades en aspectos relacionados con el método científico como la elaboración e interpretación de gráficos, el planteamiento y contrastación de hipótesis, la resolución de problemas asistida por computador, la obtención y procesamiento de datos brutos a partir del manejo de sistemas informáticos, y como refiere Pontes (2005) “el diseño de experiencias de laboratorio mediante programas de simulación de procedimientos experimentales” (p.4). Otra habilidad que se ve favorecida ligada al empleo de las TIC's es la indagación a partir de la resolución de situaciones problema hipotéticas y/o reales.

Finalmente, el manejo de las TIC's promueve el desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia y la tecnología. Esto corroborado por estudios sobre el tema (Jegede, 1991; Yalcinalp et al., 1995; Escalada y Zollman, 1997, como se citó en Pontes, 2005, p. 4), el empleo de programas interactivos en la escuela y la búsqueda de información científica en la red, propicia el intercambio de ideas, la motivación y el interés por aprender ciencias en los estudiantes.

Concordando con Pontes (2005), algunas de las actividades que se pueden implementar en el aula y en clase de ciencias naturales, teniendo como punto de partida el uso de las TIC's, serian:

- Como herramienta de apoyo a las explicaciones
 - Para elaboración de trabajos de los alumnos
 - Para la búsqueda de información en Internet o enciclopedias virtuales
 - Para desarrollar tareas de aprendizaje a través del uso de software didáctico específico de cada materia con simulaciones, experiencias virtuales, cuestionarios de autoevaluación.
- Para utilizar el computador como elemento de adquisición y análisis de datos en experiencias de laboratorio asistido por este.

2.6.1 Los laboratorios virtuales

En el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales, es indispensable contar con herramientas que permitan alcanzar objetivos relacionados con el trabajo experimental. En este sentido, los laboratorios virtuales se convierten en una de las vías más efectivas para lograr dicho propósito.

De acuerdo a López y Morcillo (2007), se entiende por laboratorio virtual “un sitio informático que simula una situación de aprendizaje propia del laboratorio tradicional” (p.566). Los laboratorios virtuales están enmarcados en lo que actualmente se conoce como entornos virtuales de aprendizaje (EVA), convirtiéndose en novedosos ambientes para el aprendizaje y como asegura Marques (2012) lejos de las prohibiciones que imponen el tiempo y el espacio en

la enseñanza presencial y apto para certificar una continua comunicación (virtual) entre estudiantes y docentes.

Una cualidad que distingue los laboratorios virtuales es el empleo de herramientas como las simulaciones y la realidad virtual para representar los fenómenos reales en los que se basa la actividad. En esta línea, podemos definir los simuladores virtuales empleados en educación como programas que contienen un modelo de algún aspecto del mundo y que permite al estudiante cambiar ciertos parámetros o variables de entrada, ejecutar o correr el modelo y desplegar los resultados (Escamilla, 2000). Hoy en día, las actuales tecnologías han cambiado al aparecer nuevos soportes, como el magnético y el óptico; la información ahora es digitalizada: se pasa del lápiz y el papel al teclado y la pantalla y, aún más, a la simulación (Rosario, 2005).

Así mismo, una de las principales funciones de los simuladores en educación es el apoyo a docentes en la transferencia de conocimiento. Se evidencia una jerarquía de conocimiento cuando se aborda la transferencia, centrados en los niveles siguientes:

“Dato (mínima unidad de información), información (cuando se añade significado a los datos), conocimiento (cuando se da la aprehensión de hechos, verdades o principios), hasta la destreza (estadio superior cuando se trata de dar respuesta al porqué de las cosas y se generan habilidades y métodos de aplicación)” (Bender y Fish, 2.000, como se citó en Contreras et al., 2010).

Estas simulaciones conforman un grupo de instrumentos tecnológicos para mostrar de forma dinámica y lúdica algunos procesos biológicos, logrando de esta manera ser comprendidos por los estudiantes de forma más clara y real. La mayoría de las propuestas en la red referentes a los simuladores, permiten al estudiante alterar y/o modificar las condiciones o variables cualitativas o cuantitativas de los procesos o fenómenos estudiados e indagar y

analizar los resultados obtenidos. De acuerdo a Esteban (2002), las simulaciones sirven como base para generar ambientes de aprendizaje constructivistas dado que, gracias al abordaje de proyectos y la implantación de problemas por resolver, el proceso educativo cobra interés para los estudiantes impulsando el proceso investigativo. Por tanto, brindan al estudiante la opción de “interactuar, reflexionar y aprender, participando de forma activa en el proceso educativo” (Andaloro et al., 1991, como se citó en Pontes, 2005, p. 10).

La interactividad que caracteriza el empleo de los laboratorios y simuladores virtuales admite que los estudiantes logren reestructurar sus modelos mentales al efectuar la comparación entre sus hipótesis y el comportamiento de los modelos trabajados. Cabe anotar que, en el estudio de las ciencias, tal y como afirman López y Morcillo (2007) “las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales en un laboratorio, pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia” (p. 567).

Podemos hacer hincapié en que, la realidad virtual presente en algunos laboratorios logra alcanzar un mayor realismo cautivando el interés de los participantes. De igual forma, se pueden conseguir escenarios alternativos para que los usuarios puedan interactuar, manipular, manejar objetos, materiales e instrumentos generalmente en 3D (tres dimensiones) haciéndolo más llamativos e interesantes.

2.6.2 Laboratorios virtuales para la enseñanza de la Biología

Aunque se pueden encontrar ya bastantes ejemplos de laboratorios virtuales aplicados a la Física o la Química, infortunadamente no hay muchos programas disponibles en la red para la enseñanza de la Biología y menos aún en español. De igual manera, Morcillo (2007) asegura que existen, eso sí, numerosas páginas que contienen simulaciones muy útiles para la enseñanza

de la Biología, pero en las que la interactividad es muy limitada. Lo que sigue a continuación, es una breve recopilación de recursos disponibles en Internet que, o bien han sido diseñados para el trabajo experimental y pueden utilizarse directamente o bien son susceptibles de incorporarse al mismo adaptándolos o incluyéndolos en las prácticas de laboratorio.

2.6.2.1 Simulaciones de Biología general

La Universidad de Colorado ofrece la posibilidad de acceso a la plataforma Phet interactive simulations, la cual contiene simulaciones científicas y matemáticas entretenidas, gratuitas y con base científica. Las simulaciones se pueden ejecutar en línea o descargar para ser empleadas en cualquier momento. Los temas que son abordados están relacionados con la genética, membrana celular, selección natural, neuronas, escala de pH, la visión, entre otros. Son muy interesantes, ya que cuentan con diversas variables que pueden manipular las personas que las empleen.

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=biology&type=html&sort=alpha&view=grid>

Otra alternativa en este campo, lo constituye Go-lab <https://premium.golabz.eu/about/go-lab-initiative>, proyecto que surgió para facilitar el uso de tecnologías de aprendizaje innovadoras en la educación STEM. Aquí, los profesores pueden encontrar varios laboratorios y aplicaciones, y crear espacios de aprendizaje de consultas (ILS) personalizados. Además, la iniciativa Go-Lab imparte formación a los profesores sobre los temas de Educación Científica basada en la Indagación (ECBI), el desarrollo de habilidades del siglo XXI y el uso de las TIC y el ecosistema Go-Lab en el aula. Posee la mayor colección de laboratorios (laboratorios virtuales, laboratorios remotos y conjuntos de datos), un conjunto de aplicaciones diseñadas pedagógicamente y más de mil ILS creados por profesores y expertos. Es una plataforma

gratuita que puede ser utilizada por cualquier profesor de cualquier país. Esta plataforma está patrocinada por la Universidad de Twente (Países Bajos), el Instituto Federal Suizo de Tecnología en Lausana (EPFL, Suiza) y la comunicación multimedia de información IMC AG (Alemania). Cuenta con 67 prácticas virtuales para ser empleadas por docentes y estudiantes y en general amantes de la Biología. Los temas están vinculados con fotosíntesis, genética, nutrición, cromatografía, ecología, biodiversidad, respiración, transporte celular, biogeografía.

Por su parte la Universidad de Utah a partir de su plataforma Learn genetics: Genetic science learning center <https://learn.genetics.utah.edu/> brinda información actualizada sobre avances científicos y propuestas de simuladores sobre temas asociados a la Biología celular, genética, evolución, plantas, neurociencia, ecología, salud humana y herramientas científicas. A partir de la exploración interactiva los visitantes pueden ejecutar laboratorios virtuales como extracción de ADN, electroforesis en gel, PCR, citometría de flujo y microarray de ADN, entre otros. Adicional proporciona otras herramientas para trabajar en clase con los estudiantes.

2.6.2.2 Laboratorios virtuales para Biología

En cuanto a los laboratorios virtuales sobre temas específicos en la enseñanza de la Biología, podemos hallar en la red alternativas como las que se presentan a continuación. En la Science at distance an experiment in virtual learning <https://www.brooklyn.cuny.edu/bc/ahp/SD.Opening.html> por ejemplo, se muestra parte de un experimento en educación a distancia en el que invita a explorar diversas formas de enriquecer el plan de estudios de ciencias biológicas. Este sitio web brinda acceso a los materiales del curso de una manera libre de restricciones de tiempo y espacio, y ofrece materiales de aprendizaje activos e interactivos que no son posibles con otras tecnologías. Este enfoque multimedia para la

comprensión de la biología se puede utilizar para enriquecer los "componentes de lectura y laboratorio" de un curso tradicional o como componentes de un curso completamente virtual.

Una serie de simulaciones complementan y recrean experimentos de laboratorio específicos como los módulos de Centro-Biolab, LabBench, código genético, enzimas, competencia, crecimiento bacterial y biología celular. También, se ubican módulos de aprendizaje como Biología celular, energía biológica, genética, enzimas interactivas, estructura física, clasificación.

Otra alternativa frente al empleo de los laboratorios virtuales es Biology Labs On-Line <https://www.sciencecourseware.org/BLOL/>, un sitio web comercial que ofrece una serie de 12 simulaciones y ejercicios de biología interactivos, basados en consultas, diseñados para estudiantes de biología universitarios y de preparatoria AP. Este sitio web es propiedad de la Universidad Estatal de California. Fue desarrollado con el apoyo parcial de la National Science. Cada uno de los laboratorios presenta diferentes recursos que garantizan la manipulación no solo de instrumental de laboratorio, sino de variables con el fin de fortalecer el establecimiento de hipótesis, el análisis de resultados y conclusiones. Generalmente los resultados son de carácter cuantitativo lo cual fortalece aspectos bioestadísticos.

Otra opción para ser consultada por docentes, estudiantes y personas interesadas en la Biología, la constituye VCISE <https://www.sciencecourseware.org/vcise/>. Es una colección de simulaciones interactivas en línea diseñadas para mejorar los planes de estudio de ciencias tradicionales de la escuela media y secundaria al proporcionar suplementos para el trabajo de campo o laboratorio experimental. Las actividades basadas en la indagación enfatizan el método científico. Los estudiantes realizan observaciones, proponen hipótesis, diseñan experimentos, recopilan y analizan los datos generados por la simulación, y sintetizan y comunican los

resultados a través de un cuaderno electrónico y un informe en línea. Los ejercicios incluyen un cuestionario de evaluación en línea con preguntas interactivas aleatorias. Las plantillas en línea editables para construir un informe de laboratorio y una rúbrica de calificación están disponibles para el maestro, así como el acceso a su clase o perfiles de evaluación de estudiantes individuales.

Por otro lado, la página de <http://biomodel.uah.es/inicio.htm> se convierte en un complemento al estudio de la bioquímica y biología molecular. Entre sus contenidos destacan los modelos moleculares, las animaciones interactivas, las simulaciones de técnicas de laboratorio y los laboratorios virtuales. Contiene modelos moleculares en movimiento e interactivos que ilustran la estructura tridimensional de las biomoléculas. Incorpora animaciones de procesos como la duplicación, transcripción y traducción del ADN o la meiosis, metabolismo, así como fotografías de cariotipos. También, posee un apartado para teléfonos móviles. Excelente sitio para estudiar la estructura tridimensional de las biomoléculas (ácidos nucleicos, proteínas, lípidos y glúcidos) y el modelo de bicapa lipídica. Así, los estudiantes podrán asimilar fácilmente las características espaciales, de las que dependen tantos aspectos de la función de estas biomoléculas, que de otra forma sería difícil de entender. Si se dispone de pizarra digital o de un cañón, el profesor puede proyectar en clase la estructura de las moléculas mientras las va explicando, si no, una vez terminado el tema puede llevar a los alumnos al aula de informática y que trabajen individualmente manipulando ellos mismos las distintas estructuras moleculares.

Así mismo, los laboratorios virtuales Molecular Workbench <http://mw.concord.org/modeler/index.html> ayudan a los estudiantes a aprender técnicas básicas de laboratorio y métodos de práctica utilizados por técnicos de laboratorio e investigadores en

una variedad de carreras, utilizando procesos específicos de laboratorio de ciencias. Algunas prácticas virtuales incluidas son: prueba del moho del maíz, muestreo de bacterias, tinción de Gram, uso del microscopio, comprensión de la actividad del agua, entre otras. Esta apoyada por la Universidad Estatal de Dakota del Sur, la Universidad de Nuevo México y la Universidad Estatal de Dakota del Norte.

A través de la página <https://ats.doit.wisc.edu/biology/about.htm> podemos apreciar Connecting Concepts: Interactive Lessons in Biology o Conceptos de conexión: lecciones interactivas de biología los cuales fueron producidos en colaboración en la Universidad de Wisconsin. Estas lecciones fueron diseñadas para unificar las experiencias de aprendizaje de los estudiantes en múltiples secciones en Biología y para aumentar las oportunidades de autoevaluación de los estudiantes, promover la práctica de habilidades interdisciplinarias y aumentar la exposición a ejemplos de investigación y datos reales. Las pruebas de evaluación con más de 900 estudiantes han demostrado que estas herramientas dan como resultado ganancias de aprendizaje significativas en áreas de conceptos clave. Las lecciones están disponibles para otros cursos de introducción a la biología y para proporcionar a los estudiantes herramientas para la revisión de los conceptos previos. Algunos temas que contienen son biología celular, evolución, ecología, genética y biotecnología.

Bionim https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/jcms/c_98765/accueil Ressources Multimedia en Biochimie, Biotechnologies, Genie Biologique. Academie d'aix Marseille pedagogie, es un portal, en francés, que nos ofrece animaciones muy interesantes de Anatomía, Biología celular, Bioquímica (animaciones en gif de la ósmosis y glucólisis, y en power point de la cadena respiratoria), Biología molecular (buena animación de la síntesis de proteínas, y de la polimerización del ADN y la replicación semiconservativa, Biotecnología, Hematología,

Histerología, Imágenes, Inmunología, Microbiología, Microscopia, Parasitología. La descarga no es en paquete sino archivo por archivo.

A la par, en línea encontramos páginas de editoriales que contienen laboratorios virtuales como recursos para docentes y estudiantes como McGrawHill o Pearson Prentice Hall. Debido a la decisión de Adobe por dejar de admitir y actualizar Flash® en 2020, los navegadores como Chrome, Safari, Edge, Internet Explorer y Firefox dejaron de permitir el acceso a contenidos basados en Flash. Como resultado, estos sitios fueron retirados a partir del presente año, dejando así valiosas herramientas de carácter didáctico sin poderse emplear.

2.6.2.3 Laboratorios virtuales en español

En la búsqueda de laboratorios virtuales la oferta generalmente se encuentra en idioma inglés, por el contrario, en español el escenario cambia debido a que son escasas las alternativas. En su gran mayoría se encuentran para temáticas relacionadas con la física y la química.

Respecto a Biología, podemos encontrar algunos tutoriales como El Proyecto Biológico <http://www.biologia.arizona.edu/>, un recurso interactivo en línea para el aprendizaje de la biología desarrollado en la Universidad de Arizona. El Proyecto de Biología es divertido, está ricamente ilustrado y probado en miles de estudiantes. Ha sido diseñado para estudiantes de biología a nivel universitario y secundario, pero es útil para estudiantes de medicina, médicos, escritores científicos y todo tipo de personas interesadas. Todas sus actividades han sido traducidas para poder emplearlas en países de habla hispana por instituciones como la Universidad de Chile, Universidad Nacional de Formosa (Argentina), Universidad de Alcalá, Universidad de Valencia, Universidad de Valladolid (España). Podemos encontrar en esta página conjuntos de problemas para revisarlos antes de los exámenes, o actividades para realizar antes de que los estudiantes cubran un tema determinado en el laboratorio. Los conjuntos de

problemas y guías contienen los siguientes temas: Bioquímica; Biología celular: Estudiando las células, Ciclo celular y mitosis, Meiosis, Procariontes, eucariontes y virus. El citoesqueleto, Genética mendeliana, Biología molecular.

Una plataforma que ofrece recursos variados la constituye el proyecto Biosfera <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>. Consta de unidades didácticas multimedia interactivas, herramientas y recursos para las materias de Biología y Geología en la Enseñanza Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, que aprovechan las ventajas que ofrecen los computadores y la red de internet. Está avalada por el ministerio de educación de España. Posee un amplio contenido en el cual se destacan 52 unidades didácticas; más de 1.200 actividades, más de 400 dibujos y animaciones originales y alrededor de 5.000 enlaces externos. El diseño de las unidades está pensado para que sean sencillos, realistas y versátiles, con el fin de que sea útil en las aulas o casas. De esta manera se propone una metodología de trabajo que pueda favorecer la motivación, el ejercicio y la evaluación de los alumnos en sus conocimientos de biología y geología, de tal modo que aprovechen las nuevas tecnologías de la información.

En nuestro país, en la página de Colombia aprende, específicamente en el apartado ciencia activa http://186.113.12.182/catalogo//interna_recurso.php?nt=5103 podemos localizar algunas guías de laboratorio para trabajar con los estudiantes, pero no se encuentran apoyadas por simulaciones o laboratorios virtuales para poder ejecutar. Los títulos que se presentan por ejemplo para tratar el tema de la célula son: entre microorganismos por doquier, platas olorosas, aislamiento de ADN, clorofila de espinas, levadura inflando globos, detergente enzimático y puré emulsificante.

Aula Planeta es el área de educación del Grupo Planeta que impulsa proyectos y desarrolla contenidos y soluciones educativas digitales de carácter innovador para la evolución y

mejora del aprendizaje del alumno. <https://www.aulaplaneta.com/2015/07/13/en-familia/diez-recursos-para-reparar-biologia-de-forma-interactiva/>. En esta podemos ubicar diez recursos para reparar Biología de forma interactiva como nutrición, relación, reproducción, genética, la ventana de Hooke, ecosistemas, biología celular, sistema inmune entre otros.

2.7 Simulador Olabs (The Olabs training)

El simulador Olabs, el cual va emplearse en la presente investigación, se basa en la idea de que los experimentos de laboratorio se pueden enseñar a través de Internet, de manera más eficiente y menos costosa. Fueron diseñados por El Centro de Desarrollo de Computación Avanzada (C-DAC) principal organización del Ministerio de Electrónica y Tecnología de la Información ubicado en Maharashtra (India). Estos laboratorios pueden estar disponibles para los estudiantes que no tienen acceso a laboratorios físicos o donde el equipo no está disponible debido a que es escaso o costoso. Por lo tanto, les ayuda a competir con los estudiantes en colegios mejor equipados y cierra la brecha digital y las distancias geográficas. Se puede acceder a los experimentos en cualquier momento y en cualquier lugar, superando las limitaciones de tiempo que se sienten al tener acceso al laboratorio físico por solo un corto período de tiempo.

Los OLabs facilitan la evaluación de las habilidades de procedimiento y manipulación del experimento, los conceptos y la comprensión del experimento y las habilidades de presentación de informes e interpretación del estudiante.

Adicionalmente, el desarrollo de OLabs incluye el estudio y uso de técnicas matemáticas para demostrar las diversas funciones complejas en diversas áreas de la ciencia. Los laboratorios utilizan tecnología de simulación de vanguardia para crear entornos de laboratorio del mundo

real. Los escenarios de laboratorio reales se capturan a través de la demostración en vivo del experimento para asimilar información sobre los procedimientos y el equipo de laboratorio. La visualización y desarrollo de los símbolos gráficos se realizan basados en situaciones realistas y se comparan con los respectivos equipos reales. Las simulaciones se hacen interactivas utilizando varias herramientas de autor, recreando y simulando un entorno de laboratorio real. Los OLABs están alojados en www.olabs.edu.in. El acceso a OLABs es gratuito para las escuelas al registrarse.

Estructura de los simuladores: Acceder a los OLABs® permite la realización de prácticas de laboratorio en simuladores de dos (2) y tres (3) dimensiones, lo que garantiza la aplicación de los conceptos y principios asociados a la temática de estudio que se desee reforzar.

Los simuladores poseen una estructura que responde a la propuesta didáctica fundamentada en el aprendizaje experiencial (evaluación basada en el aprendizaje). En tal sentido, los estudiantes pueden acceder en orden a partir de los siguientes apartados a la realización de cada una de las prácticas de forma organizada y global:

- a. Theory (Teoría):** Inicia con el planteamiento de un objetivo general para dar inicio a la presentación de la teoría que apoya de manera conceptual la práctica experimental a efectuar. Consta de variadas imágenes explicativas y finaliza siempre enunciando los resultados del aprendizaje vinculados a la temática vista.
- b. Procedure (Procedimiento)**

Contiene inicialmente el nombre de la práctica experimental y muestra los materiales que serán empleados. Consta de dos partes. La primera, hace referencia a los procedimientos que se ejecutaran en la práctica del laboratorio presencial o física, es decir el paso a paso. Este adicionalmente está acompañado de observaciones para lograr una mejor práctica, conclusiones

y precauciones para emplear los instrumentos y/o materiales de la experiencia, así como su asepsia. De igual manera, se muestra a la par el procedimiento que se debe seguir al ejecutar el simulador seleccionado.

c. Animation (Animación)

Presenta un video creado por la organización Olabs (Amrita University) donde se puede apreciar el procedimiento del laboratorio a realizar en formato de animación. Muestra detalladamente cada una de sus etapas, desde el reconocimiento de los materiales, el procedimiento y los resultados que serán obtenidos a partir de la manipulación del simulador seleccionado. No se encuentra traducido al español, por lo cual los estudiantes fortalecen el empleo del idioma inglés.

d. Simulator (Simulador)

En esta etapa se ejecutan las practicas experimentales propuestas, se manipulan instrumentos como el microscopio o balanza electrónica y ciertas variables y configuraciones permitidas por el simulador para la obtención de resultados. Dependiendo del simulador empleado algunos también incluyen formulas estadísticas y tablas en Excel para completar. En el caso de la presente investigación del repertorio de laboratorios ofrecidos se ejecutarán tres de ellos: Estudio de la ósmosis, Estudio de la plasmólisis e Imbibición.

e. Video

Hace referencia a la presentación de un video realizado en un entorno real que muestra todo el procedimiento y obtención de resultados en el laboratorio. Sirve como un previo para revisar la forma correcta de emplear los instrumentos y materiales requeridos. Así mismo, para verificar en tiempo real el correcto orden de las etapas del procedimiento. Los videos que

aparecen acompañando cada simulador están vinculados directamente con la plataforma de Youtube, para poder acceder a ellos en cualquier momento si se requiere.

f. Viva Voce (Autoevaluación)

Al final de cada actividad, los estudiantes tienen la opción de evaluar su progreso frente a la temática abordada a partir de una autoevaluación. En este espacio los estudiantes deben resolver una serie de preguntas de selección múltiple sobre la práctica experimental realizada. Al tener todas las preguntas resueltas y darle clic en el apartado “enviar” inmediatamente reconocen las respuestas correctas e incorrectas obtenidas. De esta manera, se efectúa una retroalimentación individual en el proceso de aprendizaje.

g. Resources (Recursos)

Cuenta con una serie de libros o sitios web recomendados para ampliar la información sobre el tema trabajado en los simuladores y practicas reales o físicas, de acuerdo con la temática seleccionada.

h. Feedback (Retroalimentación)

Hace referencia a una encuesta que se les hace a los estudiantes posterior al emplear el simulador seleccionado y la realización de la práctica real. Se evalúa su practicidad, utilidad, los problemas presentados en su manipulación, fortalezas y debilidades. Insumo que la entidad tendrá en cuenta para el diseño de futuros simuladores y prácticas.

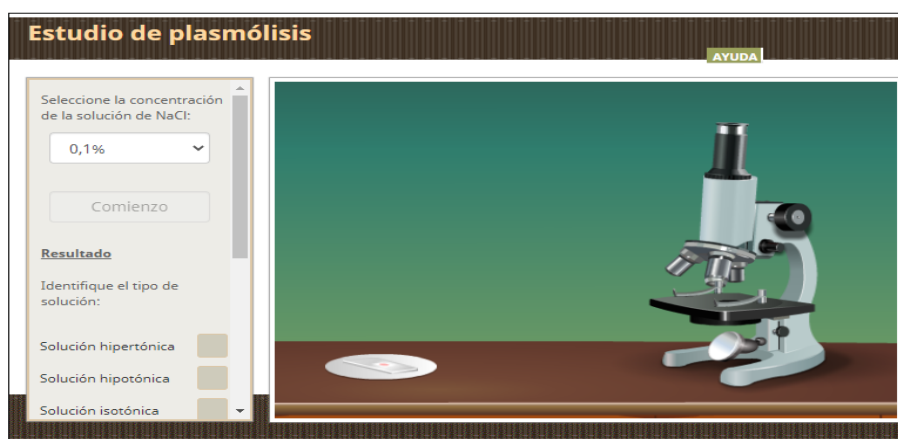
2.7.1 Descripción de los simuladores

2.7.1.1 Simulador Estudio de Plasmólisis

Este simulador demuestra el fenómeno de la plasmólisis en cáscaras de planta *Rhoeo* en soluciones hipotónicas e hipertónicas utilizando solución salina. Se propone una mesa de laboratorio como la que se puede apreciar en la Figura 1, que cuenta con un microscopio y un montaje de tejido de la planta *Rhoeo*. Dispone con una opción para seleccionar la variable concentración de NaCl (0.1 %, 0.45%, 0.90%, 1.80%, 3,60%, 7.20%) en la cual estara inmerso el tejido. El montaje realizado, sera ubicado en el microscopio y al activar el ocular se podran apreciar dos imágenes de las células de la planta *Rhoeo*: una como tejido control y la segunda como el tejido en la solución seleccionada. Se podra medir el tiempo en el que el tejido esta en la solución y apreciar los cambios en las células vegetales.

Figura 1

Mesa de Trabajo Simulador Estudio de Plasmólisis



Nota. Tomado de: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=199&cnt=4>

Finalmente, con los resultados obtenidos se podrá establecer y seleccionar en que tipo de solución estaba presente el tejido (hipotónica, isotónica e hipertónica). Posee la opción de reiniciar para cambiar de concentración de NaCl.

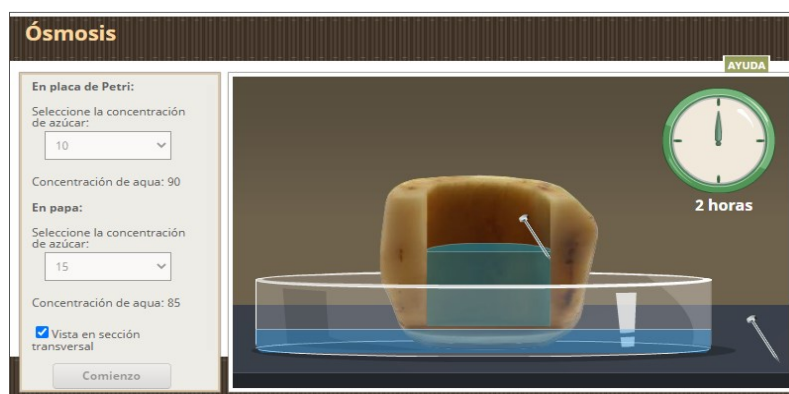
2.7.1.2 Simulador de Estudio de la Ósmosis

A partir de este simulador se muestra y estudia el mecanismo de ósmosis mediante un osmómetro de papa, como se observa en la Figura 2. Contiene un osmómetro de papá con la opción 'Vista en sección transversal' para ayudar a ver los cambios sucedidos en el nivel del agua dentro de la papa.

Adicionalmente, se pueden manipular variables como: aumentar o disminuir la concentración de la solución de azúcar en la placa de Petri, para ello, se muestra la concentración de azúcar una lista desplegable (0%, 10%, 15%, 20% y 25%), así como para aumentar o disminuir la concentración de la solución de azúcar en la papa (0%, 10%, 15%, 20% y 25%).

Figura 2

Mesa de Trabajo Simulador Estudio de la Ósmosis



Nota. Tomado de: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=182&cnt=4>

Los estudiantes podrán arrastrar un alfiler para marcar el nivel inicial y final de la solución de azúcar en la cavidad. El tiempo se medirá con un temporizador. Posee la opción de rehacer el experimento haciendo clic en el botón 'Restablecer'.

Al finalizar cada practica dependiendo las variables seleccionadas y de esperar 2 horas calculadas por el temporizador, se otorga información sobre los niveles de solución de azúcar en la cavidad de la papa para que sean analizados. Se puede acceder a través de este enlace <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=182&cnt=1>

2.7.1.3 Simulador Estudio de la Imbibición

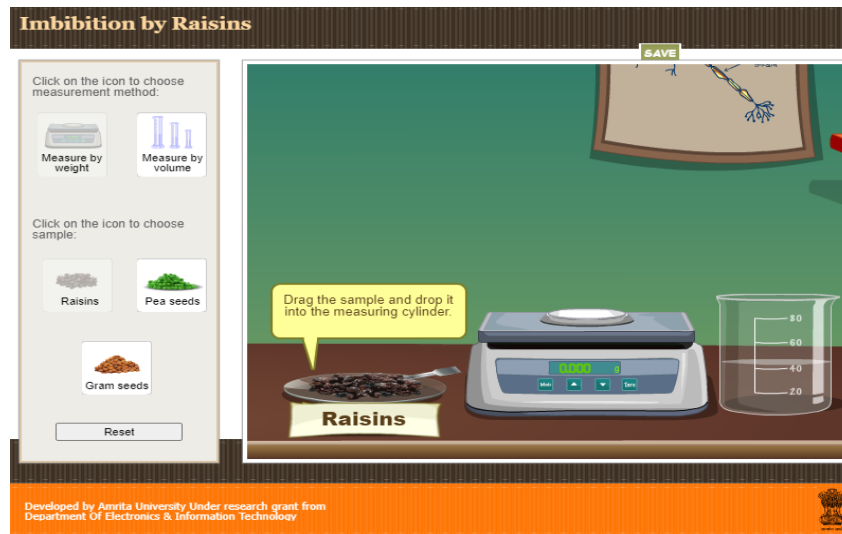
Esta práctica permitirá, inicialmente revisar algunos conceptos clave como la imbibición como un caso especial de difusión, enmarcado en determinar el porcentaje de agua absorbido por las uvas pasas, las arvejas y las lentejas.

En los elementos del mesón del laboratorio que se contempla en la Figura 3, se cuentan con: una balanza digital para el cálculo de los pesos y elementos con escalas graduadas (probetas) para el cálculo de los volúmenes.

También, contiene una galería para seleccionar la muestra (uvas pasas, arvejas o lentejas) a medir. Adicionalmente, como se aprecia en la figura 4, dispone de dos tablas (hojas de trabajo) en formato Excel para calcular el peso y el volumen, colocar los datos y suministrar a partir de dos fórmulas los resultados finales (peso y volumen) de cada muestra evaluada, proporcionando el porcentaje de agua absorbida final. Estos datos se pueden guardar en el computador como insumo para la elaboración del informe final de laboratorio y/o imprimir como evidencia de trabajo.

Figura 3

Mesa de Trabajo Simulador Estudio de la Imbibición



Nota. Tomado de: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=15&sim=123&cnt=4>

Figura 4

Tablas en Excel (hojas de trabajo) para medir peso y volumen

Medir por peso

Weight of the dry sam...	Weight of the swollen...	Weight of water abso...	% of water absorbed
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN

Medir por volumen

Initial volume of the ...	Final volume of the w...	y-x	% of water absorbed
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN

Nota. Tomado de: <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=15&sim=123&cnt=4>

Capítulo 3. Método

La presente investigación se desarrolló desde el enfoque cuantitativo acorde a los objetivos planteados y la pregunta de investigación ¿Cuál práctica (los laboratorios y simuladores virtuales como Olabs o los laboratorios presenciales o físicos) es más efectiva para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes del grado décimo?, eje central del proceso. A la vez, el alcance de investigación se delimitó en lo descriptivo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño que se empleó fue cuasi-experimental, porque buscaba comparar las estrategias metodológicas de los laboratorios virtuales frente a los laboratorios presenciales o convencionales como metodología tradicional y evaluar su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los conceptos ligados a los mecanismos de transporte ocurridos al interior de las células. En este estudio se tomaron como participantes activos todos los estudiantes de los cursos 10°A y 10°B del grado décimo y año 1 del Programa de Diploma del Bachillerato Internacional (I.B).

3.1 Enfoque metodológico

Partiendo de los procesos de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de grado décimo, particularmente frente a los mecanismos de transporte celular, se efectuó un análisis al utilizar un pretest y un posttest, lo cual permitió por sus características, el empleo de un enfoque cuantitativo que garantizó al investigador manipular variables independientes (3 simuladores virtuales y 3 laboratorios presenciales) para observar y describir variables dependientes como la eficacia de su implementación en clase de Biología, puntualmente en la orientación sobre el tema troncal de Biología celular. Cabe resaltar, que este enfoque también facilita la comparación, en este caso la

implementación de laboratorios y simuladores virtuales Vs. las prácticas presenciales o físicas de laboratorio.

El alcance de la investigación estuvo enmarcado en el nivel descriptivo, debido a que se puede efectuar una descripción de fenómenos, situaciones, contextos y/o sucesos y, al mismo tiempo determinar cómo se exteriorizan. Sobre el particular, se tuvo en cuenta detallar en los procesos de asimilación de la teoría vista en clase frente a su empleo en el desarrollo de prácticas experimentales presenciales y virtuales con el fin de recolectar información a partir del diseño y elaboración de preinformes e informes finales de laboratorio. Es importante recalcar, que el fin de esta investigación no está delimitado en indicar o establecer relaciones entre las variables seleccionadas, por el contrario, tal y como asegura Hernández et al., (2014) “la descripción puede ser más o menos profunda, aunque en cualquier caso se basa en la medición de uno o más atributos del fenómeno de interés” (p.92).

3.2 Población

El estudio se llevó a cabo en una institución educativa de carácter privado, modalidad mixta y jornada única, ubicada en el departamento de Cundinamarca. Cuenta con la autorización de la Organización del Bachillerato Internacional (IB), con sede en Suiza, para impartir el programa de Diploma (PD), como colegio del mundo IB (International Baccalaurete). Allí confluyen estudiantes de estratos 4 en adelante. Su metodología está centrada en el enfoque de la Enseñanza para la comprensión (E.P.C). Está constituido por los niveles educativos de preescolar, básica primaria, básica secundaria y media. La población objeto de este trabajo fue el grado décimo, cuyas edades van desde los 14 hasta los 16 años. Adicionalmente, es una institución bilingüe.

3.2.1. Población y características

La población objeto de estudio pertenece al Programa del Diploma (PD) del Bachillerato Internacional® (IB), particularmente los estudiantes de grado décimo.

Los estudiantes fueron seleccionados debido a que inician el año 1 (10°) en el Bachillerato internacional y en la asignatura de Biología abordan la temática que se desea investigar enfocada en los mecanismos de transporte celular y ya cursaron grado 7° donde, de acuerdo a los estándares de educación de nuestro país ya se trabajó este contenido. Adicionalmente, se tuvo en cuenta su apropiación conceptual, debido a que la temática abordada está constituida por un contenido altamente declarativo, es decir muy abstracto, donde se evidencia un nivel de complejidad, lo que requiere un manejo a mayor profundidad de términos y conceptos. Así mismo, los estudiantes, deben dar cuenta de una serie de conocimientos previos y a la vez, sapiencia a nivel práctico y experimental. Aspectos relevantes como la manipulación de instrumentos de laboratorio, cálculo de medidas, reconocimiento de sustancias y/o reactivos y seguimiento del método científico. Al mismo tiempo, poseen habilidades en el manejo y exploración de recursos multimediales, debido al empleo constante de plataformas de universidades de categoría internacional. Enmarcado en una educación de carácter mundial, cuentan con habilidades en una segunda lengua como lo es el inglés, requisito básico para acceder a los simuladores y poder efectuar las prácticas.

3.2.2. Muestra

Para fines de la investigación, la muestra está constituida por 21 mujeres y 19 hombres para un total de 40 estudiantes de grado décimo del Programa de Diploma del I.B. nivel medio, distribuidos en dos cursos así: 10A (9 mujeres- 11 hombres) y 10B (12 mujeres y 8 hombres). Las

edades que presentan están entre 14 y 16 años. Esta muestra, es muy significativa, debido a que son los dos únicos cursos que conforman el grado décimo e inician la primera etapa del Programa de Diploma reconocida como año 1. Adicionalmente, dominan aspectos propios de este nivel como los términos de instrucción para resolver diversas actividades y/o evaluaciones, en este caso en particular poder implementar las guías propuestas para las practicas experimentales reales y virtuales (simuladores) y elaborar documentos fiables como los preinformes e informes finales de laboratorio.

Como factor determinante, partiendo de la implementación de los simuladores virtuales seleccionados (Olabs), los estudiantes ostentan un manejo adecuado del idioma inglés, lo cual fortalece la competencia lingüística enmarcada en el acceso a herramientas digitales.

Conjuntamente, el tipo de muestra empleada fue no probabilística, ya que su selección no obedeció a elementos probabilísticos, sino a “causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador” (Johnson, 2014, Hernández et al., 2013 y Battaglia, 2008b como se citó en Hernández et al., 2014, p. 176).

La totalidad de los estudiantes de grado décimo presentaron el correcto diligenciamiento del consentimiento informado (ver anexo A), el cual fue firmado por sus padres y/o acudientes para poder participar en esta investigación, teniendo en cuenta que son menores de edad. Ninguno de ellos presenta características especiales de ningún tipo, ya sea de orden cognitivo, motor, psicológico o social.

Los grupos se separaron aleatoriamente, es decir se designó al curso decimo A (grupo control) para realizar prácticas experimentales presenciales o físicas en el laboratorio de la institución y, el curso décimo B para efectuar 3 simuladores y laboratorios virtuales en casa.

3.3 Categorización

La categorización presentada en la Tabla 1, responde a los elementos centrales que están perfilados en la investigación, lo cual permitió seleccionar categorías enmarcadas en el enfoque cuantitativo y ligadas básicamente al alcance metodológico descriptivo, al enfoque educativo de la enseñanza para la comprensión (E.P.C.) y el modelo del bachillerato internacional denominado Programa del Diploma que se imparte en grados décimo y undécimo en la institución objeto de estudio. A continuación, se exponen cada una de las categorías seleccionadas, subcategorías e instrumentos basados en los tres objetivos específicos.

1. Objetivo específico 1

Identificar mediante un instrumento las ideas previas y las dificultades que presentan los estudiantes del grado décimo sobre los mecanismos de transporte celular.

Categoría: Aprendizaje

El Programa del Diploma (PD) del IB es una excelente preparación para la educación superior y la vida adulta, que anima a los estudiantes a “adoptar una actitud activa de aprendizaje durante toda su vida y a ser compasivos” (declaración de principios del IB). Por lo tanto, los profesores del PD desempeñan un papel crucial: no solo imparten conocimientos, sino que infunden en los alumnos una actitud activa de aprendizaje.

De acuerdo a la filosofía educativa del I.B. y los lineamientos de la cual hace parte la institución escenario de la investigación y estándares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, se insta al fomento en los estudiantes de la generación de ideas propias y así mismo, comprender su aplicación en el currículo y en su vida.

Tabla 1*Categorización*

Objetivos específicos	Categorías de investigación	Subcategorías	Instrumentos
Identificar mediante un instrumento las ideas previas y las dificultades que presentan los estudiantes del grado décimo sobre los mecanismos de transporte celular.	Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimiento previo 	Pretest
Implementar prácticas de laboratorio y simuladores virtuales Olabs y físicos o presenciales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de décimo.	Enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Términos de instrucción ▪ Habilidades de investigación ▪ Transposición didáctica ▪ Simuladores virtuales: <ul style="list-style-type: none"> -Imbibición -Ósmosis -Plasmólisis ▪ Trabajo experimental (trabajos prácticos) ▪ Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preinforme ▪ Guías procedimentales laboratorios presenciales o físicos ▪ Guías procedimentales simulador Olabs
Comparar el desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular entre los laboratorios físicos o presenciales y los simuladores virtuales (Olabs).	Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferencia ▪ Resolución de problemas 	<p>Informe final de laboratorio</p> <p>Postest</p>

Nota. Descripción de las categorías y subcategorías de investigación. Fuente: elaboración propia.

Desde sus inicios, el PD ha adoptado un enfoque ampliamente constructivista y centrado en los alumnos, ha hecho hincapié en la importancia de la interconexión y la simultaneidad del

aprendizaje, y ha reconocido la importancia de que los alumnos vinculen su aprendizaje con sus contextos locales y globales. Estas ideas siguen siendo parte central de la educación del IB hoy en día.

En correspondencia, esta categoría está directamente relacionada con la asimilación de terminología importante relacionada con los mecanismos de transporte celular ocurridos a través de la membrana celular por parte de los estudiantes. Supone que, aunque dichos conceptos están relacionados, no existe una progresión del uno al otro, tienen un significado especial en las ciencias, y es importante distinguirlos del uso que se les da en la vida diaria.

Subcategorías:

- **Conocimientos previos:**

Teniendo en cuenta que, cuando el alumno inicia un proceso de enseñanza dispone de “capacidades, instrumentos, estrategias y habilidades para llevar a cabo el proceso” (Miras, 2000, pág. 49), lo que le permite afrontar el aprendizaje de un nuevo contenido a partir de una serie de conocimientos adquiridos y construidos a partir de sus experiencias, las ideas previas en este caso, se convierten en insumo para los estudiantes al momento de resolver las preguntas contenidas en el pretest, con el fin de identificar fortalezas y/o falencias frente a sus conocimientos vinculados con la Biología celular. En este sentido, la disposición y representación de los conocimientos previos va a depender del contenido enseñado y su nivel de profundidad con el cual se trabajó.

- **Instrumento:**

Pretest

El pre-test o prueba piloto, es una actividad que formo parte del diseño de un cuestionario escrito con 20 preguntas de tipo selección múltiple con única respuesta, relacionadas con los mecanismos de transporte celular. Este instrumento, resulto de mucho interés para el aseguramiento de la validez en la obtención de los resultados. Su diseño y contenido se explicará con mayor detalle en el apartado instrumentos.

2. Objetivo específico 2

Implementar prácticas de laboratorio presenciales o físicos y los simuladores virtuales Olabs para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.

Categorías:

- Enseñanza

El término “enfoques de la enseñanza y el aprendizaje” en el Programa del Diploma se refiere a las estrategias, habilidades y actitudes deliberadas que permean el entorno de enseñanza y aprendizaje.

Estos enfoques y herramientas, que están intrínsecamente relacionados con los atributos del perfil de la comunidad de aprendizaje del IB, potencian el aprendizaje de los alumnos y los ayudan a prepararse para la evaluación del Programa del Diploma y adicionalmente, aportar a la presentación de evaluaciones de carácter nacional como las pruebas Saber-ICFES.

Subcategorías:

- **Habilidades de investigación**

Dentro de su aprendizaje en el programa, los estudiantes adquieren y aplican un conjunto de habilidades transdisciplinarias: sociales, de comunicación, de pensamiento, de investigación y de autocontrol. Estas habilidades son muy importantes, no solo en las unidades de indagación, sino en la enseñanza y el aprendizaje dentro del aula y en la vida fuera del colegio. Para el diseño de las guías de las seis prácticas de laboratorio (3 presenciales y 3 virtuales), se partió teniendo en cuenta las habilidades de investigación que se exponen en la Tabla 2, las cuales deben ser fortalecidas de acuerdo a los parámetros solicitados por el Bachillerato Internacional (I.B).

- **Términos de instrucción**

Debido a que todas las cuestiones y enunciados de evaluación de Biología del I.B. están construidas con estos términos de examen que les permiten conocer qué es lo que se espera que hagan al momento de resolver las preguntas planteadas en las evaluaciones internas o externas, los estudiantes deberán familiarizarse con los términos y expresiones utilizadas interpretándolas tal y como se describe en la Tabla 3 (ver anexo B). Aunque estos términos se usarán frecuentemente en las preguntas de examen, se emplean en el diseño de las diferentes actividades programadas para su asimilación. En este caso, los estudiantes al efectuar el reconocimiento de la guía y poder elaborar el preinforme de laboratorio debían resaltar con color verde los términos de instrucción presentes, y así mismo ejecutarlos de acuerdo a la definición propuesta por el I.B. Estos términos de instrucción indican el grado de profundidad en el tratamiento de un aspecto o tema.

Tabla 2*Habilidades de Investigación en el Bachillerato Internacional*

Habilidad	Descripción
Formular preguntas	Identificar algo que queremos o necesitamos saber y formular preguntas pertinentes y convincentes que pueden ser investigadas.
Observar	Utilizar todos los sentidos para observar detalles pertinentes.
Planificar	Desarrollar un plan de acción; elaborar un esquema; idear modos de encontrar la información necesaria.
Obtener datos	Recopilar información de diversas fuentes primarias y secundarias, como mapas, encuestas, observación directa, libros, películas, personas, museos y tecnologías de la información y las comunicaciones.
Registrar datos	Describir y registrar las observaciones en ilustraciones, notas, gráficos, cuentas o informes.
Organizar datos	Ordenar y clasificar la información, disponerla de manera comprensible, por ejemplo, descripciones narrativas, tablas, líneas de tiempo, gráficos y diagramas.
Interpretar datos	Extraer conclusiones de relaciones y patrones que surgen de los datos organizados.
Presentar los resultados de una investigación	Comunicar eficazmente lo que se ha aprendido, seleccionar los medios adecuados.

Nota. Adaptado de *Cómo hacer realidad el PEP. Bachillerato Internacional.*

- **Transposición didáctica**

El saber erudito o científico es aquel que ha sido adquirido y elaborado por las instituciones especializadas en un determinado campo del saber, como por ejemplo la biología, la química, entre otras. Al ser un conocimiento muy técnico o complejo, es preciso que sea modificado de

modo que pueda ser asimilado por personas no especializadas en el tema, en este caso los estudiantes de grado décimo.

La transposición didáctica implica una serie de fases en las que el conocimiento científico es adaptado progresivamente al nivel de los estudiantes. Este conocimiento se va moldeando de acuerdo a los objetivos del currículum propuesto por las autoridades de la educación (Ministerio de Educación Nacional y el Bachillerato internacional) implican en este proceso, dotando al conocimiento de utilidad para los alumnos.

El conocimiento científico es sometido a dos transformaciones principales. En primer lugar, es modificado de tal forma que pueda ser enseñado y transformarse en objeto de enseñanza. De acuerdo a Montagud (sin fecha) en esta primera transformación se implican los didactas y los expertos en el campo de la educación. Luego, se presenta la segunda transformación, en la que el docente toma este conocimiento que ya le ha venido modificado y lo adapta en función de las características de su aula. En concordancia, para esta investigación fueron empleadas estrategias didácticas como la manipulación de tres simuladores virtuales y el desarrollo de tres practicas presenciales, las cuales se basaron teóricamente en los mecanismos de transporte celular a través de la membrana celular, donde el empleo de la teoría conceptual fue llevada a la práctica. De la misma manera se podrá conferir de conocimientos útiles, actuales y con base científica a los estudiantes.

- Trabajo en equipo

Uno de los elementos clave en los que se centrales en la enseñanza en el Programa del Diploma empleado en la institución, es el trabajo en equipo y la colaboración. Este principio se aplica al fomento del trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes, pero también hace referencia a la relación de colaboración que existe entre profesores y estudiantes. De acuerdo a

las practicas experimentales ejecutadas se busca que el conocimiento sea construido de forma conjunta a partir de la interacción entre los diferentes participantes de la investigación. Lo anterior, se puede evidenciar en el establecimiento de roles en los grupos de trabajo en las practicas presenciales, los cuales fueron formados democráticamente por los mismos estudiantes. Este trabajo se evaluó teniendo en cuenta su desempeño individual a partir de la elaboración del informe final de los laboratorios y de forma grupal al apropiarse de su rol en un grupo enmarcado en la responsabilidad colectiva.

- Trabajo experimental (trabajos prácticos)

Mediante el estudio de la Biología, los alumnos deberán tomar conciencia de la forma en que los científicos trabajan y se comunican entre ellos. Si bien el método científico puede adoptar muy diversas formas, es el enfoque práctico, mediante trabajos experimentales, lo que la caracteriza.

El plan de trabajos prácticos o experimentales del colegio fomenta en los estudiantes el hecho de experimentar con profundidad las temáticas del curso. El trabajo experimental abordado en esta investigación basado en el empleo de prácticas presenciales y simuladores busco desarrollar métodos de manipulación de variables donde los estudiantes fueran capaces de seguir instrucciones con exactitud y utilizar de forma segura, competente y metódica diversas técnicas y equipos. Para evaluar este aspecto se tendría como insumo la presentación de los informes de laboratorio al culminar cada una de las practicas.

- Simuladores virtuales:

Los simuladores virtuales se tomaron en cuenta como las variables independientes que el investigador manipulo. Estos hacen parte de las clases 9 y 11 de Biología de la plataforma Olabs

diseñada en India. Se seleccionaron tres practicas virtuales y tres practicas presenciales que involucraban tres temas específicos, a saber:

- Imbibición:

El objetivo de este experimento era determinar el porcentaje de agua absorbido por algunas semillas como lentejas, arvejas y uvas pasas. Con esta práctica experimental los estudiantes verificaron que el agua es el componente más importante de las plantas y es esencial para el mantenimiento de la vida, el crecimiento y el desarrollo. Adicional, que el transporte de agua hacia y a través de una planta se lleva a cabo mediante diferentes procesos como ósmosis, difusión e imbibición.

- Ósmosis

El fin de este experimento fue estudiar la ósmosis mediante un osmómetro de papa. Reconociendo que la ósmosis es el proceso en el que las moléculas de disolvente se mueven a través de una membrana semipermeable desde una región de mayor concentración a una región de menor concentración hasta que la cantidad de líquido se iguala en ambos lados de la membrana semipermeable. Aspectos como las causas e importancia de la osmosis fueron comprobados de manera experimental, así como la presencia de la ósmosis en diferentes tipos de soluciones.

- Plasmólisis

A partir de este trabajo de laboratorio se logró demostrar como ocurre la plasmólisis en cáscaras de la planta *Rhoeo* en soluciones hipotónicas, isotónica e hipertónicas utilizando solución salina. Reconociendo de igual forma la plasmólisis como un proceso de encogimiento o contracción del protoplasma de una célula vegetal como resultado de la pérdida de agua de la

célula y al mismo tiempo, que la plasmólisis es uno de los resultados de la ósmosis que ocurre muy raramente en la naturaleza, en algunas condiciones extremas.

- Instrumentos

Preinforme- Guías procedimentales laboratorios presenciales o físicos y simuladores virtuales: Este instrumento fue elaborado para que los estudiantes realizaran un trabajo experimental en dos etapas. Inicialmente, la primera parte de la guía general de cada una de las tres practicas experimentales, fue abordada como un preinforme, debido a que contenía apartados importantes para dar inicio a un proceso experimental, tales como:

1. El reconocimiento de un tema específico
2. La determinación de unos propósitos
3. La resolución de una pregunta problema
4. El establecimiento de hipótesis
5. La construcción de un marco teórico basado en fuentes fiables.

El diseño de las guías en general fue una adaptación de las etapas de elaboración de la evaluación interna (investigación individual que debe realizar los estudiantes del programa de diploma del I.B. como requisito para su graduación) efectuada por la autora de esta investigación. (ver en descripción de instrumentos).

3. Objetivo específico 3

Comparar el desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular entre los laboratorios físicos o presenciales y los simuladores virtuales (Olabs).

Categorías:

▪ Evaluación

Los objetivos de evaluación de Biología reflejan aquellos aspectos de los objetivos generales que deben evaluarse de manera formal interna o externamente. Dichas evaluaciones se centrarán en la naturaleza de la ciencia (Internacional, Organización del Bachillerato, 2016). El propósito de las temáticas abordadas enmarcadas en el estudio de los mecanismos de transporte celular, es que los alumnos alcancen los siguientes objetivos de evaluación: (los cuales serán reflejados en la resolución del postest y son fruto de las actividades experimentales ejecutadas, elaboración de preinformes e informe final de laboratorios)

1. Demostrar conocimiento y comprensión de:
 - a. Hechos, conceptos y terminología
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Cómo comunicar la información científica
2. Aplicar:
 - a. Hechos, conceptos y terminología
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Métodos de comunicar la información científica
3. Formular, analizar y evaluar:
 - a. Hipótesis, preguntas de investigación y predicciones
 - b. Metodologías y técnicas
 - c. Datos primarios y secundarios

d. Explicaciones científicas

4. Demostrar las aptitudes de investigación, experimentación y personales necesarias para llevar a cabo investigaciones perspicaces y éticas.

Subcategorías:

▪ Transferencia

En el contexto del proceso de enseñanza y aprendizaje según afirma Salmeron (2013), la transferencia se refiere a la aplicación de un conocimiento adquirido en un contexto particular a una situación distinta. Es así como de acuerdo a la implementación de las prácticas de laboratorio seleccionadas en la presente investigación el Programa de Diploma y su vinculación con los estándares de educación de nuestro país fomenta la transferencia en los estudiantes, al hacer hincapié en la simultaneidad del aprendizaje. Al estudiar a la vez diferentes asignaturas y los componentes del núcleo temático, se pretende que los alumnos tengan más oportunidades de establecer vínculos y conexiones de las que tendrían si no fuera así. Sin embargo, a partir de únicamente el estudio, en este caso de la Biología no es suficiente garantizar que los alumnos estén transfiriendo su aprendizaje de forma eficaz. Al contrario, la transferencia debe enseñarse expresamente, animando a los estudiantes a establecer conexiones entre su aprendizaje en diferentes contextos. Es así, que los simuladores y prácticas presenciales llevan a los estudiantes a tener experiencias más auténticas y significativas, donde el estudio de problemas de la vida real puede ser más interesante para los alumnos que los problemas imaginarios o falsos que suelen usarse en clase, ya que los primeros son más pertinentes y auténticos.

- Instrumentos

El instrumento empleado para evaluar esta subcategoría será la aplicación de un pos-test a la totalidad de los estudiantes, con el fin de describir sus resultados a partir de una comparación entre la implementación de prácticas experimentales de carácter presencial o físico y simuladores virtuales para el reconocimiento de los mecanismos de transporte celular.

3.4 Instrumentos

En el presente trabajo de investigación se emplearon diferentes instrumentos para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos en el marco del proceso enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular. A continuación, se explican detalladamente cada uno de ellos.

3.4.1. Pre-test y Pos-test

Para la presente investigación se elaboró un cuestionario tipo pretest y postest (Ver anexo C), el cual se basó en el diseño de preguntas empleadas en pruebas interna y externas. Como insumo relevante se empleó la cartilla liberada por el ICFES titulada “Banco de preguntas de Biología” la cual estaba dividida en los ámbitos celular, organísmico y ecosistémico. Las preguntas seleccionadas correspondieron al ámbito celular. Así mismo, se emplearon varias preguntas contenidas en pruebas externas aplicadas por el Bachillerato internacional (I.B.) así como preguntas contenidas en los simuladores virtuales específicamente, del apartado titulado “A viva voz”. De acuerdo a su diseño las 20 preguntas pueden ser categorizadas como tipo I, ya que son de selección múltiple con única respuesta. Los documentos utilizados como referente (nacionales e internacionales) son de carácter público y han sido liberados para su empleo en las

instituciones como una herramienta para reforzar y repasar temáticas y tipos de preguntas que se presentaran en las pruebas finales.

Las 20 preguntas se catalogaron de acuerdo al concepto específico tratado, relacionado con los mecanismos de transporte celular. Cabe resaltar que un concepto presenta mayor número de preguntas, debido a que es el que más se ha preguntado de acuerdo a la revisión efectuada a las pruebas aplicadas desde el 2009. Aunque, el transporte pasivo o simple de sustancias se realiza mediante la bicapa lipídica o los canales iónicos, e incluso por medio de proteínas integrales, hay cuatro mecanismos de transporte pasivo (ósmosis, difusión simple, difusión facilitada y diálisis o ultrafiltración) y a su vez, la ósmosis está relacionado con los tipos de soluciones en los que se puede encontrar las células: solución isotónica, solución hipotónica y solución hipertónica, en la clasificación de las preguntas presentes en la Tabla 4, se tuvo en cuenta la especificidad requerida en el enunciado.

Tabla 4

Categorías para Análisis de Resultados.

Categoría	Número de preguntas
Ósmosis: Soluciones isotónicas, hipotónicas e hipertónicas	12 preguntas (2,3,5,6,7,9,11, 12,14,18,19,20)
Transporte pasivo: Difusión simple- Difusión facilitada	3 preguntas (4, 8, 13)
Transporte Activo	5 preguntas (1, 10,15,16, 17)
Total	20 preguntas

El pretest se aplicó de manera individual al total de los estudiantes antes de implementar las seis practicas experimentales (3 presenciales y tres simuladores virtuales). La asignación de la puntuación obtenida empleo los parámetros cuantitativos utilizados por la institución, cada uno de los 20 puntos tuvo un valor de 0.25 sobre 5.0.

Luego, este cuestionario fue implementado como postest posterior, a que los estudiantes ejecutaran de acuerdo al grupo A o B las practicas experimentales y elaboraran sus informes de laboratorio finales.

3.4.2. Guías de laboratorio

La implementación tanto, de los laboratorios presenciales o fisicos y los simuladores virtuales contaron cada uno con una guía de laboratorio, la cual en general contenía un diseño asociado a la evaluación interna (investigación de carácter individual que los estudiantes del Programa de Diploma deben presentar como requisito para su graduación). Este diseño obedeció a una adecuación efectuada por la investigadora con el fin de familiarizar a los estudiantes con las categorías propias de una investigación. La estructura de las guías refería los aspectos que apreciados en la tabla 5 (ver anexo D).

Las guías, además de proporcionar a los estudiantes la orientación frente a las practicas experimentales (presenciales o virtuales), también suministraron información relevante al docente para evaluar la apropiación teórica concerniente a la temática. Este documento fue calificado en dos etapas. La primera como un preinforme de laboratorio, donde los estudiantes debían elaborar un documento previo a la ejecución de las prácticas, el cual debía contener los primeros 8 aspectos de la guía general y la segunda, como un informe de laboratorio final asociando las restantes categorías luego de desarrollar las practicas experimentales.

3.4.2.1. Guía de laboratorio N°1. Laboratorio “Estudio de la Ósmosis” presencial o físico

El diseño de la guía (ver anexo E), partió del procedimiento que se encuentra en la plataforma Olabs donde se ubican los simuladores virtuales que fueron empleados. Se usaron todas las categorías generales anteriormente mencionadas las cuales no estaban en los simuladores virtuales. Se inicio con la selección del tema y el propósito que se quería alcanzar. A continuación, se efectuó el planteamiento de la pregunta problema, seguida por los espacios destinados para ubicar por parte de los estudiantes las hipótesis, el marco teórico, la identificación de variables, el experimento control para garantizar la fiabilidad de los resultados obtenidos. Luego, aparecen escritos los materiales que se emplearan, un espacio que corresponderá a la evaluación de riesgos y seguridad en la práctica. Inmediatamente, se apreciarán los procedimientos en orden, una tabla para ubicar los resultados, varias preguntas que servirán como análisis de resultados. Y finalmente, se encontrarán espacios destinados al establecimiento de las conclusiones, evaluación del laboratorio, bibliografía, webgrafía y ubicación de anexos. Es importante destacar que se realizó una adaptación y complementación del procedimiento para asegurarse que los pasos de ejecución fueran iguales sin importar si se efectuaba una práctica presencial o un simulador virtual. Lo anterior, para ser objetivos al momento de calificar y garantizar que todos los estudiantes pudieran recrear los mismos fenómenos.

En este sentido, una modificación que se tuvo en cuenta fue que en el procedimiento para la práctica presencial solamente incluía el empleo de una concentración de azúcar al 20%, mientras que el simulador virtual ofrecía cinco valores (0%, 10%, 15%, 20%, 25%). De esta manera se incluyeron en la guía los valores faltantes.

Al finalizar la práctica los estudiantes debían obtener resultados para poder utilizarlos en la elaboración del informe final de laboratorio.

3.4.2.2. Guía de laboratorio N°2. “Ósmosis” - Simulador virtual

Las etapas de la guía de laboratorio “Ósmosis” relacionadas con el empleo del simulador virtual consto de las mismas que contenía la práctica presencial o física del mismo tema (ver anexo F). Exceptuando por el procedimiento, ya que este se direccionaba en función de la selección de variables y sus respectivos comandos. En este caso, los estudiantes no debían preparar los osmómetros de papa porque la simulación los ofrecía, solo debían seleccionar las variables de concentración de azúcar y revisar los resultados.

Al finalizar la práctica los estudiantes debían obtener resultados para poder utilizarlos en la elaboración del informe final de laboratorio.

3.4.2.3. Guía de laboratorio N°3. “Plasmólisis”- Laboratorio presencial o físico

La guía (ver anexo G) contenía todas las etapas de la estructura general. Se efectuó una adecuación a los procedimientos teniendo en cuenta que en la práctica presencial se emplearía el microscopio y los estudiantes tendrían la posibilidad de observar los montajes con los diferentes objetivos (4X,10X, 40X). Por lo tanto, se incluyeron estos espacios adicionales en la tabla de resultados para las concentraciones de NaCl al 0.1% y 0.5%.

3.4.2.4. Guía de laboratorio N°4. “Plasmólisis” - Simulador virtual

Esta guía (ver anexo H) comparada con la práctica presencial del mismo tema, conto con un procedimiento más extenso, debido a que los estudiantes podrían seleccionar en el simulador 6 concentraciones de NaCl (0.1%, 0.45%, 0.90%, 1.80%, 3.60%, 7.20%) a diferencia de 2 en las practicas presenciales. Adicionalmente, una vez que los estudiantes observaban los montajes con

diferentes concentraciones, debían seleccionar el tipo de solución en el cual estaban las células (solución isotónica, solución hipotónica o solución hipertónica). Las restantes etapas fueron las mismas de la práctica física.

3.4.2.5. Guía de laboratorio N°5. “Imbibición”- Laboratorio presencial o físico

La guía para el tema de imbibición (ver anexo I), al igual que las anteriores, conto con una adecuación al procedimiento dispuesto en la plataforma Olabs. En este caso, se suministró un valor exacto de semillas a utilizar (20 unidades por cada tipo) y la cantidad de agua destilada (30 ml), debido a que en la sugerencia de la plataforma mencionaba “pese unas 20 semillas y cúbralas con agua destilada”, no eran valores constantes para garantizar la fiabilidad de los resultados.

Al mismo tiempo, se colocaron los pasos relacionados con la obtención del peso inicial y final así como, el volumen inicial y final, para poderlos reemplazar en las fórmulas requeridas para la obtención de resultados. En consecuencia, en el apartado titulado resultados se proporcionó la tabla similar a la empleada en el simulador para el cálculo de valores como el peso y volumen finales y porcentajes de agua absorbida. Las restantes etapas fueron las mismas de la guía para utilizar a partir del simulador virtual.

3.4.2.6. Guía de laboratorio N°6. “Imbibición”- Simulador virtual

Esta guía de laboratorio sobre la Imbibición de agua por parte de las células (ver anexo J) empleo todas las etapas de diseño de una guía general. En el caso de la ubicación de los resultados, el simulador proporciono dos tablas en Excel para que los estudiantes fueran ubicando los datos obtenidos sobre el peso y volumen inicial y final. Adicional, ofrecía la facilidad de obtención del porcentaje de absorción de agua sin hacer cálculos adicionales y poder imprimirla o guardarla en formato PDF para emplearse en el informe final de laboratorio.

3.5 Validación de instrumentos

Teniendo en cuenta la importancia de la confiabilidad de los resultados, en este trabajo de investigación se validaron los instrumentos empleados pretest, postest, guías de laboratorio presencial o físico sobre ósmosis, plasmólisis e imbibición y las tres guías para realizar los simuladores virtuales sobre ósmosis, plasmólisis e imbibición. Estos documentos escritos fueron revisados por dos pares de expertos en la materia los cuales examinaron las posibles inferencias que se hubieran podido presentar a partir de los resultados obtenidos.

3.5.1. Juicio de expertos

Con el fin de garantizar la efectividad y fiabilidad de los resultados obtenidos en la investigación, los instrumentos de evaluación empleados fueron evaluados y avalados por dos académicos con experticia en la investigación y pedagogía y, un experto en Biología y química.

Los validadores coincidieron en que los instrumentos diseñados cumplían con los requerimientos para lograr evaluar los objetivos de manera objetiva y así mismo, poderlos implementar (ver anexo K). También, se destacó en esta validación la claridad frente a las variables empleadas (variable independiente: 3 simuladores- laboratorios virtuales y 3 practicas experimentales presenciales o físicas; Variable dependiente: la eficacia de su implementación en clase de Biología, puntualmente en la orientación sobre el tema troncal de Biología celular. (Ver anexo 8)

Se efectuaron algunas recomendaciones en el caso del pretest como:

- Preguntas 12 y 14 aclarar en las gráficas de barras la variable tiempo en el eje X.
- Pregunta 16, se sugiere colocar convenciones para explicar la gráfica de barras que acompaña el enunciado de la pregunta. No se realizó este cambio, teniendo en cuenta

que la prueba se imprimió a color y que en el enunciado se indica a que variable corresponde cada uno de los colores.

- Pregunta 20, se sugiere traducir las palabras que aparecen en la imagen las cuales están en inglés. Este cambio no se efectuó, debido a que los estudiantes son bilingües y son términos muy fáciles de entender.

3.6 Procedimiento

El procedimiento del trabajo investigativo estuvo dividido en tres fases (inicial, implementación y evaluación), las cuales proporcionaron los insumos para coleccionar los datos brutos y transformarlos en información que permitiera responder al problema inicialmente planteado.

3.6.1. Fases

Para el desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo las siguientes fases:

3.6.1.1 Fase inicial

En esta fase se realizó la caracterización del problema; se plantaron los objetivos, se efectuó una revisión bibliográfica en diferentes fuentes sobre el empleo de los simuladores y laboratorios virtuales en clase de Biología ligados básicamente al estudio de la biología celular, exclusivamente en los mecanismos de transporte celular empleando como herramienta la plataforma Olabs y tres de sus prácticas experimentales.

Adicionalmente, se elaboraron 6 guías de aplicación (3 sobre simuladores virtuales y 3 prácticas físicas o presenciales). Estas fueron el resultado de la adaptación de las etapas de una investigación que todos los estudiantes del Programa de Diploma del I.B deben presentar y

algunos procedimientos incluidos en los simuladores virtuales seleccionados. También, se construyó una prueba de selección múltiple con única respuesta que contenía 20 preguntas tipo Pruebas Saber-ICFES para ser aplicado como pretest y pos-test antes y después de la implementación de las practicas experimentales físicas/presenciales y los simuladores virtuales.

Adicionalmente, para garantizar la participación voluntaria y segura de los participantes de la investigación (menores de edad) y dar a conocer sus aspectos, se elaboró un formato de consentimiento informado (ver anexo A.) el cual contenía en su estructura: Introducción, investigador, tema, objetivo, método, beneficios, duración prevista, riesgo para el participante, confidencialidad del participante, confidencialidad de los resultados, selección de participantes. Culminaba con los apartados diseñados para la firma del participante (estudiante), el curso y la fecha en que participaría. Así mismo, con los espacios para ubicar el nombre del padre/madre y/o acudiente del menor de edad y su respectiva firma.

3.6.1.2 Fase de implementación

Se inició a partir del diligenciamiento oportuno del consentimiento informado por parte de los estudiantes y sus padres y/o acudientes. Teniendo en cuenta este aval se aplicó el pretest en las aulas de clase al total de los 40 estudiantes participes de la investigación, con el objetivo de reconocer sus presaberes frente al tema en cuestión “mecanismos de transporte celular”. Con el fin de implementar las seis practicas experimentales el curso décimo A, se tomó como control para efectuar las 3 practicas físicas/presenciales en el laboratorio de Biología de la institución educativa, y el curso décimo B, para ejecutar los 3 simuladores virtuales Olabs seleccionados en los computadores de cada uno de los estudiantes en casa. Las etapas de desarrollo de las prácticas tanto virtuales en los Simuladores, como los laboratorios de carácter presencial o físico se pueden detallar en las Figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10 (ver anexos L, M, N O, P y Q). Igualmente, los estudiantes

evaluados elaboraron informes de laboratorio para las practicas efectuadas partiendo de guías elaboradas por la autora de la investigación.

En los dos (2) cursos (A-B) se aplicaron los instrumentos de medición vinculados a las practicas experimentales y posteriormente el pos-test con el fin de evaluar el impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con los mecanismos de transporte celular a través de la membrana plasmática.

3.6.1.3 Fase de evaluación

Esta etapa estuvo enfocada en la recolección de datos producto de la implementación de los instrumentos de evaluación. Para ello, se realizó una categorización de las 20 preguntas que contenían el pre-test y pos-test en 3 categorías como se apreció anteriormente en la tabla 4 para efectuar un análisis descriptivo empleando como base los aportes de varios autores que trabajaron acerca de los laboratorios reales o físicos, los simuladores virtuales y mecanismos de transporte celular. Este análisis, se realizó a partir de dos etapas vinculadas a los objetivos específicos. En la primera, se evaluaron los resultados de los pretest afines a la identificación de ideas previas y obstáculos de los estudiantes frente a la temática de los mecanismos de transporte celular. Posteriormente, en la segunda etapa se analizaron los resultados de la aplicación del postest a partir de una comparación frente a la ejecución de tres practicas experimentales presenciales o físicas y tres simuladores virtuales (Olabs), vinculando así los objetivos específicos dos y tres.

3.6.2. Cronograma

El cronograma que se observa en la Tabla 5, plasmo las actividades programadas para efectuar la investigación sobre “Uso de los laboratorios y simuladores virtuales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo”.

En su ejecución se debieron realizar algunos cambios relacionados especialmente con la implementación de los instrumentos de evaluación (pre-test/ pos-test, 3 practicas experimentales presenciales o físicas y 3 simuladores virtuales) debido al tercer pico de contagio en el marco de la pandemia por covid-19. Inicialmente, estaba presupuestado para aplicarlos en las dos últimas semanas del mes de abril (19 a 30), pero como resultado de las medidas impuestas por la alcaldía mayor de Bogotá, la alternancia en las instituciones educativas se debió retomar hasta el 9 de mayo. Por lo tanto, la aplicación de los instrumentos inicio el 10 de mayo de 2021.

Así mismo, la evaluación de los instrumentos a aplicar por parte de los evaluadores se tomó un tiempo adicional a lo estipulado, pero gracias a sus recomendaciones se lograron ajustar algunas preguntas en las guías de laboratorio.

3.7 Análisis de datos

Para llevar a cabo el análisis de datos brutos en la presente investigación se efectuaron las siguientes actividades:

1. Recopilación de pretest y posttest resueltos de manera presencial en las instalaciones de la institución.
2. Categorización de preguntas para su tabulación relacionada con la temática en común como se aprecia en la Tabla 4.
3. Digitación y tabulación de cada una de las respuestas tanto del pretest como en el posttest en una base de datos a partir del programa Excel.
4. Elaboración de tablas de porcentajes de aciertos con cada una de las preguntas y opciones de respuestas en el pretest y posttest de acuerdo con su categoría, realizadas a partir del análisis inicial y final para cada grupo participante.
5. Elaboración de gráficas de barras con los resultados obtenidos del pretest y posttest con ayuda del programa Excel.
6. Análisis descriptivo por grupos de categorización de las preguntas empleando como referencia diversos autores que han abordado la misma temática y/o variables independientes (prácticas de laboratorio presenciales o físicas y los simuladores virtuales).

Capítulo 4. Análisis de resultados

Para el presente análisis se tuvo en cuenta la implementación de los cuestionarios tipo pretest y posttest formulados sobre los mecanismos de transporte celular a los estudiantes de grado décimo de una institución de carácter privado y perteneciente al bachillerato internacional (I.B.)

Estos instrumentos constituyeron un insumo relevante para describir el estado inicial y final de los estudiantes a partir de las valoraciones obtenidas frente al tema de estudio después de ejecutar las practicas experimentales, tanto físicas o presenciales como el uso de los simuladores virtuales.

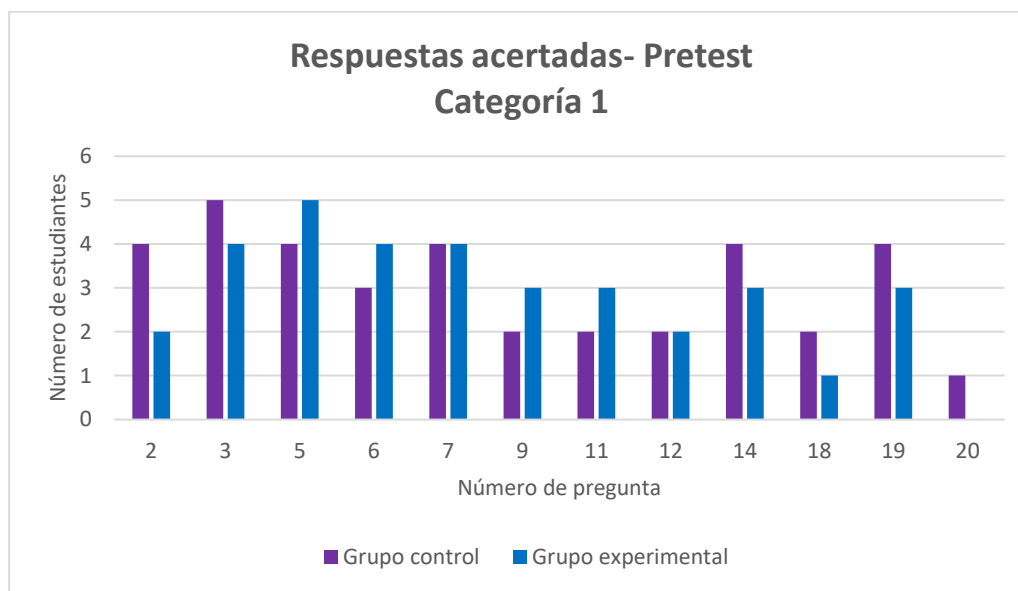
El análisis se efectuó en dos etapas partiendo de las tres categorías en las cuales se vincularon las preguntas del pre-test y pos-test y, teniendo en cuenta adicionalmente los objetivos específicos establecidos al inicio de la investigación, así:

1. Primera Etapa: Ideas previas y obstáculos frente al estudio de los mecanismos de transporte celular por parte de los estudiantes participantes. Aquí se llevó a cabo un análisis general a partir de las categorías establecidas frente a los resultados obtenidos en el pretest.
2. En un segundo momento, el análisis se orientó a revisar el segundo objetivo específico asociado con la implementación de prácticas experimentales físicas y/o presenciales y los simuladores virtuales (Olabs) y, así mismo realizar una comparación frente al desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular el cual era el tercer objetivo planteado.

4.1. Ideas previas y obstáculos frente al estudio de los mecanismos de transporte celular (Resultados pretest)

Figura 11

Categoría 1: Ósmosis (Soluciones Isotónicas, Hipotónicas e Hipertónicas)



Como se muestra en la Figura 11, en esta categoría se analizaron 12 preguntas que estaban directamente relacionadas en su enunciado y posibles respuestas con el tema de ósmosis. Empleando como punto de referencia las respuestas brindadas por los estudiantes se subraya que, tanto en el grupo control y como en el grupo experimental se encuentran los niveles más bajos de resolución de preguntas de forma acertada en esta categoría. Estos oscilan entre un 80% y 100% en desaciertos. Partiendo de los datos suministrados por la tabla 1, en el caso de las preguntas 2, 3, 5, 6, 7 y 9 que estaban relacionadas con los medios y/o soluciones donde se podrían encontrar las células (hipotónico, isotónico o hipertónico), revelo que entre el 75% y el 90% del total de los estudiantes de la muestra consideraba que la concentración de solutos en el medio celular es independiente al aumento o disminución de volumen celular o al incremento o

disminución de sustancias intra o extracelulares. De igual forma, al preguntarles puntualmente por el concepto de ósmosis el 85% de los alumnos tanto del grupo control como del grupo experimental, declararon que en este proceso el movimiento de solutos a través de una membrana, ocurre desde una concentración de agua baja hacia una concentración alta, cuando en este proceso ocurre de manera inversa, aquí el movimiento de solutos a través de una membrana se efectúa desde una concentración de agua alta hacia una concentración baja. En este punto, se advierte la no asimilación de conceptos como concentración, soluto y solvente. En sintonía con Piriz, et al. (2019) emplear el término concentración para cantidad, desconociendo que el primero de ellos se refiere a la distribución espacial del soluto y que, por ende, el volumen de la solución está implícito en dicha magnitud (p.25). De igual forma, se evidenció una dificultad en el aula al momento de enseñar el proceso complejo de la ósmosis.

Lo anterior, conduce a identificar un conflicto en los estudiantes para relacionar el papel que cumple la membrana plasmática como agente semipermeable. Sobre el particular, García, Jiménez, Fonfria, Fernández y Torralba (2002) afirman que es necesario resaltar la importancia que tiene el estudio de la estructura y funciones de las membranas celulares para el conocimiento de la célula ya que son esenciales para la organización celular y el 90% de las funciones de las células eucarióticas se llevan a cabo en membranas (p.202).

Por otro lado, el grupo experimental supera en un 5% al grupo control frente a la resolución acertada de la pregunta 11, aunque el porcentaje de desaciertos es elevado, estando entre un 85% y 90%, lo cual demuestra que los estudiantes exhiben problemas para comprender las diferencias

entre soluciones hipertónicas e hipotónicas y los cambios que conlleva a las células y organismos que se encuentran allí.

Píriz, et al. (2019) refieren que esto trae como consecuencia que información limitada sobre las diferencias en la osmolaridad de las soluciones sea insuficiente para predecir cambios en el volumen de las células (p.5). En el aula con frecuencia se pueden encontrar algunos obstáculos para llevar a cabalidad el proceso de aprendizaje, como lo son algunas ideas erróneas de los estudiantes. Por tal razón, es importante conocer las características de esas limitaciones para fortalecer el aprendizaje (Caballer y Giménez, 1998, como se citó en Berlanas, 2014, p.7).

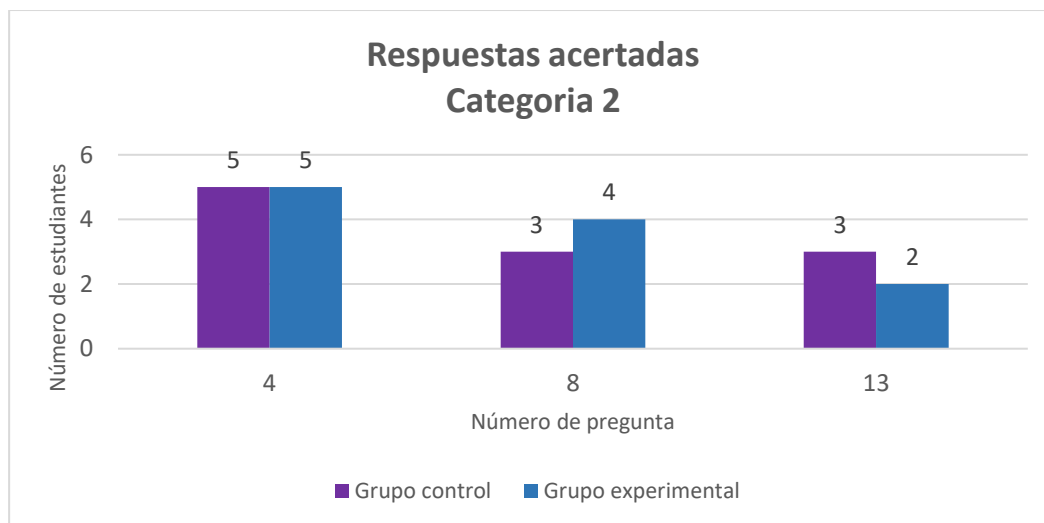
Llama la atención respecto a los resultados acerca de las preguntas 18 y 20 las cuales hacían alusión a una práctica experimental (osmómetro de papa) donde se empleó una situación problema. Se registraron los porcentajes más bajos (0% y 5%) de asertividad en los dos grupos de estudio. Reflejando que se establecen imprecisiones respecto a la incidencia del porcentaje de sustancias (soluteo y solvente) que se encuentran dentro y fuera de las células con el ingreso o salida de agua.

Se pone de manifiesto que la competencia de indagación, la cual está directamente vinculada con capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural y que, además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas debe ser robustecida a partir de metodologías que lleven a la praxis los contenidos teóricos revisados en el aula de clase. En concordancia, la modificación a nivel metodológico se podrá revelar según Campanario y Otero (2000) “si se expone a los sujetos a situaciones repetidas en las que tengan que emitir hipótesis consistentes con sus conocimientos previos y expectativas, diseñar experimentos, realizarlos y analizar los resultados, discutir situaciones abiertas y evaluar alternativas” (p.5).

A lo largo de los procesos en el aula los estudiantes han adquirido una serie de conocimientos a partir de los cuales se puede dar continuidad al proceso de aprendizaje como lo menciona Acosta (2019) al considerar que la relación entre el conocimiento disciplinar y los saberes previos que poseen los estudiantes referentes a las ciencias, son esenciales para los trabajos experimentales (p.13). Esto debido a que se deben ejecutar una serie de procedimientos experimentales que requieren la identificación de instrumentos, materiales y reactivos que se vayan a utilizar, la recolección de datos brutos para su análisis e interpretación convergiendo en el establecimiento de conclusiones y validación de hipótesis enmarcadas en una pregunta orientadora o en ocasiones un objetivo general. De esta manera los estudiantes de acuerdo con Acosta (2019) asimilarán los nuevos conceptos en las redes que ya poseen y podrán apropiarse de los conocimientos generados, contrastándolos con otros (p.13), en virtud a que en asignaturas como la Biología se requieren los preconceptos.

Figura 12

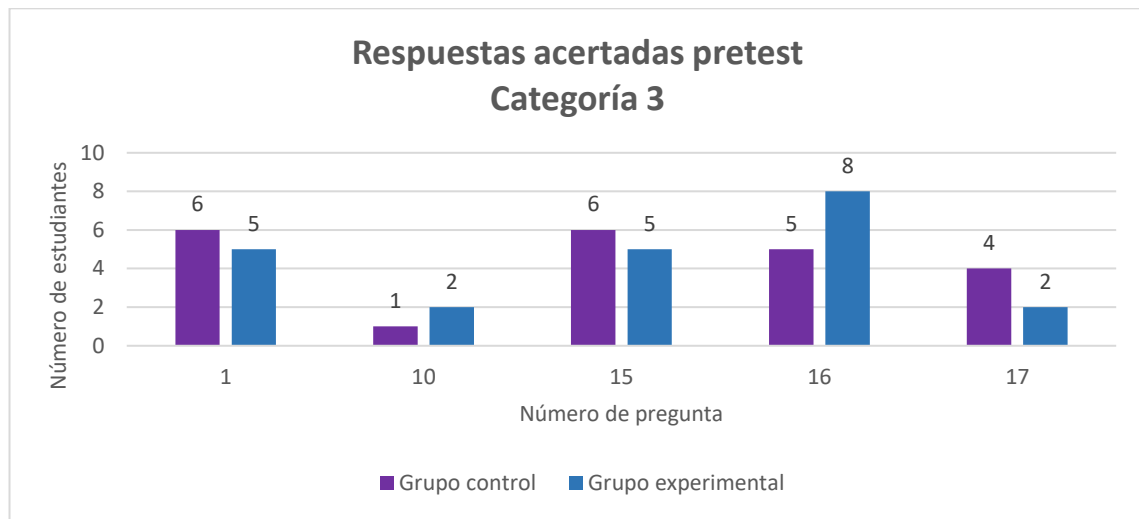
Categoría 2: Transporte Pasivo: Difusión Simple- Difusión Facilitada



En cuanto a la segunda categoría de análisis donde las preguntas aportaban información, ya sea en tablas y esquemas ilustrativos sobre los mecanismos de transporte celular a nivel general como se aprecia en la Figura 12, se observó que entre un 75%-85% (grupo control) y 75%-90% (grupo experimental) no respondieron positivamente a las preguntas planteadas. Al respecto, Rodríguez (2003) coincide en que cuando se observan problemas relativos a la interpretación de gráficos, se detectan complicaciones en la apreciación de las dimensiones celulares, se muestran ideas bastante alejadas de la composición celular de los seres vivos y una percepción muy pobre del contenido celular (p.231).

Es así, como entre un 10% - 25% de los estudiantes conforme a sus presaberes y el empleo acertado de la información aportada por el enunciado, tabla y esquemas evidenciaron una clara diferenciación entre el transporte de sustancias en términos de gasto o consumo de energía (transporte activo) y transporte pasivo (no requiere energía celular). En este escenario, la enseñanza de los procesos celulares como la división celular, respiración, fotosíntesis y transporte celular, entre otros, encuentra en los materiales gráficos un poderoso aliado, especialmente cuando se los aborda desde sus aspectos moleculares (McClean et al, 2005, como se citó en González, Barbeito, 2006. p.880).

Respecto a la tercera categoría que contenía 5 preguntas estrechamente afines con el mecanismo celular de transporte activo, en la Figura 13 se advierte en los resultados comparados con las dos anteriores categorías reflejan una elevación del 15% frente al nivel de asertividad de las preguntas propuestas en el pretest. Aquí, el grupo control supero entre 5% y 10% al grupo experimental en el caso de las preguntas 1, 15 y 17, contrastando con las respuestas de la pregunta 16, donde el grupo experimental estuvo con un 15% por encima del grupo control.

Figura 13*Categoría 3: Transporte Activo*

Por lo tanto, se asumió que aproximadamente entre el 80% y 97.5% del total de la muestra no reconocen las características propias ocurridas en el proceso denominado transporte celular activo y la falta de comprensión sobre las concentraciones relativas de diferentes iones en diversos medios y su relación con el transporte a nivel membranal.

Por ejemplo, en las preguntas 1, 10 y 16 donde se emplearon situaciones problema relacionadas con células vegetales y organismos como las algas *Nictella* y el paramecio, muestran que es importante no solo apoyarse con esquemas fijos, debido a que como asevera Stith (2004) el reconocimiento de los procesos celulares se ve facilitado a través de imágenes en movimiento.

En tal efecto, Rodríguez (2003) afirma que la interpretación de esos dibujos por parte de los estudiantes no puede catalogarse como una cuestión trivial sino, más bien, un inconveniente añadido en la abstracción de la célula como concepto.

En este orden de ideas, como lo expresan Yorek, Sahin y Ugulu (2010) los conceptos relativos a la célula y los procesos celulares son fundamentales en la organización y estructuración del conocimiento biológico. A la vez, estos resultados concuerdan con un extenso consenso que

afirman que, las mayores dificultades que exteriorizan los estudiantes están relacionados con la comprensión, conceptualización y aplicación de los saberes sobre los aspectos estructurales y funcionales de las células (Ariza Rúa et al., 2009, Flores et al., 2003 como se citó en González, Barbeito, 2006, p.880)

4.2. Implementación de prácticas experimentales presenciales o físicas y los simuladores virtuales (Olabs) y comparación de su incidencia en los procesos de enseñanza-aprendizaje en los mecanismos de transporte celular (Resultados post-test)

Partiendo de la categorización de las preguntas del pretest y pos-test se obtuvieron los siguientes resultados. Se aclara que este análisis dispuso a su vez comparaciones entre los datos obtenidos sobre el pretest (ideas previas) y el pos-test, teniendo en cuenta la puesta en marcha tanto de las practicas experimentales físicas y los simuladores virtuales. Con el fin de contextualizar el análisis, cada una de las preguntas fue incluida y apoyada con una tabla donde se expusieron los porcentajes de respuesta del grupo control y el grupo experimental en cada una de las cuatro opciones (A, B, C, D), resaltando con color rojo la respuesta correcta. Su análisis se realizó por categorías a cada uno de los 20 interrogantes.

Categoría 1: Ósmosis (Soluciones isotónicas, hipotónicas e hipertónicas)

En esta categoría se analizó cada una de las preguntas que estaban directamente relacionadas en su enunciado y posibles respuestas con el tema de ósmosis, particularmente con los medios donde se encuentran las células (isotónico, hipotónico e hipertónico).

2. Si la concentración de sal en el interior del *Paramecium* es del 1,8 %. La concentración de sal en el medio circundante cae de repente al 0,2 %. ¿Cuál será la respuesta más probable?

- A. La célula perderá sal vertiéndola al medio.
- B. La vacuola contráctil expulsará más agua.
- C. La célula se hinchará y acabará estallando.
- D. La membrana se volverá más permeable a la sal.

Tabla 7

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 2

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	20%	80%	10%	85%
B	35%	0.5%	25%	10%
C	30%	15%	40%	0.5%
D	15%	0%	25%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

De acuerdo a la Tabla 7, en la prueba para indagar sobre las ideas previas (pretest) respecto a la pregunta número 2 revelo que el 35% de los estudiantes que efectuó las prácticas de laboratorio físicas o presenciales respondieron que la vacuola contráctil expulsará más agua, mientras que en el postest se redujo un 25% en esta respuesta. Por otra parte, el grupo experimental inicialmente afirmó con un 40% que la célula se hincharía y acabaría estallando y luego, redujo a un 0.5% su opinión. En este caso, se evidencia, un cambio de las ideas previas por las ideas aceptadas científicamente, estructura una construcción didáctica descrita como cambio conceptual (Hewson, 1981, como se citó en Fernández et al., 2006, p. 119).

El 60% de los estudiantes exhibió un mejoramiento en la competencia de indagación con las practicas experimentales físicas o presenciales y un 75% con el empleo de los simuladores virtuales, teniendo en cuenta la situación problema planteada en la pregunta. En este sentido, coincide con lo afirmado por López y Morcillo (2007) respecto a que las simulaciones constituyen excelentes herramientas para reproducir fenómenos naturales y mejorar su comprensión.

3. ¿Qué es la ósmosis?

- A. El movimiento del agua a través de una membrana, desde una concentración de soluto baja hacia una alta
- B. El movimiento de solutos a través de una membrana, desde una concentración de agua alta hacia una baja**
- C. El movimiento del agua a través de una membrana, desde una concentración de soluto alta hacia una baja
- D. El movimiento de solutos a través de una membrana, desde una concentración de agua baja hacia una alta.

Tabla 8

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 3

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Practicas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	40%	10%	35%	15%
B	25%	85%	20%	90%
C	15%	0%	20%	0%
D	20%	0.5%	25%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Respecto a la pregunta número 3, la Tabla 8 muestra que, al revisar ideas previas, los evaluados demostraron un escaso conocimiento frente al concepto de ósmosis, entre un 25% (grupo control) y un 20% (grupo experimental). Lo anterior, contrasta con los elevados resultados obtenidos en el pos-test posterior a la ejecución de las prácticas experimentales. Se observó un incremento del 60% (grupo control) y un 70% (grupo experimental) en procesos analíticos relacionados con la concentración de solutos en el proceso de ósmosis, lo cual indica un incremento de 5% en la comprensión de dicho mecanismo con el empleo de los simuladores virtuales (Olabs). Al emplear el simulador (osmómetro de papa) los estudiantes contaron con la oportunidad de manipular cinco opciones de variables como la concentración de solutos en diferentes porcentajes (0%, 5%, 10, 15%, 20% y 25%) que ofrecía el laboratorio virtual y a la vez, combinarlas para revisar los resultados frente al aumento o disminución de solventes dentro y fuera del modelo, lo cual pudo aclarar lo ocurrido en este tipo de mecanismo de transporte celular.

5. Los glóbulos rojos son células que hacen parte del tejido sanguíneo. Si a una muestra de sangre se agrega una solución salina muy concentrada (5%), los glóbulos rojos

- A. estallarían debido a la absorción de agua, ya que el líquido circundante contiene menos sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el agua tiende a entrar a la célula para equilibrarse con el medio externo
- B. estallaría debido a la absorción de agua, ya que el líquido circundante contiene más sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el agua tiende a entrar a la célula para equilibrarse con el medio externo
- C. se deshidratarían debido a la eliminación de agua, porque el líquido circundante tiene más sustancias disueltas que el líquido intracelular por tanto el agua tiende a salir de la célula tratando de equilibrarse con el medio externo

- D. se deshidratarían debido a la eliminación de agua, porque el líquido circundante contiene menos sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el líquido tiende a salir de la célula para equilibrarse con el medio externo

Tabla 9

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 5

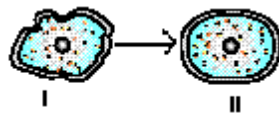
Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	40%	0%	35%	0%
B	25%	10%	30%	15%
C	20%	90%	25%	80%
D	15%	0%	10%	0.5%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Como se aprecia en la Tabla 9, frente a una elevada concentración de solución salina en un tipo de células animales (glóbulos rojos) los estudiantes con un 40% (grupo control) y un 35% (grupo experimental) consideraron inicialmente de acuerdo a sus presaberes que, estas explotarían relacionándolo con el ingreso de agua. De acuerdo a los resultados del pos-test, se pudo determinar un progreso de resolución de situaciones problema de 70% del grupo control que ejecuto prácticas experimentales presenciales y/o físicas respecto a, un 55% en el grupo experimental que trabajo con el simulador virtual. El empleo de tres diferentes aumentos (4X, 10X, 40X) del microscopio por parte de los estudiantes para revisar los montajes de la planta *Rhoeo* y sus variaciones de volumen en las experiencias presenciales y los seis tipos de concentración de solutos en el simulador virtual para poder maniobrar, contribuyeron a comprender que, si colocamos células

vivas en una solución hipertónica, el agua sale de la célula hacia el exterior debido a la menor concentración, como resultado la célula se contraerá. En esta oportunidad “la práctica sirve a la teoría científica, por lo que se centra en actividades verificativas, experimentos a prueba de errores y manipulación de aparatos, lo cual no contribuye a comprender la naturaleza sintáctica de las disciplinas científicas, es decir, los hábitos y destrezas de quienes la practican” (Kirschner, 1992, como se citó en Flores et al., 2009, p. 79).

En esta ocasión, el trabajo en el laboratorio físico o presencial les permitió a los estudiantes una aproximación a la labor científica, predecir y confrontar resultados obtenidos y esperados como afirma Muñoz (2013) facilita el autodescubrimiento, fortalece habilidades en el empleo de instrumentos, permitiendo realizar observaciones de tipo microscópico, como es el caso de la enseñanza de la organización celular, llevándolos a afianzar los conocimientos sobre un tema en particular.



6. La figura muestra el estado inicial (I) y final (II) de una célula animal que fue sumergida en una solución acuosa. Al comparar estos dos estados, se podría inferir que con alta probabilidad la solución en la cual fue colocada la célula era con respecto al interior de la célula

- A. más concentrada
- B. igualmente, concentrada
- C. menos concentrada
- D. de diferente composición

Tabla 10

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 6

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	45%	0%	40%	0%
B	30%	15%	25%	20%
C	15%	85%	20%	80%
D	10%	0%	15%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

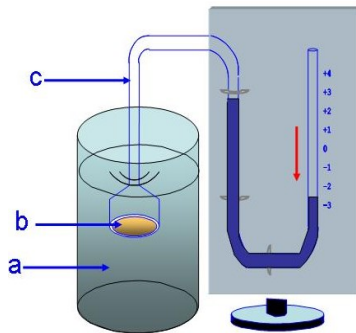
Según los datos aportados por la Tabla 10, el 15% de los estudiantes (grupo control) y el 20% (grupo experimental) acertaron con la respuesta correcta, mientras que el 85% (grupo control) y el 80% (grupo experimental) no concordaron de acuerdo a sus ideas previas en el pretest. Los mayores porcentajes de respuesta entre 40% y 45% consideraron que el aumento en el volumen de la célula era debido a que el medio donde se encontraba contenía una mayor concentración de solución respecto al interior celular. No obstante, posterior a la ejecución de prácticas experimentales presenciales o físicas sobre la ósmosis se incrementó en un 70% el rango de asertividad y un 60% en el grupo que trabajo con los simuladores virtuales Olabs.

Adicionalmente, llama la atención que entre un 15% y un 20% de los estudiantes continuaban contemplando que, al estar una célula en un ambiente con igual concentración de solución que su interior, podría a acrecentar su volumen.

La siguiente pregunta empleo como eje central el montaje de un osmómetro. Un instrumento que se utiliza para medir la presión osmótica entre una solución y un solvente y a su vez, estudiar el fenómeno de la osmosis.

Consiste en un tubo transparente ensanchado en su parte inferior, cuya abertura se halla sellada con una membrana semipermeable, en el otro extremo tiene un tubo capilar graduado que se encuentra abierto en sus extremos. La disolución que se ha de medir se vierte en un tubo y éste se sumerge en un recipiente que contenga agua, la cual atraviesa la membrana y hace subir el nivel del líquido en el tubo hasta que se establezca el equilibrio: la altura a la que se ha elevado dicho nivel indica la presión osmótica de la disolución estudiada (Galiana, 1988).

7. Se construyen un osmómetro como el que se ve en la figura. En (B) se pone una membrana semipermeable y en (A) y en el tubo (C) dos disoluciones de concentraciones diferentes. Después de un cierto tiempo la columna de líquido coloreado desciende como se indica en la figura.



- A. las disoluciones a y c son isotónicas;
- B. la disolución a es hipertónica respecto a la c;**
- C. la disolución a es hipotónica respecto a la c.
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta.

La pregunta está mal planteada.

Tabla 11

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 7

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	15%	0%	15%	0.5%
B	20%	85%	20%	95%
C	35%	15%	35%	0%
D	30%	0%	30%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Teniendo como punto de partida la interpretación de fenómenos ocurridos en un modelo de osmómetro, el 80% de los participantes tanto del grupo control como el grupo experimental, en el pretest no reconocieron el papel que cumple la concentración de solutos en el transporte celular y su incidencia en el cambio de dimensiones celulares, tal y como se aprecia en la Tabla 11. Sin embargo, de los resultados del postest se pudo establecer que, un 75% de los estudiantes (grupo experimental) manifestó un mejoramiento en la capacidad para comprender representaciones o modelos que den razón de fenómenos con el uso de simuladores virtuales y un 65% (grupo control) con el trabajo en las prácticas presenciales. Por lo tanto, se incrementó un 10% en el desarrollo de estos procesos con la ayuda del trabajo virtual. Gracias a la experiencia frente al empleo del simulador Olabs, los estudiantes lograron profundizar en el análisis del comportamiento de las variables (porcentaje de concentración de soluto y porcentaje de concentración de solvente) que intervinieron en el fenómeno de la ósmosis, examinaron sus variaciones y contaron con la oportunidad de controlarlas y hacer repeticiones sin la necesidad de invertir en material vegetal adicional (papas) y sustancias como agua destilada y azúcar. De ahí

que, con el uso del simulador se busca en el aula captar el interés de los estudiantes para desarrollar un pensamiento científico, fortalecer competencias como la indagación, la resolución de problemas, entre otros aspectos (Ríos, 2017).

Esto concuerda con lo afirmado por Andaloro et al., (1991) sobre las simulaciones, en estas se utilizan modelos de sistemas donde alteran algunas variables para obtener resultados observables y determinar su influencia en el comportamiento del sistema representado. De esta manera, le permite al estudiante ser protagonista activo de su proceso educativo al contar con la oportunidad de interactuar, reflexionar y aprender en un contexto tecnológico que hace parte de su cotidianidad.

Entre tanto, a raíz de la experiencia vivida por los participantes a partir de la ejecución de los laboratorios presenciales, es válido afirmar que, debido a la observación, experimentación y manejo de variables en tiempo real, tuvieron la posibilidad de aplicar el método científico partiendo de la observación detallada (2 horas) de los cambios presentados en los diferentes montajes de osmómetros elaborados a partir de las papas. A diferencia del simulador, en la práctica presencial los estudiantes debieron preparar las soluciones soluto y solvente con diferentes porcentajes de concentración, esto los llevo no solo a manipular instrumentos de laboratorio como probetas y beaker, sino a reconocer las unidades de medida universales como el mililitro. El panorama frente a la validación o negación de hipótesis se amplió contando con un mayor repertorio de argumentos. Esto también se vio plasmado en los informes de laboratorio al detallar en aspectos como el cambio de coloración de la papa al pasar el tiempo, lo cual no se pudo apreciar en el simulador. Igualmente, se establecieron diferencias entre la entrada y salida de solutos y/o solventes de acuerdo al grosor de la papa, ya que, a diferencia del simulador, esta no tenía un grosor estándar y fue tallado de acuerdo a cada estudiante que elaboro

el respectivo osmómetro. Estas diferencias, se convirtieron en un plus para el trabajo experimental presencial y el respectivo diseño de los informes de laboratorio. Sobre el particular, existen tesis a favor de las prácticas de laboratorio respecto a su relevancia frente a la potencialización de propósitos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental, elementos relacionados con la metodología científica, la impulso de capacidades de razonamiento, expresamente con el pensamiento crítico y creativo, y de acuerdo a Wellington (1998) el desarrollo de actitudes de apertura mental y de objetividad y desconfianza ante aquellos juicios de valor que carecen de las evidencias necesarias.

9. Los glóbulos rojos pueden regular el flujo de agua a través de su membrana, tal que su volumen se mantiene constante siempre y cuando las condiciones externas de concentración no sobrepasen ciertos límites. La siguiente tabla describe el fenómeno con respecto a la concentración extracelular de sodio. De acuerdo con esta tabla, podemos suponer que cuando existe una concentración extracelular de Na^+ superior a 900mM/L

Medio externo [Na] mM/L	Volumen de la célula	Estado
120		Equilibrio
800		Desequilibrio
30		Desequilibrio

A. sale agua de la célula y disminuye su volumen.

B. entra agua a la célula y el volumen disminuye.

C. sale agua de la célula y el volumen se mantiene constante.

D. entra agua a la célula y el volumen se mantiene constante.

Tabla 12

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 9

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	10%	90%	15%	90%
B	40%	0%	35%	10%
C	30%	10%	25%	0%
D	20%	0%	25%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Conforme a los datos de la Tabla 12, del pretest el 10% (grupo control) y el 15% (grupo experimental) de los estudiantes respondieron de forma acertada a la pregunta. El 85% (grupo experimental) y 90% (grupo control) contestaron erróneamente al no tener en cuenta las diferentes concentraciones de sodio en el medio extracelular y su relación con los cambios en el volumen de las células y su estado de equilibrio o desequilibrio que aportaba la tabla que acompañaba el enunciado.

A diferencia de estos, las derivaciones del postest indicaron una elevación en los niveles de interpretación de situaciones, tanto los estudiantes que ejecutaron las prácticas experimentales presenciales o físicas 80% (grupo control) y los que experimentaron virtualmente con los simuladores 75% (grupo experimental). La diferencia que separa a los dos tipos de prácticas experimentales es solo de un 5%. De acuerdo a Morales (2015) nos indica que las dos (2) propuestas experimentales pueden mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre los conceptos estudiados, en este caso en particular sobre los mecanismos de transporte celular

ocurridos a través de la membrana plasmática. Respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje, en el caso de los simuladores Olabs, los estudiantes al tener la posibilidad de alternar las diferentes concentraciones de solutos como el azúcar (simulador estudio de la ósmosis) y el cloruro de sodio-NaCl (simulador estudio de la plasmólisis) o disolventes como el agua (simulador estudio de la imbibición) pudieron detallar las variaciones en las dimensiones de los materiales vegetales empleados como papas, arvejas, lentejas, uvas pasas y hojas de la planta *Rhoeo*. De esta forma se establecieron relaciones entre las concentraciones de solutos y su incidencia en la disminución o aumento del volumen en las células. Referente a la didáctica empleada acorde con el empleo de las TICs, concretamente con las simulaciones interactivas es evidente de acuerdo con Cabero (2010) que, contribuyen a la potenciación de los escenarios y entornos interactivos, fortaleciendo así el aprendizaje independiente y autoaprendizaje, y facilitando instrucción estable. Lo anterior, contribuye a entender el comportamiento estadístico observado en los dos grupos de estudio (control y experimental).

Paralelamente, el ejercicio a nivel experimental logrado por los estudiantes que efectuaron los laboratorios de carácter presencial o físico contribuyeron a, que estos determinaran las diferencias entre los tipos de medios extracelulares (isotónico, hipotónico e hipertónico), partiendo del reconocimiento inicial y final, por ejemplo, de la masa de las semillas (lentejas, arvejas y uvas pasas) en el caso del laboratorio sobre imbibición. A la vez, verificar las variaciones a nivel celular demostrando el proceso de plasmólisis en hojas de la planta *Rhoeo* en soluciones hipotónicas e hipertónicas utilizando solución salina.

En concordancia, el trabajo de carácter experimental ocupa un lugar significativo dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, López y Tamayo (2012) concuerdan que esto se logra, si es

orientado de manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos.

11. Una célula es colocada en un medio donde la concentración externa de solutos es inferior a la concentración interna. Mas tarde al medio se le adiciona un exceso de solutos, y después de un tiempo se agrega agua pura, de manera que la concentración interna y externa de solutos se iguala. Según esto la célula

- A. primero se hincho, después se encogió, finalmente alcanzo su tamaño normal
- B. primero se encogió, después se hincho, finalmente alcanzo su tamaño normal
- C. primero tenía su tamaño normal, después se encogió, finalmente se hincho
- D. primero se encogió, después alcanzo su tamaño normal, finalmente se hincho

Tabla 13

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 11

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Practiclas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	10%	75%	0.5%	80%
B	40%	0.5%	45%	15%
C	30%	0%	35%	0%
D	20%	20%	15%	0.5%

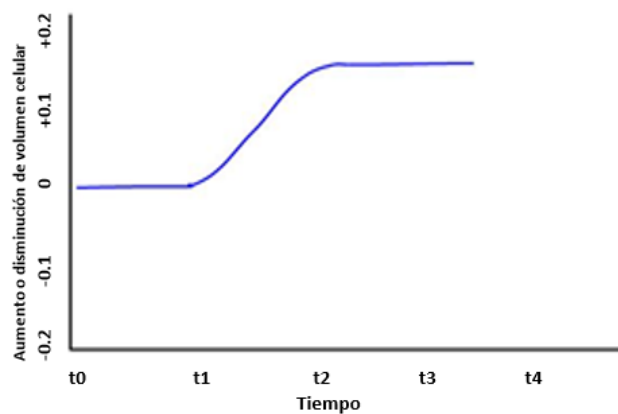
Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Inicialmente en la Tabla 13, se evidencia que en el pretest se observaron bajos niveles de aciertos. El 90% de los estudiantes del grupo control y el 95% del grupo experimental manifestaron debilidades respecto a plantear y argumentar hipótesis y regularidades sobre los medios celulares y la concentración de solutos.

Ahora bien, los resultados del postest visibilizaron la repercusión de los ambientes virtuales de aprendizaje en los estudiantes del grupo experimental con un incremento en el nivel de aciertos de un 75% y un 5% por encima del grupo que ejecuto las practicas presenciales o físicas. En este punto se concuerda con Ávila y Bosco (2001) cuando aseguran que, estos no solo repercuten en el estudio de conceptos sino también en el desarrollo de habilidades y destrezas sobre como representar la realidad, resolver problemas entre otros, que se trasferirán en procesos comunicativos en su cotidianidad.

Los conocimientos adquiridos por parte de los participantes al diferenciar los tipos de medio celular, ya sea a partir del empleo de prácticas virtuales o presenciales contribuyeron en gran medida a nutrir teóricamente conceptos como isotónico, hipotónico e hipertónico. Es así, como estos pudieron ser identificados en disímiles contextos. Se evidencio un incremento en la explicación de eventos y sucesos de carácter celular estableciendo relaciones causa-efecto a partir de la interpretación y análisis de gráficas como aconteció en las preguntas 12 y 14 que se analizan a continuación.

12. Al introducir un tejido en un medio se ha producido una variación del volumen celular según indica la figura, es por esto que, podemos decir que



- A. que el medio externo era hipotónico
- B. que el medio externo era hipertónico
- C. ambos medios eran isotónicos
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta. La pregunta está mal planteada.

Tabla 14

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 12

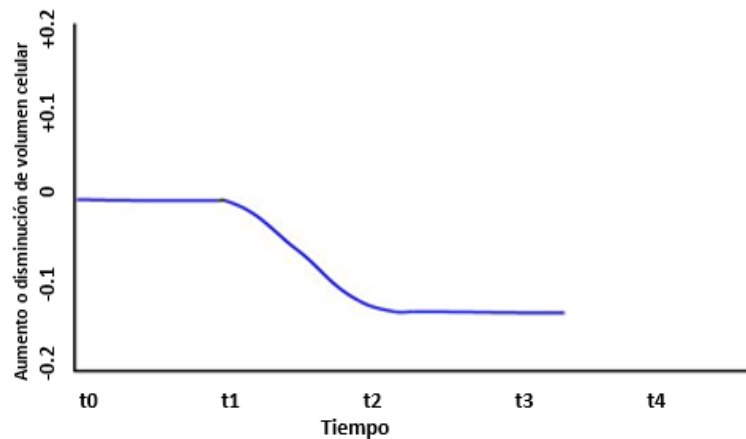
Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	10%	90%	10%	95%
B	45%	0.5%	40%	0%
C	35%	0.5%	40%	0.5%
D	10%	0%	10%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

En el caso de la pregunta 12 los resultados del pre-test revelan que el 10% del total de la muestra la resolvieron de forma correcta, mientras que el restante 90% se mantiene en las opciones equivocadas como se observa en la Tabla 14. En compensación, el producto del pos-test refleja que el grupo que ejecuto laboratorios presenciales elevo sus valores iniciales en un 80% más. Por su parte, los estudiantes que abordaron las prácticas virtuales obtuvieron y un 85% extra al establecer condiciones relacionadas con los cambios de volumen en las células y su relación con el tiempo. Se apreció de nuevo un progreso general, destacándose el empleo de los simuladores virtuales con un 5% adicional. Asociado a estos, se encuentra la interpretación de datos del fenómeno estudiado, como elemento relevante para lograr su comprensión. En este orden de ideas, Romero & Quesada (2014) aseguran que la simulación y modelación cumplen un papel

fundamental porque, logran visualizar rasgos y situaciones que bajo condiciones normales no sería posible. En el caso de los simuladores Olabs los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar e interactuar con las variables e iniciar de nuevo cuantas veces consideraran necesario el laboratorio virtual.

14. Al introducir un tejido en un medio se ha producido una variación del volumen celular según indica la figura, es por esto que podemos decir que



- A. ambos medios eran isotónicos
- B. que el medio externo era hipertónico**
- C. que el medio interno era hipertónico
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es la correcta. La pregunta está mal planteada y la gráfica no tiene sentido.

Tabla 15

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 14

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	35%	0%	30%	0.5%
B	20%	85%	15%	90%
C	25%	15%	25%	0.5%
D	20%	0%	30%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

La Tabla 15 nos informa que, los datos aportados por la figura en la pregunta 14 no fueron correctamente interpretados en el pretest por el 80% de los estudiantes del grupo control y el 85% del grupo experimental, lo cual evidencio la falta de claridad frente al tema. En contraste, posterior a la implementación de prácticas presenciales el grupo logro acrecentar en un 65% el rango de asertividad y, el grupo que utilizo los simuladores virtuales adquirió un 75% anexo, estando con un 10% por encima del grupo control. Aquí, de nuevo se resaltaron los logros obtenidos a partir del uso de las prácticas experimentales virtuales (Olabs). Al respecto, se destacan algunas ventajas que ofrecieron los simuladores virtuales como las que recalca Infante (2014) a partir de ellos, se efectúa un aprendizaje mediante prueba y error, sin temor a provocar algún accidente ni avergonzarse por realizar varias veces la misma práctica. Conjuntamente, se simulan fenómenos biológicos, conceptos abstractos y situaciones hipotéticas, en este caso la observación de la modificación del volumen de las células en soluciones hipotónicas, hipertónicas e isotónicas.

Más aun, con el ánimo de indagar sobre el proceso de ósmosis se emplearon en las preguntas número 18 y 20 modelos explicativos “osmómetros” para simular los fenómenos ocurridos en dicho proceso. Esta estrategia fue utilizada al momento de implementar los laboratorios (Olabs y presenciales) obteniendo resultados favorables en la resolución del pos-test como se aprecia en el siguiente análisis.

18. Juan Felipe está haciendo un experimento de ósmosis usando un osmómetro de papa. Llenó la papa con una solución de azúcar al 45%. Si quiere que, entre agua de la papa a la caja de Petri, ¿en qué caja de Petri debería colocarlo?

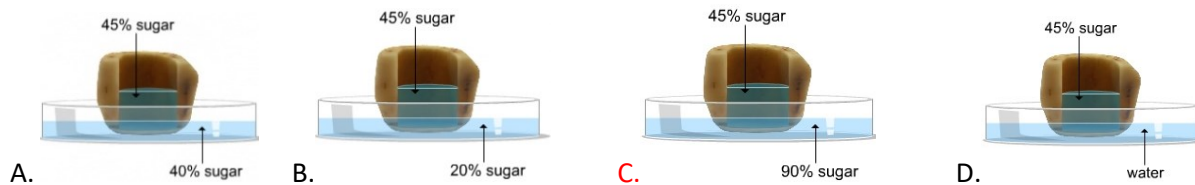


Tabla 16

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 18

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	15%	0%	25%	0%
B	20%	0%	15%	0.5%
C	15%	95%	20%	95%
D	50%	0.5%	40%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

El tipo de montaje mostrado en la pregunta es similar al que apareció en el simulador sobre el estudio de la osmosis y en la práctica presencial donde se utilizaron papas reales. Al revisar el pretest se apreció que el 85% grupo control y el 80% del grupo experimental como se evidencia en la Tabla 16, no tenía claro el concepto de osmosis al no poder asociar las concentraciones del soluto y su influencia en el transporte de agua. Luego, de realizar las prácticas experimentales presenciales y virtuales los estudiantes de los dos grupos de estudio lograron alcanzar un 95% de acierto en la resolución de la pregunta. Al emplear el simulador virtual los estudiantes pudieron tener una vista en sección transversal de la papa y así revisar con facilidad el aumento o disminución de las soluciones intra y extracelulares. Por el contrario, los estudiantes que efectuaron el laboratorio presencial realizaron sus montajes de forma independiente con cada una de las 4 soluciones solicitadas en la guía de laboratorio, es decir elaboraron cuatro osmómetros.

De esta forma, realizando una observación rigurosa por un tiempo estimado de dos horas, pudieron determinar otras variables no controladas como la oxidación del tejido vegetal, la incidencia del grosor de la papa en la entrada y/o salida de sustancias que fortalecieron el planteamiento de explicaciones y argumentaciones de carácter científico.

19. ¿Por qué las plantas de cultivo se secan cuando se riega un campo con agua contaminada por agua marina?
- A. Las plantas pierden agua mediante transporte activo.
 - B. Las plantas adquieren sal por ósmosis.
 - C. Las plantas adquieren sal por difusión.
 - D. Las plantas pierden agua por ósmosis.**

Tabla 17

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 19

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	20%	15%	30%	25%
B	45%	0%	35%	0.5%
C	15%	0%	20%	0%
D	20%	85%	15%	70%

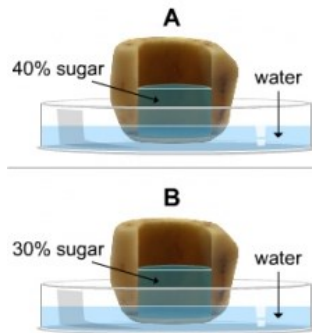
Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

En esta oportunidad el 20% de los estudiantes el grupo control y el 15% del grupo experimental respondieron correctamente al interrogante planteado en el pretest, como se aprecia en la Tabla 17. Por el contrario, en el postest se evidenció un resultado muy dispar al encontrar que con el uso de los laboratorios presenciales o físicos se alcanzó un 85% en el nivel de acierto, mientras que con el empleo de los simuladores virtuales se obtuvo un 70%. Se evidencia por tanto que, el grupo control sobrepasa en un significativo 15% al grupo experimental. También, se apreció que posterior a las prácticas experimentales virtuales, algunos estudiantes (5%-25%) consideraban que el transporte activo garantizaba la pérdida de agua en las plantas y que gracias a la osmosis podían obtener sal, lo cual es desatinado. En el caso de la opción A, en los dos grupos de estudio solamente un 5% cambio la respuesta errada señalada en el pretest, manteniéndose entre un 15% (grupo control) y un 25% (grupo experimental) las ideas previas.

En conformidad con lo anterior, se podría decir que los presaberes o ideas previas que poseen los estudiantes pueden influir en las observaciones realizadas y a su vez, en su interpretación. Para Duit (1991) esto puede ser un resultado negativo, debido a que las evidencias empíricas que contradicen estas ideas en ocasiones se conciben de forma sesgada y, aunque se pudieran percibir correctamente, no siempre convencen a los estudiantes de que sus ideas son erróneas.

Sumado a lo anterior, se adhiere la inclinación de los estudiantes a prestar atención preponderante a los aspectos de los experimentos que apoyan sus propios puntos de vista. Campanario y Otero (2000).

20. Para realizar un experimento de ósmosis usando un osmómetro de papa, una papa se llena con una solución de azúcar al 40% y la segunda papa se llena con una solución de azúcar al 30%. Ambas papas se sumergen en vasos de precipitados que contienen 100% de agua. Los resultados se demuestran como:



A. Ambas patatas aumentarán de peso.

B. La papa A aumentará de peso.

C. Ambas patatas adelgazarán.

D. La papa B aumentará de peso.

Tabla 18

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 20

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	15%	95%	15%	90%
B	55%	0%	60%	0%
C	20%	0%	25%	0%
D	10%	0.5%	0%	10%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

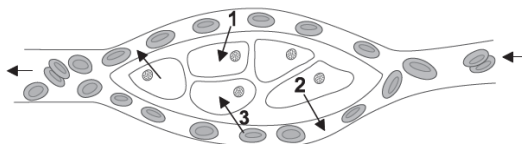
Conforme a la Tabla 18, en torno a la pregunta número 20, los estudiantes del grupo control y el grupo experimental en el pretest lograron un 15% de validez en su opción de respuesta. Por el contrario, un 80% no tenía claridad frente a la situación planteada. Sin embargo, en el postest gracias a las prácticas presenciales los estudiantes incrementaron en un 85% su rango de aciertos, mientras que con el empleo de los simuladores el grupo los estudiantes adquirieron un 75% adicional. En esta oportunidad se apreció la efectividad de los laboratorios presenciales y/o físicos, aunque con una diferencia de porcentajes no muy marcada.

Lo cual conduce adicionalmente a, equiparar la eficacia de implementación de los dos tipos de prácticas experimentales. Los cambios observados en los modelos de osmómetros fueron relevantes para los dos grupos de estudio, lo cual contribuyó a la selección y organización de información sustancial para establecer la respuesta correcta. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los dos tipos de experimentos (virtuales y presenciales) contribuyeron a verificar que una solución isotónica tiene la misma osmolaridad que un tejido; una solución hipertónica tiene una osmolaridad mayor y una solución hipotónica tiene una osmolaridad

inferior. Esto, según Allott, Mindor y Azcue (2015) a partir de haber sumergiendo muestras de un tejido vegetal en soluciones hipertónicas e hipotónicas y tomando medidas para determinar si el agua entraba o salía del tejido. De esta forma fue posible deducir cual sería la concentración isotónica de la solución y, por tanto, averiguar la osmolaridad del tejido.

Categoría 2: Difusión simple- difusión facilitada

4. La siguiente figura muestra una serie de glóbulos rojos y de células tisulares (conjunto de células que pueden formar un tejido de todos los niveles posibles en los seres vivos) indiferenciadas.



[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2017]

En esa figura, la flecha 3 representa la difusión del oxígeno desde las células sanguíneas hacia las células tisulares. ¿La difusión de qué moléculas aparece representada por la flecha 1 y la flecha 2?

	Flecha 1	Flecha 2
A.	Dióxido de carbono	Urea
B.	Agua	Glucosa
C.	glucosa	Dióxido de carbono
D.	Ácidos grasos	Aminoácidos

Por otro lado, revisando los datos aportados por la Tabla 19, en el pretest se notó que únicamente el 25% del grupo control y el grupo experimental resolvieron correctamente la pregunta y el 75% restante no lo logró. En cuanto a los resultados del posttest, se pudo registrar un mejoramiento del 55% en el establecimiento de condiciones a partir del uso de los laboratorios presenciales, demostrándose que gran parte de los estudiantes presentan claridad frente al mecanismo de difusión asociándolo con el transporte de moléculas como el agua y la glucosa.

Gracias al trabajo con los simuladores virtuales se alcanzó un 60%, demostrándose un mayor incremento a nivel conceptual del concepto de difusión por parte de este grupo.

Tabla 19

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 4

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	65%	10%	35%	0%
B	25%	80%	25%	85%
C	0.5%	0.5%	15%	10%
D	0.5%	0.5%	25%	0.5%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Los estudiantes después de haber utilizado los dos tipos de prácticas experimentales (presenciales y virtuales) identificaron y reconocieron los aspectos involucrados en el proceso de difusión y por tal razón dedujeron la respuesta acertada. Los laboratorios presenciales al igual que los laboratorios virtuales incrementaron el rango de asertividad en los dos grupos de estudio. No obstante, se observó una diferencia del 5% con el empleo de la estrategia de estudio de la presente investigación que fue el uso de los simuladores virtuales Olabs en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular.

8. La ósmosis, la difusión simple, la difusión facilitada y el transporte activo son mecanismos que permiten la entrada y salida de sustancias a través de la membrana celular.Cuál es la opción en la que se establece correctamente la característica compartida por cada par de mecanismos de Transporte

	Difusión simple y Difusión facilitada	Ósmosis y Difusión simple	Transporte pasivo y difusión facilitada
A.	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Paso de agua a través de la membrana.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.
B.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.
C.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.
D.	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de agua a través de la membrana.

Tabla 20

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 8

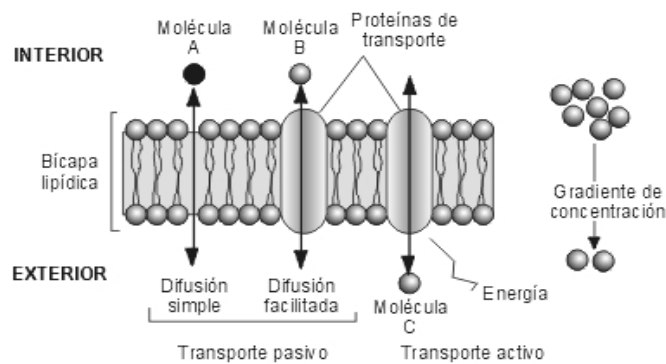
Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	25%	0%	20%	0%
B	15%	75%	20%	85%
C	35%	20%	40%	15%
D	25%	0.5%	20%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

Basados en la Tabla 20, se puede analizar que las preconcepciones del 15% de los evaluados del grupo control y el 20% del grupo experimental fueron acertadas en el pretest. Respecto al postest, el grupo que llevo a cabo laboratorios presenciales elevo un 60% su rango

de acierto y con un 65% el grupo que interactuó con los simuladores virtuales Olabs. Se observó de manera general una mejoría frente al uso comprensivo del conocimiento científico y en el establecimiento de relaciones entre conceptos vinculados con los mecanismos de transporte celular. Los estudiantes que respondieron acertadamente lograron identificar las características compartidas que se encuentran entre la difusión simple y la difusión facilitada; la ósmosis y la difusión simple y; el transporte pasivo y la difusión facilitada.

13. Este esquema muestra un momento (momento 1) en una célula en el que se encuentran ocurriendo simultáneamente los principales mecanismos de intercambio de sustancias con el medio a través de la membrana celular.



Si en un momento determinado (momento 2) en esta célula se observa que el número de moléculas A que ingresan a la célula es mayor que las que salen de ella, se puede suponer que muy posiblemente dentro de la célula hay

- A. mayor concentración de moléculas A que en el exterior
- B. menor concentración de moléculas A que en el exterior**
- C. igual concentración de moléculas A que en el exterior
- D. ausencia de moléculas A

Tabla 21

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 13

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	30%	15%	25%	15%
B	15%	70%	10%	85%
C	30%	15%	40%	0%
D	25%	0%	25%	0%

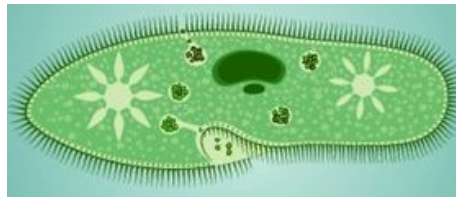
Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

A la luz de los resultados de la Tabla 21, se pudo establecer que las respuestas brindadas a la pregunta 8 en el pretest indicaron que la mayoría de los estudiantes 90% (grupo experimental) y 85% (grupo control) presentaban confusión respecto a los principales mecanismos de transporte celular. En lo que concierne a los resultados del postest, el 55% de los estudiantes a partir de su experiencia con los laboratorios presenciales acrecentó el rango de asertividad frente a la pregunta. De la misma forma, se subraya que los estudiantes que manipularon los laboratorios o simuladores virtuales Olabs afianzaron conceptos frente a las cualidades que distinguen a los fundamentales mecanismos de transporte de sustancias a través de la membrana celular como son el transporte pasivo (difusión simple y difusión facilitada) y el transporte activo, alcanzando un 75% más de asertividad y encontrándose con un 15% por encima que el grupo control. En este sentido, (Antueno, 2010) revela que “por medio de la simulación, ciertos conceptos pueden ser mejor comprendidos, ya que esta metodología brinda una perspectiva distinta y complementaria a la vía experimental tradicional” (p.11). En este caso

los diferentes conceptos relacionados con la biología celular y sus sistemas de transporte, los cuales requieren un alto grado de abstracción por parte de los estudiantes.

Categoría 3: Transporte activo

La siguiente imagen de un Paramecium se utilizará en la pregunta 1 y en la pregunta 2.



1. Los paramecios, organismos unicelulares de las aguas dulces, son capaces de expulsar agua hacia el medio externo a pesar de ser éste hipotónico. Este tipo de transporte es
 - A. pasivo, por simple difusión pues el agua puede atravesar libremente la membrana en ambos sentidos;
 - B. pasivo facilitado, pues el agua, al ser polar, no puede atravesar la doble capa lipídica;
 - C. **activo con gasto de energía, por tener que extraer agua en contra del gradiente osmótico.**
 - D. Ninguna de las tres respuestas anteriores es la correcta.

Tabla 22

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 1

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	20%	10%	40%	10%
B	40%	20%	25%	10%
C	30%	60%	25%	75%
D	10%	10%	10%	5%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

De acuerdo con la Tabla 22, el 30% de los estudiantes del grupo control y el 25% del grupo experimental acertaron la pregunta. De los resultados del pos-test se estableció que un 30% de los estudiantes que ejecutaron laboratorios presenciales elevaron su nivel de acierto, en tanto que al utilizar los simuladores virtuales aumento en un 50%. Pese a lo anterior, aún el 40% de los estudiantes del grupo control y el 25% del grupo experimental presentan confusión sobre el medio hipotónico y el transporte activo y su relación con un gasto energético para las células, en este caso para el Paramecio. Al comparar los resultados de ejecución de las practicas experimentales señalan López y Mocillo (2007) “las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales en un laboratorio, pero pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia (p. 567).

10. En los brotes en crecimiento hay un transporte de auxina desde el vértice hacia abajo, descendiendo por el brote. Las bombas de protones almacenan energía en forma de gradiente de protones y de un potencial de membrana, y a continuación hacen uso de dicha fuente de energía para posibilitar el movimiento de la auxina. ¿Qué método de transporte es éste?

- A. Difusión
- B. Transporte activo**
- C. Difusión facilitada
- D. Ósmosis

Por otra parte, según las evidencias mostradas por la Tabla 23, en relación con el pretest el 95% del grupo control y el 90% del grupo experimental manifestaron deficiencias en la comprensión de los conceptos relacionados con el transporte celular activo. Por su parte, los resultados del postest mostraron un avance en el empleo de conocimientos científicos vinculados con el transporte celular activo, donde los estudiantes que ejecutaron practicas

presenciales elevaron el rango de aciertos en un 75% y un 65% adicional en los estudiantes que manipularon los laboratorios virtuales. Cabe resaltar que, entre un 10% de los evaluados del grupo control y el 0.5% - 20% del grupo experimental mantuvieron confusiones entre la osmosis, la difusión y el transporte activo. Se evidencio, por lo tanto, la influencia del empleo de las practicas experimentales físicas o presenciales con un 10% adicional al empleo de los simuladores virtuales.

Tabla 23

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 10

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	30%	0%	40%	0%
B	0.5%	80%	10%	75%
C	40%	10%	35%	0.5%
D	25%	10%	15%	20%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

15. Este esquema muestra un momento (momento 1) en una célula en el que se encuentran ocurriendo simultáneamente los principales mecanismos de intercambio de sustancias con el medio a través de la membrana celular.

	Interior del alvéolo		Exterior del alvéolo	
	[CO ₂]	[O ₂]	[CO ₂]	[O ₂]
1	Igual	Igual	Igual	Igual
2	Mayor	Menor	Menor	Mayor
3	Menor	Menor	Mayor	Mayor
4	Menor	Mayor	Menor	Mayor

De acuerdo con lo planteado en el esquema, para que ocurra un proceso de transporte activo desde el exterior hacia el interior de la célula es necesario que

- A. la sustancia transportada se encuentre en menor concentración dentro de la célula
- B. la sustancia deba ser transportada a favor de un gradiente de concentración con gasto de energía
- C. la molécula tenga un tamaño más pequeño que los poros de la membrana
- D. **la célula requiera la sustancia y ésta esté disponible fuera de ella**

Tabla 24

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 15

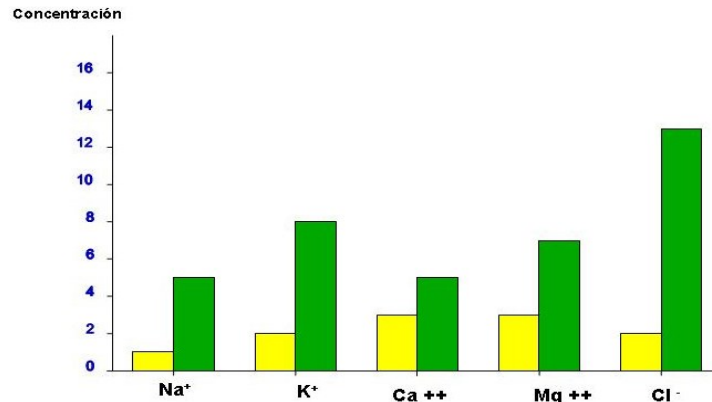
Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	40%	15%	20%	10%
B	20%	0%	20%	0.5%
C	10%	0.5%	35%	0%
D	30%	80%	25%	85%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

En el pretest se observó que el 30% (grupo control) y el 25% (grupo experimental) respondieron correctamente la pregunta, mientras que el restante 70% y 75% de los estudiantes no lo lograron, conforme a lo observado en la Tabla 24. Por el contrario, en el postest se exhibió que un 50% de los estudiantes mejoro el planteamiento de hipótesis y regularidades sobre los mecanismos de intercambio de sustancias a partir de la membrana plasmática con el uso de los

laboratorios presenciales o físicos y un 60% con el trabajo experimental virtual. Variados trabajos de investigación advierten que los laboratorios virtuales promueven la motivación, participación y compromiso de los estudiantes impactando de manera positiva en su aprendizaje (Martinho & Pombo, 2009).

En este grupo se resaltan las simulaciones virtuales porque contienen experiencias que contribuyen y facilitan la visualización de conceptos a nivel microscópico (Marbach-Ad, Rotbain, & Stavy, 2008) y para procesos moleculares y conceptos abstractos (White, Bolker, Koolar, Maw, , & Yu, 2007).



16. La gráfica de la figura representa las concentraciones relativas de diferentes iones en las aguas de un lago (barras amarillas) y en el citoplasma del alga *Nictella* que se encuentra abundantemente en el propio lago (barras verdes). Por esto podemos decir que el transporte de dichos iones desde el exterior al interior deberá realizarse por

- A. difusión simple
- B. transporte pasivo facilitado
- C. transporte activo.
- D. Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.

Tabla 25

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 16

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	20%	0.5%	25%	20%
B	35%	30%	15%	10%
C	25%	65%	40%	60%
D	20%	0%	20%	10%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

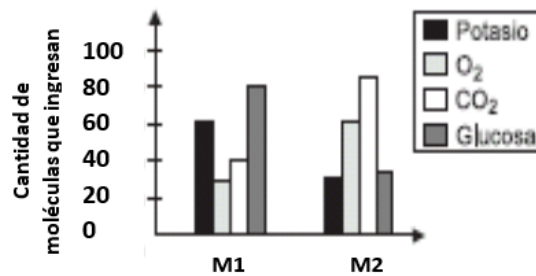
Se pudo determinar de acuerdo a la Tabla 25 que, un 25% de los estudiantes del grupo control y 40% del grupo experimental tenía concepciones acertadas sobre las características que suceden en el transporte celular activo. No obstante, conforme con el postest un 40% (grupo control) y un 20% (grupo experimental) incrementaron los porcentajes de acierto. Este resultado es alarmante, debido a que la falta de comprensión respecto al mecanismo de transporte activo donde el movimiento de sustancias se realiza en contra del gradiente, es decir, desde un lugar de menor hacia uno de mayor concentración, mostro elevados niveles de desacierto 35% (grupo control) y 40% (grupo experimental). Sería necesario fortalecer este tema a futuro.

17. El intercambio de sustancias a través de la membrana celular depende de la composición de la misma, así como el tamaño y propiedades de las sustancias que las atraviesan. La siguiente tabla muestra la forma como se transportan cuatro sustancias a través de la membrana

SUSTANCIA	PASO A TRAVÉS DE LA MEMBRANA
Oxígeno	Atraviesa la bicapa de la membrana por difusión simple a favor de un gradiente de concentración
Dióxido de carbono	Atraviesa la bicapa de la membrana por difusión simple a favor de un gradiente de concentración
Glucosa	Glucosa Atraviesa la membrana por difusión facilitada
Potasio	Entra a la célula por transporte activo en contra de un gradiente de concentración

Se realizó un experimento para evaluar la permeabilidad de dos tipos de membranas (M1 y M2) a estas cuatro sustancias, obteniendo los resultados que aparecen en la gráfica.

La siguiente gráfica muestra la relación entre los procesos de producción y utilización de glucosa, por parte de una planta cultivada in vitro, durante las primeras ocho (8) horas De acuerdo con estos resultados se puede plantear que



- A. la M1 tiene mayor porcentaje de proteínas que la M2
- B. la M1 tiene menor porcentaje de proteínas que la M2
- C. la M1 y la M2 tienen igual cantidad de proteínas
- D. no se puede determinar cantidad de proteínas de la M1 y la M2

Tabla 26

Respuestas en Pretest y Postest Respecto a la Pregunta Número 17

Opciones de respuesta	Grupo control		Grupo experimental	
	Prácticas físicas o presenciales		Prácticas virtuales - simuladores	
	Pretest	Postest	Pretest	Postest
A	20%	70%	10%	55%
B	15%	10%	15%	30%
C	35%	20%	30%	15%
D	30%	0%	45%	0%

Nota. Los resultados resaltados en rojo corresponden a la respuesta correcta.

El grupo control obtuvo un 80% de desaciertos en el pretest y el grupo experimental un 90%. Por su parte en el postest, se evidenció cierta mejoría en la interpretación de situaciones, aunque el porcentaje comparado con otras preguntas no fue tan elevado estando entre un 70% el grupo que empleó prácticas presenciales frente a un 55% de los estudiantes que usaron los simuladores virtuales, tal y como lo reflejan los datos de la Tabla 26. Fue notorio que posterior a la ejecución de los laboratorios (presenciales y virtuales) el 30% (grupo control) y el 45% (grupo experimental) todavía manifestaba falta de claridad sobre el tema de transporte activo y la función que cumplen las proteínas en el transporte de los iones de potasio. En virtud de lo anterior, se vio favorecido el trabajo experimental realizado en las instalaciones de la institución de forma presencial. García (2005) asegura que “las enseñanzas prácticas” son un factor relevante en el aprendizaje, debido a que, gracias a estas los estudiantes interactúan con los métodos procedimentales, de esta manera desarrollan mejor su comprensión conceptual. Así mismo, contribuyen a aclarar conceptos abstractos que pueden ser aprendidos de memoria, ya que se realiza una comprobación personal de un hecho.

Capítulo 5. Conclusiones

5.1 Principales hallazgos

En la presente investigación se pudo concluir que los laboratorios virtuales diseñados a partir de simulaciones o bajo aplicaciones de realidad virtual son un recurso de gran interés en la enseñanza de las ciencias ya que, favorecen la participación activa de los estudiantes mediante la experimentación de fenómenos con los que puede interactuar, esto se pudo observar en las prácticas experimentales implementadas y vinculadas a la manipulación de los simuladores virtuales Olabs.

5.2 Correspondencia con los objetivos y respuesta a la pregunta de investigación

Respecto a la pregunta de investigación ¿Cuál práctica (los laboratorios y simuladores virtuales como Olabs o los laboratorios físicos o presenciales) es más efectiva para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes del grado décimo? se pudo concluir que, al ser contrastados en términos de eficacia, tanto las prácticas experimentales presenciales o físicas como las simulaciones virtuales Olabs se complementan y, por ende, ninguna puede reemplazar a la otra. Por el contrario, su aplicación como estrategia didáctica podría llevarse a cabo de forma conjunta en el desarrollo y abordaje de diferentes temáticas.

En cuanto a la repercusión del ambiente virtual de aprendizaje (simuladores Olabs) en los estudiantes, se reflejó no exclusivamente en la adquisición o aprendizaje de una serie de conceptos relacionados con el transporte celular, sino que además, impulso el desarrollo de ciertas habilidades y destrezas acerca de la representación de la realidad al manipular ciertas variables, elaborar juicios de valor al validar o negar hipótesis inicialmente planteadas en los informes de

laboratorio y resolver problemas, entre otros, que se transferirán en procesos comunicativos requeridos en toda red social (Ávila y Bosco, 2001, como se citó en Afanador, 2010, p.120).

La ejecución de los simuladores virtuales aportó elementos teóricos y prácticos para contribuir a un mejor aprendizaje del contenido de la Biología celular enmarcado en los sistemas de transporte en el grado décimo, buscando transformar la práctica pedagógica y como formulación innovadora en la enseñanza de la Biología, de modo que estos adquirieron significado y sentido para los estudiantes a partir del ambiente virtual de aprendizaje.

El nivel de efectividad en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular aportado por los tipos de prácticas experimentales, se vio plasmado en el incremento de aciertos en la resolución del postest. Lo cual indico que al desarrollar tanto, laboratorios presenciales o físicos e interactuar con los simuladores virtuales Olabs, se pudo examinar de forma experiencial terminología asociada al estudio de los mecanismos de transporte celular como ósmosis, difusión simple, difusión facilitada y cualidades de los medios isotónico, hipotónico e hipertónico, a la par que se incrementó el vocabulario científico. De igual forma, contribuyeron a que los participantes lograran construir explicaciones teóricas de hechos reales ocurridos en su entorno, siendo capaces de actuar responsablemente con criterios científicos (Izquierdo et al., 1999). En términos de Séré (2002), los trabajos prácticos pueden dar a los estudiantes más cosas que sólo aquellas referidas a la dimensión conceptual.

Durante la representación a través de los simuladores Olabs, los estudiantes pudieron interactuar con las variables de los fenómenos estudiados modificándolos en poco tiempo para obtener resultados diversos, un aspecto que apporto en gran medida a su comprensión.

De la misma forma, esta metodología innovadora pudo entablar las relaciones entre la experimentación y los conocimientos adecuados sobre tecnologías digitales por parte de los estudiantes, fortaleciendo su empleo.

En contraste, con el trabajo en grupo (3 estudiantes) en las actividades experimentales a nivel presencial, los estudiantes (respetando y acatando las medidas de bioseguridad por la pandemia presentada) establecieron diálogos, con el propósito de plantear hipótesis que sustentaran los eventos aparecidos en los diferentes laboratorios, descubriendo los fenómenos biológicos involucrados. De esta manera, se puso de manifiesto el trabajo colaborativo, lo cual no se logró con la ejecución de los simuladores Olabs, debido a que se desarrollaron de forma individual en cada uno de los hogares de los participantes.

Uno de los aspectos relevantes de los simuladores, además de las ventajas mencionadas anteriormente, es que permiten que el estudiante sea partícipe activo del proceso de enseñanza – aprendizaje, por la interacción con el simulador y la administración de variables, le permite orientar preguntas de investigación, a la vez que le permite derivar explicaciones (Sierra, 2000). El uso de estas tecnologías en la enseñan que favorece la construcción autónoma del conocimiento a través de la indagación, la solución de problemas y la investigación, también permiten el aprendizaje por descubrimiento guiado, impulsa la asimilación de conceptos, así como de procedimientos (López, 2016).

En lo que respecta a las prácticas en general (virtual y presencial) contribuyeron a, incrementar las habilidades acerca del trabajo experimental riguroso para obtener resultados fiables. De acuerdo con la guía internacional de Biología I.B. (2016) un experimento ideal es el que da resultados que tienen solo una interpretación razonable y permite extraer conclusiones de las consecuencias sin dudas o incertidumbres (P.46). Siempre que sea posible, los resultados

deben ser cuantitativos pues, constituyen pruebas más sólidas que los resultados descriptivos, lo cual se hizo efectivo al obtener resultados basados en el establecimiento de cálculos y empleando unidades de medida del sistema internacional.

En esta misma línea, las repeticiones son necesarias porque, aunque se obtengan mediciones cuantitativas precisas, las muestras biológicas son variables. Basados en esto, las prácticas de carácter presencial otorgaron una gran ventaja sobre el empleo de los simuladores Olabs, al permitir que los estudiantes disfrutaran la posibilidad de repetir los experimentos y validar sus resultados iniciales. Incluso, algunos estudiantes emplearon concentraciones de sustancias que no estaban previstas en el procedimiento de la guía de laboratorio, para “probar” ciertas hipótesis. Aunque, de manera virtual se ofrecía esta posibilidad, la existencia previa y determinada de las variables en los simuladores lograban la obtención de los mismos resultados (cuantitativos y cualitativos) independientemente de cuantas veces se lograra reproducir desde el inicio el experimento.

En el caso del “Estudio de la ósmosis” los estudiantes pese a que observaron el incremento o disminución de sustancias en el osmómetro de papa y su relación con volumen celular, el simulador no les brindaba el recurso para efectuar una medición cuantitativa puntual, es decir, determinar en centímetros o milímetros que cantidad de soluto o solvente variaba, lo cual logro que los resultados estuvieran en mayor medida vinculados a la descripción. En contraste, los estudiantes a partir del desarrollo del laboratorio presencial, contaron con la oportunidad de emplear un instrumento de medida (regla) para determinar cuantitativamente el descenso o elevación de contenidos; y al mismo tiempo, robustecer sus resultados y, por ende, su análisis y establecimiento de conclusiones en el diseño del informe de laboratorio. Pero, en el caso del simulador sobre plasmólisis otorgaba las hojas de cálculo en formato Excel proporcionando los resultados finales sin necesidad de efectuar operaciones matemáticas

adicionales, mientras que en el laboratorio presencial los estudiantes realizaron cálculos despejando valores con las fórmulas solicitadas. En el primer punto, se facilitan los procesos y hay un ahorro de tiempo, mientras que en el segundo se repasan operaciones matemáticas.

En consideración al reconocimiento de las ideas previas de los estudiantes de grado décimo sobre los mecanismos de transporte celular a partir de la implementación del pretest se pudo establecer que, la mayoría de los evaluados ostentaban algunas dificultades frente a la comprensión y asimilación de conceptos y terminología relevante en el estudio de los mecanismos de transporte celular. Se destacaron incongruencias y confusiones frente a las particularidades que diferencian el transporte pasivo y el transporte activo. Conceptos como isotónico, hipotónico e hipertónico fueron utilizados erróneamente al ser aplicados a eventos cotidianos relacionados con los medios donde se encuentran las células vegetales y/o animales. Obstáculos como no discriminar entre conceptos como soluto, solvente y concentración, hicieron más compleja la resolución del cuestionario previo a la implementación de las prácticas de laboratorio. En este aspecto, las practicas experimentales favorecieron la demostración de aspectos teóricos sobre la biología celular como resaltan Romero y Quesada (2014), bien elaboradas permiten cuestionar las ideas alternativas de los estudiantes, formuladas como hipótesis previas a los experimentos, y dar sentido a las ideas científicas cuando son aplicadas para explicar fenómenos.

En cuanto a la implementación de prácticas de laboratorio y simuladores virtuales Olabs y físicos o presenciales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de décimo se estableció que, estas fueron efectivas al ser ejecutadas partiendo de la orientación brindada por las guías diseñadas para tal fin. Es así, que con el diseño y elaboración de las seis guías de laboratorio (3 para simuladores y 3 para laboratorios presenciales), los estudiantes mantuvieron una hoja de ruta frente a su proceder.

Dentro de su aprendizaje en el programa del Bachillerato internacional, los alumnos adquieren y aplican un conjunto de habilidades transdisciplinarias: sociales, de comunicación, de pensamiento, de investigación y de autocontrol. Estas habilidades son muy importantes, no solo en las unidades de indagación, sino en la enseñanza y el aprendizaje dentro del aula y en la vida fuera del colegio. En esta línea, a partir del empleo de las guías de laboratorio y su respectiva implementación, los estudiantes emplearon y fortalecieron habilidades de investigación en términos de: formular preguntas pertinentes y convincentes que pueden ser investigadas; utilizar todos los sentidos para observar detalles oportunos; desarrollar un plan de acción; elaborar esquemas; idear modos de encontrar la información necesaria; recopilar información de diversas fuentes primarias y secundarias, como libros, personas y tecnologías de la información y las comunicaciones para argumentar ideas o análisis; describir y registrar las observaciones en ilustraciones, notas, gráficos o informes; ordenar y clasificar la información, disponerla de manera comprensible, por ejemplo, descripciones de resultados, gráficos y diagramas; extraer conclusiones de relaciones y patrones que surgieron de los datos organizados, y finalmente, presentar los resultados de las prácticas experimentales, comunicando eficazmente lo que se ha aprendido, seleccionando los medios adecuados y un vocabulario acorde a la asignatura.

De igual forma, el diseño de las guías además de, proporcionar las fases propias del método científico para ser revisadas y ejecutadas en cada una de las prácticas por parte de los participantes, logro propiciar un mayor acercamiento al empleo de algunos términos de instrucción y a los requisitos a nivel procedimental exigidos por la evaluación interna (investigación individual) que representa el 20% de la evaluación final del Programa del Diploma (I.B.). De esta forma, se hacen cotidianos y no exclusivos al momento de presentar pruebas de carácter interno, externo o elaboración de documentos de investigación.

El ejercicio de elaborar los informes de laboratorio en virtud de las experiencias, tanto a nivel virtual con los simuladores Olabs como a nivel presencial con las prácticas efectuadas en la institución educativa, sumado a la manipulación de instrumentos de laboratorio y empleo de unidades de medida en diferentes situaciones, contribuyó a la comprensión de conceptos abstractos vinculados al transporte celular como la difusión y la osmosis. El hecho de plantear hipótesis, responder a una pregunta orientadora, identificar las variables de estudio, seguir un procedimiento, obtener y analizar resultados cuantitativos y cualitativos y establecer conclusiones en cada uno de los laboratorios realizados fortaleció las habilidades científicas y competencias en ciencias naturales como la indagación. Esto se vio plasmado en el incremento de resolución acertada de preguntas contenidas en el postest aplicado.

Por otra parte, al comparar el desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular entre los laboratorios presenciales o físicos y los simuladores virtuales (Olabs) se pudo establecer que, los evaluados del grupo experimental superaron por un mínimo resultado (4 respuestas) al grupo control. Por tal razón, se puede afirmar que el desempeño de los dos grupos de estudio se vio favorecido gracias a la implementación de las prácticas experimentales virtuales y presenciales.

En vista de lo anterior, podemos subrayar que, el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, debido a que le permite al estudiante cuestionar sus saberes y confrontarlos con la realidad. Adicional, sus conocimientos previos son puestos a prueba, pudiéndolos verificar de forma práctica. Al respecto, Osorio (2014) refiere que, la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico.

Por un lado, la tecnología impregna todos los campos y juega un rol importante en las carreras científicas y más en la enseñanza de las ciencias ya que agrega sobre los fenómenos científicos ideas que fomentan la integración del conocimiento (Linn, 2002). Y es necesario utilizarla como instrumento didáctico según Afanador (2010) para, facilitar los procesos de adquisición de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales de las ciencias (p.120).

Entonces, la estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias que contempla un conjunto de actividades debe tener en cuenta, según Linn (2002), objetos de aprendizaje, los ambientes de aprendizaje y demás herramientas tecnológicas virtuales para apoyar el proceso de integración del conocimiento que facilitarían o ayudarían a los estudiantes a desarrollar una perspectiva coherente sobre las situaciones científicas. Pero por sí solos los artefactos no afectan la conducta del estudiante, es necesario según Osorio et al. (s.f.), que haya motivación en el estudiante para que haga uso de los artefactos y estos a su vez incida en el aprendizaje. Esta característica es requisito para todo diseño curricular pues debe albergar los intereses particulares y generales de los estudiantes dentro de las actividades que el docente elabora.

5.3 Generación de nuevas ideas de investigación

En el trayecto de elaboración del presente trabajo investigativo surgieron algunas ideas que podrían convertirse a futuro en nuevas investigaciones, por ejemplo:

- Realizar una revisión sobre la generación de contenido digital en Colombia vinculado con la enseñanza de la biología.
- Otro aspecto significativo para investigar sería, el diseño de guías de laboratorio, con el fin de identificar la importancia de su estructura a nivel de pasos o etapas en el desarrollo

de una práctica experimental y/o estrategia didáctica que contribuya a fortalecer el método científico. Adicionalmente, establecer si hay una relación entre el formato y la asimilación y comprensión de conceptos.

5.4 Nuevas preguntas de investigación

Partiendo del trabajo de investigación realizado surgieron las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera el trabajo en equipo al efectuar una práctica de laboratorio incide en los resultados obtenidos?
- ¿En qué medida las repeticiones a nivel experimental en prácticas presenciales y virtuales garantizan la fiabilidad de los resultados?
- ¿Cuál es el efecto del empleo de guías de laboratorio (cerradas y abiertas) en la obtención de resultados cuantitativos en el estudio de la genética mendeliana?
- ¿Cuál es el efecto de una práctica experimental en grupos los laboratorios virtuales y los laboratorios reales en la enseñanza de las ciencias naturales en los resultados de las pruebas Saber-ICFES?
- ¿Cuál es el efecto del empleo de los laboratorios virtuales y los laboratorios reales en el fortalecimiento de las habilidades científicas de los estudiantes de grado décimo?

5.5 Limitantes de la investigación

Una restricción que se plasmó en la investigación la constituyó la pandemia vivida por el covid-19. En el caso de la implementación de los simuladores virtuales, si estuviéramos en circunstancias diferentes, se realizarían en las instalaciones del colegio específicamente en la sala

de sistemas. Cada estudiante estaría en un computador y ejecutaría sus prácticas, pero al mismo tiempo compartiría opiniones, hipótesis, conclusiones con sus demás compañeros. En este caso el trabajo en equipo no se evidenció totalmente.

Sumado a lo anterior, debido a la elevación de los picos de contagio por coronavirus se efectuaron cuarentenas que no permitieron el acceso a clases presenciales, lo cual extendió el plazo para la culminación de las prácticas experimentales planeadas. Estas, debieron ejecutarse en tiempos menores a los establecidos inicialmente para cumplir con los requerimientos y permisos institucionales.

5.6 Recomendaciones

Institucionalizar el empleo de los simuladores virtuales en todos los grados de escolaridad en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales y Educación ambiental y así mismo, optar por la vinculación de novedosas herramientas enmarcadas en las Tics para complementar las temáticas abordadas.

Con lo anterior, se podrá fortalecer el abordaje de este tipo de recursos virtuales, los cuales hacen parte del abanico de posibilidades que los estudiantes tendrán que seleccionar para poder elaborar su investigación individual (Evaluación interna) cuando lleguen a grado décimo e inicien el Programa de Diploma. Algunas posibles tareas solicitadas por el I.B. que serán nutridas por este tipo de estrategia serían: una investigación práctica de laboratorio; utilizar una hoja de cálculo para análisis y creación de modelos; extraer información de una base de datos y analizarla de manera gráfica; realizar trabajos híbridos de hoja de cálculo o base de datos con una investigación práctica tradicional y; utilizar una simulación, siempre que sea interactiva y abierta (Allott, Mindorff , & Azcue, 2015, pág. 171). Al mismo tiempo, proporcionarán elementos de orden

científico para la elaboración de la investigación independiente (Monografía) que deberán presentar como requisito obligatorio para graduarse. También, servirá como insumo para la presentación de las pruebas externas del I.B. que en el caso de Biología son tres, y para resolver la Prueba Saber-ICFES a nivel nacional, así como los exámenes de admisión de las universidades (si se seleccionan carreras relacionadas con el estudio de la Biología como medicina, zootecnia, enfermería, veterinaria, entre otras).

Paralelamente, se podrían formalizar en el plan de estudios la implementación de proyectos transversales e interdisciplinarios que, involucren como estrategia principal el empleo de los simuladores y laboratorios virtuales, de esta forma el conocimiento no estará fragmentado por asignaturas y será asimilado de manera integral y practica por parte de los estudiantes. Al mismo tiempo, no asignar este trabajo a un área o áreas determinadas, por el contrario, ser emprendido de forma mancomunada por los miembros de la comunidad educativa en general, lo cual garantizara un mejoramiento continuo.

Adicionalmente, desplegar y aplicar pruebas de carácter diagnostico a los estudiantes, que permitan identificar las dificultades académicas o habilidades excepcionales de acuerdo a su nivel de escolaridad, con el fin de realizar ajustes reales a los planes de estudio y organizar espacios de refuerzo y retroalimentación.

Otra sugerencia, estaría vinculada con invertir en la compra de simuladores y laboratorios virtuales específicos para cada temática, que complementen la ejecución de prácticas experimentales efectuadas de manera física. En el caso de las instituciones rurales y/o distritales que no cuentan con la infraestructura y presupuestos para su implementación, se podrían establecer alianzas estratégicas con organizaciones que proporcionan ayudas materiales

(computadores e internet) a establecimientos de bajos recursos. Un ejemplo, lo constituye actualmente el programa de conectividad, denominado Centros Digitales orientado por el Ministerio de Educación Nacional, el cual beneficiaría especialmente a las escuelas de las zonas más apartadas del país. Otra opción, podría ser acceder a los programas como “Computadores para Educar” con el fin de poder recibir equipos con 320 GB de contenidos educativos grabados instalados para facilitar el estudio con o sin conectividad. En sintonía, la herramienta “Colombia Aprende” formalizada mediante el Decreto 555 de 2020, puede proveer navegación gratuita para todos los usuarios con servicios de telefonía móvil. Según, MinTic (2020) esta plataforma, integra texto, animaciones e imágenes, acordes a cada nivel de escolaridad, y fue adaptada para que funcione también en versión móvil.

Como recomendación en lo que respecta a los docentes, como unos de los principales protagonistas en el campo educativo, se les debería facultar no solo para impartir conocimientos, sino también para infundir en los estudiantes una actitud activa de aprendizaje. Para esto, crear estrategias más claras que les permitan brindar experiencias de aprendizaje significativas en las que tengan que utilizar una indagación estructurada y un mayor pensamiento crítico y creativo.

En otras palabras, actualizarse e ir de la mano no solo con los avances tecnológicos sino, con las necesidades y gustos de los estudiantes. Ser inquietos intelectualmente para explorar en la red sobre las innumerables estrategias, recursos y herramientas que son creadas para fortalecer nuestro quehacer pedagógico y lo más importante, motivar nuestros estudiantes en el establecimiento de conexiones entre conocimientos hasta ahora aislados (simultaneidad del aprendizaje). Al respecto, Díaz Barriga (2021) coincide en afirmar que, es preciso que los docentes eleven las alternativas de aprender a enseñar significativamente a sus estudiantes con el acompañamiento de la tecnología. Esto, será logrado cuando el profesorado prospere a métodos

de enseñanza vanguardista y se forme para participar de manera creativa y proactiva en una comunidad educativa mediada por una cultura tecnológica.

Realizar olimpiadas de Ciencias Naturales (Biología, Química y Física) a partir del empleo de simuladores virtuales, se convertiría en otra alternativa novedosa para impulsar el uso de las Tics y al mismo tiempo, continuar con el fortalecimiento de competencias a nivel experimental y tecnológico.

Referencias

- Acosta Alba, R. (2019). *Repositorio institucional Universidad Cooperativa de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/14869>
- Afanador Castañeda, A. (2010). Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza V. 3, 116-137. Obtenido de <https://www.google.com/search?q=Bio-graf%C3%ADa%3A+Escritos+sobre+la+Biolog%C3%ADa+y+su+Ense%C3%B1anza+Vol+3+No5+ISSN+2027-1034.+Segundo+semestre+de+2010%2C+Bogot%C3%A1%2C+Colombia%2C+pp+116-+137+116+La+importancia+del+mundo+virtual+en+la+ense%C3%B1anza+y>
- Allott, A., Mindorff, D., & Azcue, J. (2015). *Biología. Libro del alumno*. Oxford.
- Andaloro, G., Donzelli, V., & Sperandeo-Mineo, R. (2007). Modelling in physics teaching: the role of computer simulation. *International Journal of Science Education*, 243-254. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069910130303?journalCode=tsed20>
- Andrioni, D., & Castillo, J. (sin fecha). Introducción al estudio de las Ciencias Naturales Carreras Odontología Nutrición Instrumentación Quirúrgica. .
- Ángulo, E. (1999). La imagen de la célula: evolución de la imagen de la célula en los textos científicos. *Bio: revista del Colegio oficial de biólogos*.
- Antueno, E. (2010). *Repositorio Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/18474>
- Arrazola, A. (1994). Biología de la membrana celular. *Revista Nefrología*, 14, 0-511. Obtenido de <https://www.revistanefrologia.com/es-biologia-membrana-celular--articulo-X021169959400663X>
- Avila M., P., & Bosco H., M. (2001). Ambientes virtuales de aprendizaje una nueva experiencia. *c37ambientes*. Obtenido de http://investigacion.ilce.edu.mx/panel_control/doc/c37ambientes.pdf
- Becker, W., Kleinsmith, L., & Hardin, J. (2007). *El mundo de la célula*. Pearson Education.
- Berlanas Vicente, C. (2014). *Repositorio Universidad Internacional de la Rioja*. Obtenido de <https://reunir.unir.net/handle/123456789/2954>
- Caballer, Senabre, M., & Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la Educación General Básica. *Enseñanza de las Ciencias*. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39778>
- Cabero Almenara, J. (2010). Los retos de la integración de las TICs en los procesos educativos. Límites y posibilidades. *Revista Perspectiva Educativa*, 49. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333327288002>

- Camacho González, J., Jara Colicoy, N., Morales Orellana, C., Rubio García, N., Muñoz Guerrero, T., & Rodríguez Tirado, G. (2012). Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 196-212. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024542003>
- Campanario, J., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 179-192. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/21572-Texto%20del%20art%C3%ADculo-21496-1-10-20060309.pdf>
- Campanario, J., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18, 155-69. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21652/21486>
- Contreras Gelves, G., García Torres, R., & Ramírez Montoya, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Revista Apertura*, 2. Obtenido de <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/22/32>
- Díaz Barriga, F. (2021). TIC y competencias docentes del siglo XXI. En R. Carneiro, J. Toscano, & T. Díaz, *Los desafíos de las TIC para el campo educativo*. España: Fundación Santillana. Obtenido de <https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/lastic2.pdf>
- Duit, R. (1991). Students' conceptual frameworks consequences for learning science. *The psychology of Learning Science*.
- Duit, R. (1996). The constructivist view in science education - what it has to offer and what should not be expected. *Investigación en la enseñanza de las ciencias*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/26530321_The_constructivist_view_in_science_education_-_what_it_has_to_offer_and_what_should_not_be_expected
- Escamilla, J. (2000). *Selección y uso de tecnología educativa*. México: Trillas.
- Esteban, M. (2002). El diseño de entornos de aprendizaje constructivista. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 6, 8-12. Obtenido de <https://revistas.um.es/red/article/view/25321>
- Fernández Hernández, J., Guerrero Bell, M., & Fernández Guerrero, R. (2006). Las ideas previas y su utilización en la enseñanza de las ciencias morfológicas en carreras afines al campo biológico. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*. Obtenido de <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/view/7220/7581>
- Flores, F. et al. (2000). Representación e Ideas Previas acerca de la Célula en los Estudiantes del Bachillerato.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de. *Revista de Investigación*, 33. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376140383004.pdf>

- Franco Ghisays, I., García Elguedo, Y., & Páez Villa, M. (2019). “*La indagación como actividad científica escolar para promover modelos del concepto de ósmosis en estudiantes de séptimo grado*”. Obtenido de Universidad del Norte: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/8680#page=1>
- Gagliardi, R. (1985). Los conceptos estructurales en el aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/50857-Texto%20del%20art%C3%ADculo-93138-1-10-20071029.pdf>
- Gagnetem, A., Imhof, A., Marini, M., Zabala, J., Tomas, P., Amavet, P., . . . Ojea, N. (2015). Biología, conceptos básicos. Obtenido de http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_01.pdf
- Galiana Mingot, T. (1998). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Osm%C3%B3metro>
- García Barrutia, M., Jiménez Artacho, C., Fonfría Díaz, J., Fernández Pérez, J., & Torralba Redondo, B. (2002). Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza Secundaria y Universidad. *Anales de Biología*, 201-207. Obtenido de <https://revistas.um.es/analesbio/article/view/31671>
- García García, H. (2016). *Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59242>
- García García, H. (2016). *Uso de los laboratorios virtuales para la enseñanza-aprendizaje del concepto materia y sus propiedades en estudiantes de grado noveno*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59242>
- González, N., & Barbeito, C. (2006). *IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/22093/879-Relato+de+una+experiencia+sobre.pdf?sequence=1>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, Collado, C., & Baptista, Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Bogotá. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Hidalgo Paredes, H., Mera Gutiérrez, E., López Ordoñez, J., & Patiño Giraldo, L. (2015). Aprendizaje basado en problemas como potencializador del pensamiento matemático. *Plumilla Educativa*. Obtenido de <http://oaji.net/articles/2017/5027-1496088401.pdf>
- ICFES. (2014). *ICFES Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación*. Obtenido de <cfes.gov.co/documents/20143/176813/Guia+de+lineamientos+para+las+aplicaciones+muestral+y+censal+-+saber+359+2014.pdf/7455a026-8308-5d4d-4975-a53a86e4c56b>

- Internacional, Organización del Bachillerato. (2016). *Guía de Biología*. Cardiff, Reino Unido.
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662014000300013
- Izquierdo Aymerich, M., Sanmartí Puig, N., & Espinet Blanch, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias : revista de investigación y experiencias didácticas*, 17.
- Linn, M. (2002). Promover la educación científica a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 347-355.
- López Benjumea, A. (2016). *Repositorio Digital de Documentos en Educación Matemática Universidad de los Andes*. Obtenido de <http://funes.uniandes.edu.co/11414/1/L%C3%B3pez2016La.pdf>
- López García, G. (2005). *Repositorio Universidad de Valencia*. Obtenido de <https://roderic.uv.es/handle/10550/53701>
- López García, M., & Morcillo Ortega, J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 562-576. Obtenido de http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N3.pdf
- López Rúa, A., & Tamayo Alzate, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8, 145-166.
- Lorandi Medina, A., Hermida Saba, G., Hernández Silva, J., & de Guevara Durán, E. (2011). Los Laboratorios Virtuales y laboratorios remotos en la enseñanza de la ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, 24-30. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Alberto-Lorandi-Medina/publication/267302003_Los_Laboratorios_Virtuales_1_y_Laboratorios_Remotos_en_la_Ensenanza_de_la_Ingenieria/links/598f47c8458515b87b443b5b/Los-Laboratorios-Virtuales-1-y-Laboratorios-Remotos-en-la
- Manci, V. (2016). *Repositorio institucional Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/55100>
- Marbach-Ad, G., Rotbain, Y., & Stavy, R. (2008). Using computer animation and illustration activities to improve high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/229877505_Using_computer_animation_and_illustration_activities_to_improve_high_school_students'_achievement_in_molecular_genetics
- Marqués Graells, P. (2012). Impacto de las TIC en la educación: funciones y limitaciones. *3 Ciencias Revista de investigación*.

- Martinho, T., & Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Obtenido de http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf
- Maurel, M., Dalfaro, N., & Soria, H. (2014). El laboratorio virtual: una herramienta para afrontar el desgranamiento. *DOC. MX*. Obtenido de <https://xdoc.mx/documents/el-laboratorio-virtual-una-herramienta-para-afrontar-el-5e8ce0ef71594>
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. Bogotá. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Naturales*. Obtenido de https://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). (25 de Abril de 2020). *El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Obtenido de <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/MinTIC-en-los-medios/135808:El-nuevo-plan-del-Gobierno-para-conectar-a-las-zonas-rurales>
- Monje Nájera, J., & Méndez Estrada, V. (2007). Ventajas y desventajas de usar laboratorios virtuales en educación a distancia: La opinión del estudiantado en un proyecto de seis años de duración. *Revista Educación*, 91-108. Obtenido de [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/1255-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1871-1-10-20120823%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/1255-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1871-1-10-20120823%20(1).pdf)
- Montagud Rubio, N. (sin fecha). *Psicología y mente*. Obtenido de <https://psicologiaymente.com/desarrollo/transposicion-didactica>
- Montoya Martínez, J. E. (2015). *Propuesta para la implementación de laboratorios virtuales en la enseñanza del curso de química inorgánica del grado 10 de la Institución Educativa Diego Echavarría Misas del municipio de Itagüí*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad EAFIT: <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/8023>
- Mora, N., & Farina, J. (2019). Propuesta de enseñanza del modelo de membrana celular basada en un modelo analógico y teatralización. *Revista d'Innovació Docent Universitària*, 46-53. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/26510-Text%20de%20l'article-60075-1-10-20190125.pdf>
- Morales Botero, C. (2015). *Repositorio Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/53936>
- Moreira, M., & Greca, I. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciencia y Educación*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/PT4qZyPn3vfHNdtzFMx8Zjx/?lang=es&format=pdf>

- Osborne, R., & Wittrock, M. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education. Science Education*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.3730670406>
- Osorio Urrutia, B., Muñoz Arteaga, J., & Álvarez, F. (sin fecha). *Metodología para el desarrollo de objetos de aprendizaje usando patrones*. Obtenido de <https://ava43.files.wordpress.com/2008/07/metodologia-de-realizar-objetos-de-aprendizaje.pdf>
- Piríz, N., López Larrama, M., Tucci, G., Cantero, J., & Mallarini, V. (2019). Tonicidad: ¿una propiedad de las soluciones y/o de las células? Aprendizaje sustentable del transporte de agua. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 12, 23-32.
- Pontes Pedrajas, A. (2005). Aplicaciones de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación en la Educación Científica. Primera Parte: Funciones y Recursos. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2-18.
- Pozo Muncio, J., & Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid, España: Morata. Obtenido de http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Pozo_Unidad_3.pdf
- Quiceno Idárraga, A. (2015). *Enseñanza-aprendizaje del concepto de membrana celular en estudiantes de básica secundaria*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57258>
- Ramos, Medina, E. (2016). *Propuesta Metodológica para la Enseñanza de los Mecanismos de Transporte Celular a estudiantes de sexto grado*. Obtenido de Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57717>
- Ricaurte Andrade, A. (2016). *Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58372>
- Rivera Gómez, D. (2011). Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/10147/7406-0430491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rocha, A., & Bertelle, A. (sin fecha). *Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*. Obtenido de El rol del laboratorio en el aprendizaje de la Química: https://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/arochoa/p5-0/index_archivos/BIBLIOGRAFIA/2007-ROLLABORATORIO-Bertelle.pdf
- Rodriguez. (1999).
- Rodríguez Palmero, M. (1997). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. *Investigações em Ensino de Ciências*, 123-149. Obtenido de [file:///C:/Users/ASUS/Downloads/633-1283-1-SM%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/ASUS/Downloads/633-1283-1-SM%20(1).pdf)
- Rodríguez Palmero, M. (2003). La célula vista por el alumnado. *Ciência & Educação*, 9, 229-246. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/yH7LH8tSjvwDrs7LXLWNbxS/?format=pdf&lang=es>

- Romero Ariza, M., & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. Obtenido de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/v32-n1-romero-quesada>
- Rosario, J. (2005). *Repositorio Universidad Pedagógica Nacional*. Obtenido de <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/493?show=full>
- Salinas Muñoz, M. (2018). Uso de laboratorios virtuales para la enseñanza de la histoembriología humana en la carrera de Enfermería de la Universidad de las Américas. *Educación Las Américas*. Obtenido de <https://revistas.udla.cl/index.php/rea/article/view/17>
- Séré, M.-G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 357-368.
- Stith, B. (2004). Use of Animation in Teaching Cell Biology. *Cell Biology Education*.
- Vega, O., Toro Villa, S., & Londoño Hincapié, S. (2016). Los laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias. *Ventana informática*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/1849-Texto%20del%20art%C3%ADculo-7342-1-10-20161215.pdf>
- Velasco Pérez, A., Arellano Pimentel, J., Martínez, J., & Velasco Pérez, S. (2013). Laboratorios virtuales: alternativa en la educación. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol26num2/articulos/laboratorios.html>
- Verhoeff, R., Waarlo, A., & Boersma, K. (2008). Systems modelling and the development of coherent understanding of cell biology. *International Journal of Science Education*. Obtenido de file:///C:/Users/ASUS/Downloads/PEER_stage2_10.1080252F09500690701237780.pdf
- Wellington, J. (1998). *Scientific Research Publishing*. Obtenido de [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55.\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=679870](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55.))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=679870)
- White, B., Bolker, E., Koolar, N., Maw, N., & Yu, C. (2007). *ERIC - Institute of Education Sciences*. Obtenido de <https://eric.ed.gov/?id=EJ752780>
- Yorek, N., Sahin, M., & Ugulu, I. (2010). Students' representations of the cell concept from 6 to 11 grades: Persistence of the "fried-egg model". *International Journal of Physical Sciences*, 15-24. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/271499042_Students'_representations_of_the_cell_concept_from_6_to_11_grades_Persistence_of_the_fried-egg_model

Anexos

Anexo A. Consentimiento informado

**BIOLOGÍA NM****DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO****Introducción:**

Uno de los rasgos que, indudablemente, caracteriza a las sociedades del S. XXI, es la incorporación plena de las TIC en diferentes campos. El ámbito educativo no sólo no puede sustraerse a esta realidad, por el contrario, tiene ante sí el reto de reconstruir su didáctica apoyándose en una serie de herramientas digitales. En este sentido, el proceso de enseñanza- aprendizaje de la Biología debe estar enmarcado no exclusivamente en los contenidos teóricos, sino que debe tener en cuenta su contexto, llevándolo a la praxis. Por esta razón se hace necesario la generación de propuestas novedosas que fortalezcan diferentes habilidades mentales.

El abordaje de los mecanismos de transporte celular, han sido difíciles de asimilar por parte de los estudiantes de grado noveno del Colegio objeto de estudio, evidenciándolo en los resultados de pruebas externas. Es indiscutible, que se deben cambiar los métodos tradicionales de enseñanza, pues son insuficientes para desarrollar en los estudiantes las capacidades cognitivas, creativas y organizativas, requeridas por la sociedad contemporánea.

Es aquí donde entran en juego los laboratorios simulados mediante las tecnologías de la información y comunicación (TIC) convirtiéndose en la estrategia central de esta investigación. Se efectuarán seis (6) practicas experimentales (virtuales y reales) sobre el transporte pasivo celular: ósmosis, difusión simple y difusión facilitada.

Por tal razón, se solicita amablemente el permiso para que su hij@ forme parte de esta investigación como participante y ejecutor de las practicas experimentales mencionadas, así como para resolver un pretest y postest.

Investigador Principal:

Nubia Ochoa Gómez

Supervisor:

Luz Adriana Albornoz Rodríguez

Tema o título de la Investigación:

Uso de los laboratorios y simuladores virtuales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de grado décimo.

Objetivo de la Investigación:

Evaluar la efectividad de los laboratorios y simuladores virtuales Olabs en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de décimo.

Método de la investigación:

La presente investigación se desarrolla desde el enfoque cuantitativo, donde su alcance de investigación se delimita en lo descriptivo. Teniendo en cuenta lo anterior, el diseño que se emplea es cuasi-experimental, porque busca comparar las estrategias metodológicas de los laboratorios virtuales frente a los laboratorios reales o convencionales como metodología tradicional y evaluar su impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los conceptos ligados a los mecanismos de transporte ocurridos al interior de las células.

Beneficios de la investigación:

Utilizar las evidencias sobre el empleo de los laboratorios y simuladores virtuales en el campo de la Biología para poder formalizar su implementación en el currículo de la institución no solo en grado décimo, sino en todos los niveles escolares.

Duración prevista de la investigación:

La investigación en su totalidad cuenta con dos años, pero lo referente a la aplicación de los instrumentos de recolección de datos donde los estudiantes ejecutaran tanto los simuladores virtuales como las practicas físicas o presenciales y la resolución del pretest y postest tomaran dos semanas.

Riesgo para el participante:

La participación de los estudiantes no conlleva ningún riesgo físico, mental.

Confidencialidad del participante:

Se mantendrá total confidencialidad respecto a los datos otorgados por los participantes. En ningún momento se hará mención particular a cualquier estudiante. Los datos suministrados solo serán conocidos por la investigadora y empleados para validar la obtención de los resultados.

Confidencialidad de los resultados:

Los resultados solo se analizarán de manera general sin hacer hincapié en ningún participante en particular.

Selección de los participantes:

Los estudiantes fueron seleccionados debido a que inician el año 1 (10°) en el Bachillerato internacional y en la asignatura de Biología abordan la temática que se desea investigar enfocada en los mecanismos de transporte celular y ya cursaron grado 7° donde, de acuerdo a los estándares de educación de nuestro país ya se trabajó este contenido. Adicionalmente, se tuvo en cuenta su apropiación conceptual, debido a que la temática abordada está constituida por un contenido altamente declarativo, es decir muy abstracto, donde se evidencia un nivel de complejidad, lo que requiere un manejo a mayor profundidad de términos y conceptos.

He leído la información proporcionada o me ha sido leída. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento sin que me afecte en ninguna manera; al mismo tiempo autorizo al investigador para use y publique los resultados para el Bachillerato Internacional y la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Nombre del Participante: _____

Grado: _____

Fecha de participación: _____

Autorización de los padres de familia en caso de menores de edad:

Consentimos voluntariamente que nuestro hijo participe voluntariamente en esta investigación y entendemos que no representa ningún peligro o riesgo para salud ni la integridad física o mental para nuestro hijo/a; al mismo tiempo autorizo al investigador para use y publique los resultados para el Bachillerato Internacional y la Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Nombre del Padre/ madre y/o acudiente: _____ **Firma:** _____

Anexo B. Términos de Instrucción Biología I.B.

Tabla 3

Términos de Instrucción del Programa del Diploma para Biología

Termino de instrucción	Definición
Definir	Dar el significado exacto de una palabra, frase, concepto o magnitud física.
Dibujar con precisión	Representar a lápiz por medio de un diagrama o un gráfico precisos y rotulados. Se debe utilizar la regla para las líneas rectas. Los diagramas se deben dibujar a escala. En los gráficos, cuando el caso lo requiera, los puntos deben aparecer correctamente marcados y unidos, bien por una línea recta o por una curva suave.
Enumerar	Proporcionar una lista de respuestas cortas sin ningún tipo de explicación.
Indicar	Especificar un nombre, un valor o cualquier otro tipo de respuesta corta sin aportar explicaciones ni cálculos.
Medir	Obtener el valor de una cantidad.
Rotular	Añadir rótulos o encabezamientos a un diagrama.
Anotar	Añadir notas breves a un diagrama o gráfico.
Calcular	Obtener una respuesta numérica y mostrar las operaciones pertinentes (salvo que se indique lo contrario).
Describir	Exponer detalladamente.
Distinguir	Indicar de forma clara las diferencias entre dos o más conceptos o elementos.
Estimar	Obtener un valor aproximado.
Identificar	Dar una respuesta entre un número de posibilidades.
Resumir	Exponer brevemente o a grandes rasgos.
Analizar	Separar [las partes de un todo] hasta llegar a identificar los elementos esenciales o la estructura.
Comentar	Emitir un juicio basado en un enunciado determinado o en el resultado de un cálculo.
Comparar	Exponer las semejanzas entre dos (o más) elementos o situaciones refiriéndose constantemente a ambos (o a todos).

Comparar y contrastar	Exponer las semejanzas y diferencias entre dos (o más) elementos o situaciones refiriéndose constantemente a ambos (o a todos).
Deducir	Establecer una conclusión a partir de la información suministrada.
Determinar	Obtener la única respuesta posible.
Dibujar aproximadamente	Representar por medio de un diagrama o gráfico (rotulados si fuese necesario). El esquema deberá dar una idea general de la figura o relación que se pide y deberá incluir las características pertinentes.
Discutir	Presentar una crítica equilibrada y bien fundamentada que incluye una serie de argumentos, factores o hipótesis. Las opiniones o conclusiones deberán presentarse de forma clara y justificarse mediante pruebas adecuadas.
Diseñar	Idear un plan, una simulación o un modelo.
Elaborar	Mostrar información de forma lógica o con un gráfico.
Evaluar	Realizar una valoración de los puntos fuertes y débiles.
Explicar	Exponer detalladamente las razones o causas de algo.
Predecir	Dar un resultado esperado.
Sugerir	Proponer una solución, una hipótesis u otra posible respuesta.

Tabla 3. Términos de instrucción para Biología I.B. Adaptado de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=Y29sZWdpb3RpbGF0YS5IZHUuY298cGVwLXRpbGF0YXxneDo1NmY0OTk3MWFjYTUzNTNI>

Anexo C. Instrumentos (Pre-test y Postest)

BIOLOGÍA IB GRADO DÉCIMO



MECANISMOS DE TRANSPORTE CELULAR

Nombre _____ Curso _____ Fecha _____

Docente: Nubia Ochoa Gómez

INSTRUCCIONES PARA LOS ESTUDIANTES

- Responda todas las preguntas.
- Preguntas de selección múltiple con única respuesta. Marcar una (X) la opción que considere correcta.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es [50 puntos].
- Tiempo 1 hora

La siguiente imagen de un *Paramecium* se utilizará en la pregunta 1 y en la pregunta 2.

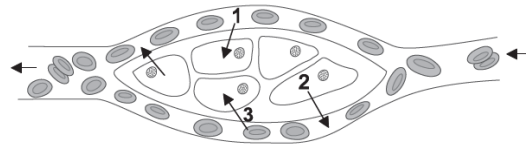


1. Los paramecios, organismos unicelulares de las aguas dulces, son capaces de expulsar agua hacia el medio externo a pesar de ser éste hipotónico. Este tipo de transporte es
 - A. pasivo, por simple difusión pues el agua puede atravesar libremente la membrana en ambos sentidos;
 - B. pasivo facilitado, pues el agua, al ser polar, no puede atravesar la doble capa lipídica;
 - C. activo con gasto de energía, por tener que extraer agua en contra del gradiente osmótico.
 - D. Ninguna de las tres respuestas anteriores es la correcta.

2. Si la concentración de sal en el interior del *Paramecium* es del 1,8 %. La concentración de sal en el medio circundante cae de repente al 0,2 %. ¿Cuál será la respuesta más probable?
 - A. La célula perderá sal vertiéndola al medio.
 - B. La vacuola contráctil expulsará más agua.
 - C. La célula se hinchará y acabará estallando.
 - D. La membrana se volverá más permeable a la sal.

3. ¿Qué es la ósmosis?
 - A. El movimiento del agua a través de una membrana, desde una concentración de soluto baja hacia una alta
 - B. El movimiento de solutos a través de una membrana, desde una concentración de agua alta hacia una baja
 - C. El movimiento del agua a través de una membrana, desde una concentración de soluto alta hacia una baja
 - D. El movimiento de solutos a través de una membrana, desde una concentración de agua baja hacia una alta

4. La siguiente figura muestra una serie de glóbulos rojos y de células tisulares (conjunto de células que pueden formar un tejido de todos los niveles posibles en los seres vivos) indiferenciadas.

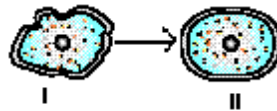


[Fuente: © Organización del Bachillerato Internacional, 2017]

En esa figura, la flecha 3 representa la difusión del oxígeno desde las células sanguíneas hacia las células tisulares. ¿La difusión de qué moléculas aparece representada por la flecha 1 y la flecha 2?

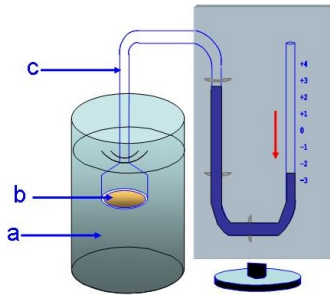
	Flecha 1	Flecha 2
A.	Dióxido de carbono	Urea
B.	Agua	Glucosa
C.	glucosa	Dióxido de carbono
D.	Ácidos grasos	Aminoácidos

5. Los glóbulos rojos son células que hacen parte del tejido sanguíneo. Si a una muestra de sangre se agrega una solución salina muy concentrada (5%), los glóbulos rojos
- estallarían debido a la absorción de agua, ya que el líquido circundante contiene menos sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el agua tiende a entrar a la célula para equilibrarse con el medio externo
 - estallaría debido a la absorción de agua, ya que el líquido circundante contiene más sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el agua tiende a entrar a la célula para equilibrarse con el medio externo
 - se deshidratarían debido a la eliminación de agua, porque el líquido circundante tiene más sustancias disueltas que el líquido intracelular por tanto el agua tiende a salir de la célula tratando de equilibrarse con el medio externo
 - se deshidratarían debido a la eliminación de agua, porque el líquido circundante contiene menos sustancias disueltas que el líquido intracelular, por tanto, el líquido tiende a salir de la célula para equilibrarse con el medio externo



6. La figura muestra el estado inicial (I) y final (II) de una célula animal que fue sumergida en una solución acuosa. Al comparar estos dos estados, se podría inferir que con alta probabilidad la solución en la cual fue colocada la célula era con respecto al interior de la célula
- más concentrada
 - igualmente, concentrada
 - menos concentrada
 - de diferente composición

7. Se construye un osmómetro como el que se ve en la figura. En (B) se pone una membrana semipermeable y en (A) y en el tubo (C) dos disoluciones de concentraciones diferentes. Después de un cierto tiempo la columna de líquido coloreado desciende como se indica a continuación. Por lo tanto, podemos afirmar que



- A. las disoluciones a y c son isotónicas
- B. la disolución a es hipertónica respecto a la c
- C. la disolución a es hipotónica respecto a la c.
- D. la disolución c es hipotónica respecto a la b.

8. La ósmosis, la difusión simple, la difusión facilitada y el transporte activo son mecanismos que permiten la entrada y salida de sustancias a través de la membrana celular. Cuál es la opción en la que se establece correctamente la característica compartida por cada par de mecanismos de Transporte

	Difusión simple y Difusión facilitada	Ósmosis y Difusión simple	Transporte pasivo y difusión facilitada
A.	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Paso de agua a través de la membrana.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.
B.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.
C.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Movimiento de sustancias a favor de gradientes de concentración.
D.	Paso de sustancias a través de proteínas de membrana.	Movimiento de sustancias sin gasto de energía metabólica (ATP).	Paso de agua a través de la membrana.

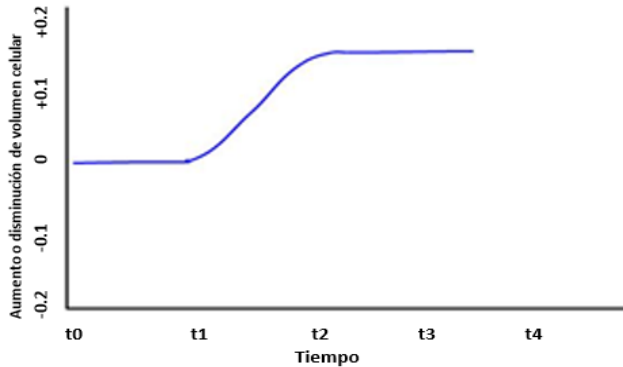
9. Los glóbulos rojos pueden regular el flujo de agua a través de su membrana, tal que su volumen se mantiene constante siempre y cuando las condiciones externas de concentración no sobrepasen ciertos límites. La siguiente tabla describe el fenómeno con respecto a la concentración extracelular de sodio.

Medio externo [Na] mM/L	Volumen de la célula	Estado
120		Equilibrio
800		Desequilibrio
30		Desequilibrio

De acuerdo con esta tabla, podemos suponer que cuando existe una concentración extracelular de Na⁺ superior a 900mM/L

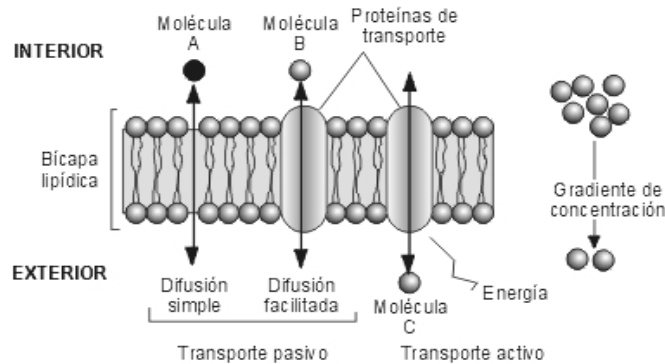
- A. sale agua de la célula y disminuye su volumen.
 - B. entra agua a la célula y el volumen disminuye.
 - C. sale agua de la célula y el volumen se mantiene constante.
 - D. entra agua a la célula y el volumen se mantiene constante.
10. En los brotes en crecimiento hay un transporte de auxina desde el vértice hacia abajo, descendiendo por el brote. Las bombas de protones almacenan energía en forma de gradiente de protones y de un potencial de membrana, y a continuación hacen uso de dicha fuente de energía para posibilitar el movimiento de la auxina. ¿Qué método de transporte es éste?
- A. Difusión
 - B. Transporte activo
 - C. Difusión facilitada
 - D. Ósmosis

11. Una célula es colocada en un medio donde la concentración externa de solutos es inferior a la concentración interna. Mas tarde al medio se le adiciona un exceso de solutos, y después de un tiempo se agrega agua pura, de manera que la concentración interna y externa de solutos se iguala. Según esto la célula
- primero se hincho, después se encogió, finalmente alcanzo su tamaño normal
 - primero se encogió, después se hincho, finalmente alcanzo su tamaño normal
 - primero tenía su tamaño normal, después se encogió, finalmente se hincho
 - primero se encogió, después alcanzo su tamaño normal, finalmente se hincho



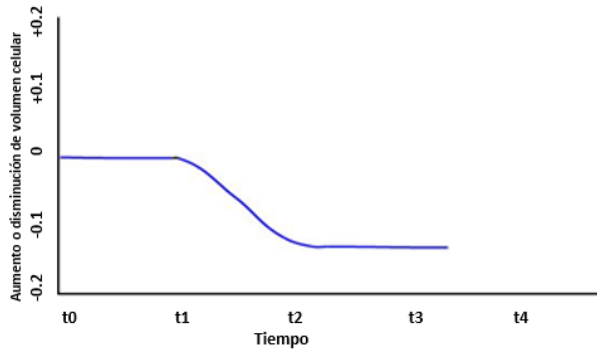
12. Al introducir un tejido en un medio se ha producido una variación del volumen celular según indica la figura, es por esto que podemos decir que
- que el medio externo era hipotónico
 - que el medio externo era hipertónico
 - ambos medios eran isotónicos
 - que el medio externo era isotónico

13. Este esquema muestra un momento (momento 1) en una célula en el que se encuentran ocurriendo simultáneamente los principales mecanismos de intercambio de sustancias con el medio a través de la membrana celular.



Si en un momento determinado (momento 2) en esta célula se observa que el número de moléculas A que ingresan a la célula es mayor que las que salen de ella, se puede suponer que muy posiblemente dentro de la célula hay

- mayor concentración de moléculas A que en el exterior
- menor concentración de moléculas A que en el exterior
- igual concentración de moléculas A que en el exterior
- ausencia de moléculas A



14. Al introducir un tejido en un medio se ha producido una variación del volumen celular según indica la figura, es por esto que podemos decir que

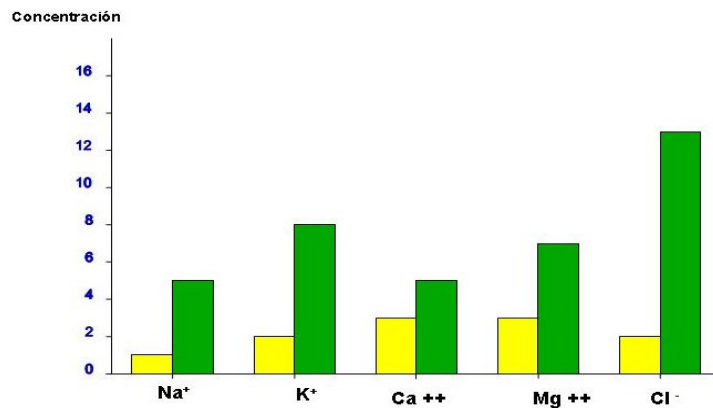
- A. ambos medios eran isotónicos
- B. que el medio externo era hipertónico
- C. que el medio interno era hipertónico
- D. que el medio externo era isotónico

15. Este esquema muestra un momento (momento 1) en una célula en el que se encuentran ocurriendo simultáneamente los principales mecanismos de intercambio de sustancias con el medio a través de la membrana celular.

	Interior del alveolo		Exterior del alveolo	
	[CO ₂]	[O ₂]	[CO ₂]	[O ₂]
1	Igual	Igual	Igual	Igual
2	Mayor	Menor	Menor	Mayor
3	Menor	Menor	Mayor	Mayor
4	Menor	Mayor	Menor	Mayor

De acuerdo con lo planteado en el esquema, para que ocurra un proceso de transporte activo desde el exterior hacia el interior de la célula es necesario que

- A. la sustancia transportada se encuentre en menor concentración dentro de la célula
- B. la sustancia deba ser transportada a favor de un gradiente de concentración con gasto de energía
- C. la molécula tenga un tamaño más pequeño que los poros de la membrana
- D. la célula requiera la sustancia y está disponible fuera de ella



16. La gráfica representa las concentraciones relativas de diferentes iones en las aguas de un lago (barras amarillas) y en el citoplasma del alga *Nictella* que se encuentra abundantemente en el propio lago (barras verdes). Por esto podemos decir que el transporte de dichos iones desde el exterior al interior deberá realizarse por

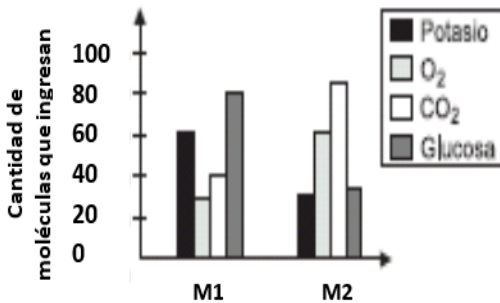
- A. difusión simple
- B. transporte pasivo facilitado
- C. transporte activo.
- D. Transporte activo simple

17. El intercambio de sustancias a través de la membrana celular depende de la composición de la misma, así como el tamaño y propiedades de las sustancias que las atraviesan. La siguiente tabla muestra la forma como se transportan cuatro sustancias a través de la membrana

SUSTANCIA	PASO A TRAVÉS DE LA MEMBRANA
Oxígeno	Atraviesa la bicapa de la membrana por difusión simple a favor de un gradiente de concentración
Dióxido de carbono	Atraviesa la bicapa de la membrana por difusión simple a favor de un gradiente de concentración
Glucosa	Glucosa Atraviesa la membrana por difusión facilitada
Potasio	Entra a la célula por transporte activo en contra de un gradiente de concentración

Se realizó un experimento para evaluar la permeabilidad de dos tipos de membranas (M1 y M2) a estas cuatro sustancias, obteniendo los resultados que aparecen en la gráfica

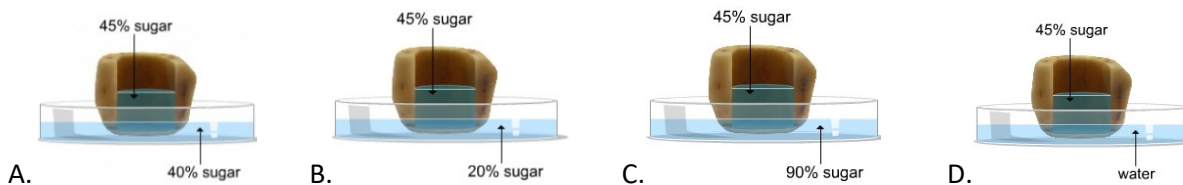
La siguiente gráfica muestra la relación entre los procesos de producción y utilización de glucosa, por parte de una planta cultivada in vitro, durante las primeras ocho (8) horas De acuerdo con estos resultados se puede plantear que



- A. la M1 tiene mayor porcentaje de proteínas que la M2
 B. la M1 tiene menor porcentaje de proteínas que la M2
 C. la M1 y la M2 tienen igual cantidad de proteínas
 D. no se puede determinar cantidad de proteínas de la M1 y la M2

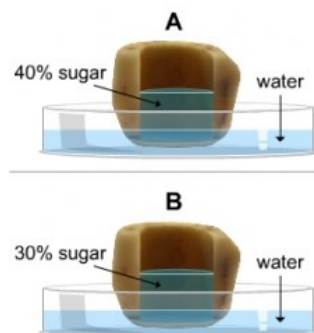
18. Juan Felipe está haciendo un experimento de ósmosis usando un osmómetro de papa. Llenó la papa con una solución de azúcar al 45%. Si quiere que, entre agua de la papa a la caja de Petri, ¿en qué caja de Petri debería colocarlo?

con una solución de azúcar al 45%. Si quiere que, entre agua de la papa a la caja de Petri, ¿en qué caja de Petri debería colocarlo?



19. ¿Por qué las plantas de cultivo se secan cuando se riega un campo con agua contaminada por agua marina?
- A. Las plantas pierden agua mediante transporte activo.
 B. Las plantas adquieren sal por ósmosis.
 C. Las plantas adquieren sal por difusión.
 D. Las plantas pierden agua por ósmosis.

20. Para realizar un experimento de ósmosis usando un osmómetro de papa, una papa se llena con una solución de azúcar al 40% y la segunda papa se llena con una solución de azúcar al 30%. Ambas papas se sumergen en vasos de precipitados que contienen 100% de agua. Los resultados se demuestran como:



- A. Ambas patatas aumentarán de peso.
 B. La papa A aumentará de peso.
 C. Ambas patatas adelgazarán.
 D. La papa B aumentará de peso.

Anexo D. Estructura guía de laboratorio presencial y virtual

Tabla 5

Estructura general de guía de laboratorio

Aspecto	Descripción	Etapa evaluativa
Nombre de la institución educativa	Información de la institución y datos del estudiante.	
Nombre del estudiante		
Fecha de implementación		
Tema	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selección del tema a trabajar en el laboratorio. ▪ Debe estar delimitado. ▪ Debe ser claro y explícito. 	
Propósito	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metas que se persiguen al realizar la investigación. ▪ El enunciado debe ser simple. 	
Pregunta de investigación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se formulará una pregunta relacionada con una observación en particular sobre el sistema que es objetivo de estudio o investigación. ▪ Debe estar delimitada. 	
Hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Debe ofrecer una explicación a una observación (es la respuesta a la pregunta). ▪ Será planteada como un enunciado, nunca como pregunta. ▪ Se debe referir sólo a una variable independiente. ▪ Debe ser testeable por medio de la experimentación. 	
Marco teórico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Resumen de los principios, leyes, y teorías de la Biología que se ilustran o aplican en la experiencia respectiva. ▪ Teoría de apoyo de acuerdo al tema trabajado. 	
Identificación de variables	<p>Es una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de adoptar diferentes valores los cuales pueden medirse y observarse.</p> <p>Variable independiente Es aquella propiedad, cualidad o característica de una realidad, evento o fenómeno, que tiene la capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables.</p> <p>Variable dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Es aquella característica, propiedad o cualidad de una realidad o evento que estamos investigando. ▪ Las variables dependientes son las que se generan como resultado del estudio o experimento <p>Variable controlada Son las variables que se mantienen constantes de manera que no afectan indebidamente la forma en que la variable independiente afecta a la variable dependiente.</p>	
Experimento control	Prueba científica hecha bajo condiciones controladas , esto es, que solo uno (o algunos) factores cambian en un momento dado, mientras que el resto se mantiene constante.	
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Colocar los reactivos, aparatos e instrumentos de laboratorio. ▪ Siempre se debe colocar las cantidades a emplear. 	
Evaluación de riesgos y seguridad en la práctica	<p>Cuando realice experimentos de alto riesgo o potencialmente riesgosos, hágase estas preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Cuáles son los riesgos? ▪ ¿Cuáles son las posibles cosas que pueden salir mal? ▪ ¿Cómo las voy a manejar? ▪ ¿Cuáles son las prácticas prudentes, los dispositivos de protección y los equipos necesarios para minimizar el riesgo de exposición a estos riesgos? 	
Procedimientos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Paso a paso para llevar a cabo la práctica experimental ▪ Se deben seguir en orden. 	

PREINFORME DE LABORATORIO

IN F O R

Resultados	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si hay guía de laboratorio ser rigurosos en su manejo. ▪ Los resultados que se colectan durante el experimento se llaman <u>datos brutos</u>. ▪ No incluya sus interpretaciones como parte de esta sección. ▪ Debe asegurarse que sus observaciones y mediciones estén volcadas en esta sección. ▪ No pase por alto ningún resultado. ▪ Registre todos los datos obtenidos en su experimentación. ▪ Proporcione una completa descripción de lo acontecido. ▪ Ilustraciones, gráficos, tablas y esquemas deben ser incluidos como para sustentar la información
Análisis de resultados	<p>En esta sección Ud. debe interpretar los resultados obtenidos, expresando cómo los resultados prueban o no la hipótesis planteada. Debe emplear tablas, gráficos, formulas, etc.</p>
Conclusiones	<p>Escriba cada conclusión por separado y en sentido positivo. Usted no puede dejar dudas en los lectores acerca de las conclusiones extraídas sobre la base de la evidencia colectada.</p>
Evaluación	<p>Evaluar todos los aspectos de la investigación Puede usar las siguientes preguntas para guiarte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ¿Hay algunos resultados que no se ajustaron con el resto? ¿Estos se llaman resultados anómalos? ▪ ¿Cuán exitoso fue el método en el experimento que generó resultados confiables? ▪ ¿A menudo puede decidir si los resultados son confiables o no, estableciendo cuán cercanas están las réplicas unas de otras? ▪ ¿Cuál fue la principal debilidad en la investigación? ▪ ¿Qué mejoras genuinas podrían hacerse a la investigación, si se hiciera de nuevo?
Bibliografía	<p>Referenciar las fuentes fiables empleadas para el desarrollo de la investigación.</p>
Webgrafía	<p>Referenciar las fuentes fiables encontradas en la internet para el desarrollo de la investigación.</p>
Anexos	<p>Ubicar los soportes de la investigación como fotografías, videos, encuestas, cuestionarios, etc.</p>

Tabla 5. Estructura general de guía de laboratorio. Diseño de la investigadora.

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

<hr/> <hr/> <hr/>

MATERIALES:

- 25 papas medianas peladas
- 10 alfileres
- 5 cajas de Petri
- Un gotero
- 500 ml de agua destilada
- Un cuchillo
- Azúcar
- Un beaker o vaso de precipitado
- Cronometro (celular)
- Regla

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

<hr/> <hr/> <hr/>

PROCEDIMIENTO

1. Coloque la papa pelada sobre el mesón y con el cuchillo, corte ambos extremos de la papa para que quede plana.
2. Use el cuchillo para hacer una cavidad en el centro de la papa desde uno de los lados planos casi hasta el fondo.

3. Coloque la papa pelada sobre el mesón y con el cuchillo, corte ambos extremos de la papa para que quede plana.
4. Use el cuchillo para hacer una cavidad en el centro de la papa desde uno de los lados planos casi hasta el fondo.
5. Vierta 20 m.l. de agua destilada en la placa de Petri hasta que esté medio llena.
6. Ahora, coloque la papa en la placa de Petri.
7. Llene la mitad de la cavidad hecha en la papa con una solución de azúcar. Iniciar con una concentración de azúcar al 0% en la cavidad de la papa y en la caja de Petri.
8. Marque el nivel de solución de azúcar en la cavidad con un alfiler. Mida con la regla y determine en milímetros la cantidad.
9. La papa ahora funciona como un osmómetro.
10. Deje el osmómetro en reposo durante unas dos horas.
11. Marque el aumento o disminución en el nivel de la solución de azúcar en la cavidad de la papa con otro alfiler. Mida con la regla y determine en milímetros la cantidad.
12. Repita los anteriores pasos empleando soluciones de azúcar al 10%, 15%, 20% y 25% tanto al interior de la papa como en la caja de Petri.
13. Observe, dibuje con precisión y describa lo sucedido. Puede tomar fotografías. (anexos).
14. Puede emplear el cuadro que se encuentra a continuación y añadir cuantas filas sean necesarias de acuerdo a las posibles combinaciones de concentración de azúcar en el interior de la papa como en la caja de Petri.

REGISTRO DE DATOS (RESULTADOS):

CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR (PAPA)	CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR (CAJA DE PETRI)	DIBUJO (Dibujar con precisión)	DESCRIPCIÓN

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

1. ¿En cuál de los montajes se observa un menor incremento del solvente? ¿Por qué cree que sucede esto?

2. ¿En cuál de los montajes se observa una disminución notoria de agua en la caja de Petri? ¿A qué crees que se deba esto?

3. ¿Qué factores pueden modificar la cantidad de solvente que ingresa a las células?

4. ¿Cuál es la tendencia de las moléculas del disolvente al emplear en el cilindro de papa una solución de azúcar al 25%?

5. ¿Cuándo la concentración de solutos fuera de la célula es menor que dentro de la célula, que fenómeno se presenta? Explícalo.

6. ¿Qué papel juega el tiempo en el ingreso solventes o salida de solutos en la práctica realizada?

CONCLUSIONES

¿Qué conclusiones puedes deducir a partir de los datos obtenidos en la práctica experimental?

EVALUACIÓN: (Evaluación del procedimiento- Mejoras de investigación.)

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

VARIABLES: Identificar las variables presentes en la práctica

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

<hr/> <hr/> <hr/>

MATERIALES:

- 5 papas medianas peladas
- 10 alfileres
- 5 cajas de Petri
- Un gotero
- 500 ml de agua destilada
- Un cuchillo
- Azúcar
- Un beaker o vaso de precipitado
- Cronometro (celular)

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

<hr/> <hr/> <hr/>

PROCEDIMIENTO

1. Ingresar al simulador <http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=182&cnt=4>
2. Para aumentar o disminuir la concentración de la solución de azúcar en la placa de Petri, elija la concentración de azúcar de la lista desplegable 'En placa de Petri: seleccione la concentración de azúcar'.
3. Para aumentar o disminuir la concentración de la solución de azúcar en la papa, elija la concentración de azúcar de la lista desplegable 'En papa: seleccione la concentración de azúcar'.
4. Haga clic en la casilla de verificación 'Vista en sección transversal' para ver la sección transversal de la papa, que ayuda a ver el nivel del agua dentro de la papa.
5. Arrastre un alfiler para marcar el nivel inicial de la solución de azúcar en la cavidad de la papa. Iniciar con una concentración de azúcar al 0% en la cavidad de la papa y en la caja de Petri.
6. Haga clic en el botón de inicio para comenzar el experimento.
7. Se muestra un temporizador y debe esperar hasta que se detenga.
8. Arrastre otro alfiler y marque el aumento o disminución de nivel de la solución de azúcar en la cavidad de la papa.
9. Haga clic en el icono de información para ver la inferencia.
10. Puede rehacer el experimento haciendo clic en el botón 'Restablecer'.
11. Repita los anteriores pasos restantes empleando soluciones de azúcar al 10%, 15%, 20% y 25% tanto al interior de la papa como en la caja de Petri.
12. Observe, dibuje con precisión y describa lo sucedido. Efectuar captura de pantalla (anexos).
13. Puede emplear el cuadro que se encuentra a continuación y añadir cuantas filas sean necesarias de acuerdo a las posibles combinaciones de concentración de azúcar en el interior de la papa como en la caja de Petri.

RESULTADOS (REGISTRO DE DATOS)

CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR (PAPA)	CONCENTRACIÓN DE AZÚCAR (CAJA DE PETRI)	DIBUJO (Dibujar con precisión)	DESCRIPCIÓN

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

1. ¿En cuál de los montajes se observa un menor incremento del solvente? ¿Por qué cree que sucede esto?

2. ¿En cuál de los montajes se observa una disminución notoria de agua en la caja de Petri? ¿A qué crees que se deba esto?

3. ¿Qué factores pueden modificar la cantidad de solvente que ingresa a las células?

4. ¿Cuál es la tendencia de las moléculas del disolvente al emplear en el cilindro de papa una solución de azúcar al 25%?

5. ¿Cuándo la concentración de solutos fuera de la célula es menor que dentro de la célula, que fenómeno se presenta? Explícalo.

6. ¿Qué papel juega el tiempo en el ingreso solventes o salida de solutos en la práctica realizada?

CONCLUSIONES

¿Qué conclusiones puedes deducir a partir de los datos obtenidos en la práctica experimental?

EVALUACIÓN: (Evaluación del procedimiento- Mejoras de investigación.)

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

VARIABLES: Identificar las variables presentes en la práctica

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

<hr/> <hr/> <hr/>

MATERIALES:

- 4 hojas de la planta *Rhoeo*
- 2 goteros
- Aguja de disección
- 3 láminas portaobjetos
- 3 láminas cubreobjetos
- 2 beaker o vaso de precipitado
- 1 bisturí
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio al 1%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio al 0.45%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 0.90%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 1.80%,
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 3.6%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 7,2%
- Pinzas
- Microscopio
- Caja de petri

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

<hr/> <hr/> <hr/>

PROCEDIMIENTO

1. En una caja de Petri disponga las hojas de la planta *Rhoeo* limpias y secas.
2. Tome una lámina portaobjetos de vidrio y colóquela sobre la mesa.
3. Tome una hoja de *Rhoeo* de la placa de Petri.
4. Doble la hoja y rómpala por la parte inferior.

5. Con unas pinzas, extraiga tres pequeños segmentos de una fina capa transparente de la epidermis inferior de la hoja de *Rhoeo*.
6. Con la ayuda de la aguja ubique uno de los tres trozos de tejido vegetal en el portaobjetos de vidrio.
7. Con un gotero, extraiga del vaso de precipitado de solución de NaCl al 0,1% dos gotas y colóquelos al tejido.
8. Coloque la lámina cubreobjetos al tejido. Limpie y seque si es necesario.
9. Ubique el montaje bajo el microscopio óptico compuesto.
10. Revise con los objetivos 4X, 10X, 40X durante cinco minutos.
11. Observe, dibuje con precisión y describa. Puede tomar fotografías (anexos)
12. Repita el anterior procedimiento empleando la solución de cloruro de sodio al 0.45%, 0.90%, 1.80%, 3.6% y 7,2%.

IMPORTANTE: Realizar el montaje control de la práctica. Para ello, debes colocar un trozo de epidermis de la hoja de la planta *Rhoeo* en una lamina portaobjetos, agregar 2 gotas de agua destilada y cubrir con un portaobjetos. Revisar en el microscopio.

RESULTADOS (OBTENCIÓN DE DATOS)

TEJIDO CONTROL		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X%		

TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.1%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X%		

TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.45%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X		

TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.90%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X		
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 1.80%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X		

TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 3.60%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X		
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 7.20%		
AUMENTOS MICROSCÓPIO	DIBUJO	DESCRIPCIÓN
4X		
10X		
40X		

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

1. ¿Qué les pasó a las células de la planta de *Rhoeo* al entrar en contacto con cada una de las soluciones?
¿Por qué?

2. ¿Qué incidencia tiene en el citoplasma de las células las concentraciones de solución empleadas?

3. ¿Por qué no ocurrió lisis (rompimiento de la célula) en las células vegetales de la planta empleada en la práctica?

4. De acuerdo a las observaciones efectuadas en el microscopio ¿cuáles son las diferencias entre una solución hipotónica y una solución hipertónica?

5. ¿Por qué se prefiere una hoja de la planta *Rhoeo* para estudiar la plasmólisis?

CONCLUSIONES

¿Qué conclusiones puedes deducir a partir de los datos obtenidos en la práctica experimental?

EVALUACIÓN: (Evaluación del procedimiento- Mejoras de investigación.)

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

VARIABLES: Identificar las variables presentes en la práctica

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

<hr/> <hr/> <hr/>

MATERIALES:

- 4 hojas de la planta *Rhoeo*
- 2 goteros
- Aguja de disección
- 3 láminas portaobjetos
- 3 láminas cubreobjetos
- 2 beaker o vaso de precipitado
- 1 bisturí
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio al 1%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio al 0.45%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 0.90%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 1.80%,
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 3.6%
- 10 m.l Solución de cloruro de sodio a 7,2%
- Pinzas
- Microscopio
- Caja de Petri

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

<hr/> <hr/> <hr/>

PROCEDIMIENTO

1. Ingresar al siguiente link de Olabs
<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=17&sim=199&cnt=1&lan=es-ES>
2. Seleccione la concentración de la solución de NaCl usando la lista desplegable, "Seleccione la concentración de la solución de NaCl" Inicie con 0.1%.
3. Arrastre y suelte el montaje en la platina del microscopio óptico compuesto.
4. Haga clic en el ocular del microscopio compuesto para ver las células.
5. Puede observar una celda normal controlada (experimento control) y una celda con la solución empleada.
6. Haga clic en el botón de inicio para iniciar el experimento.
7. Se muestra un temporizador y debe esperar hasta que se detenga.
8. Según su observación, puede indicar el tipo de solución utilizada (isotónica, hipotónica e hipertónica) para la muestra seleccionada haciendo clic en la casilla de verificación correspondiente.
9. Haga clic en el icono de información para ver la inferencia.
10. Puede rehacer el experimento en cualquier momento haciendo clic en el botón 'Restablecer'.
11. Repita el procedimiento con una solución al 0.45%, 0.90%, 1.80%, 3.6% y 7,2%.
12. Observe, dibuje con precisión y describa. Puede tomar captura de pantalla (anexos)

RESULTADOS (OBTENCIÓN DE DATOS)

TEJIDO CONTROL	
DIBUJO	DESCRIPCIÓN
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.1%	
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.45%	
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 0.90%	
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 1.80%	
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 3.60%	
TEJIDO EN SOLUCIÓN NaCl 7.20%	

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE RESULTADOS:

1. ¿Qué les pasó a las células de la planta de *Rhoeo* al entrar en contacto con cada una de las soluciones? ¿Por qué?

2. ¿Qué incidencia tiene en el citoplasma de las células las concentraciones de solución empleadas?

3. ¿Por qué no ocurrió lisis (rompimiento de la célula) en las células vegetales de la planta empleada en la práctica?

4. De acuerdo a las observaciones efectuadas en el microscopio ¿cuáles son las diferencias entre una solución hipotónica y una solución hipertónica?

7. ¿Por qué se prefiere una hoja de la planta *Rhoeo* para estudiar la plasmólisis?

CONCLUSIONES

¿Qué conclusiones puedes deducir a partir de los datos obtenidos en la práctica experimental?

EVALUACIÓN: (Evaluación del procedimiento- Mejoras de investigación.)

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

VARIABLES: Identificar las variables presentes en la práctica

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

MATERIALES:

- 3 cajas de Petri
- 2 vaso de precipitado (250 ml)
- 20 uvas pasas
- 20 arverjas verdes
- 20 lentejas
- Pinzas
- 500 ml de agua destilada
- Balanza electrónica
- Papel absorbente
- 3 láminas cubreobjetos
- 1 probeta 250 ml

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

PROCEDIMIENTO

1. Tome 20 uvas pasas secas.
2. Coloque las uvas pasas en una balanza electrónica y anote su masa. Tenga en cuenta la masa de la muestra, como la masa inicial (x).
3. Transfiera las uvas pasas de la balanza electrónica al vaso de precipitado.
4. Vierta 30 ml de agua destilada con una probeta y cubra las uvas pasas.
5. Anote cuanto subió el agua en el vaso de precipitado.
6. El aumento del nivel del agua se resta del valor del agua inicial, este se indica como volumen inicial (x). Este proceso es conocido como Principio de Arquímedes.
7. Deje que las uvas pasas se remojen durante 3 horas.

8. Retire las uvas pasas del agua con una pinza y colóquelas en una placa de Petri que contenga un papel secante.
9. Seque suavemente las pasas con otro papel secante.
10. Ubique de nuevo las uvas pasas en la balanza electrónica y anote la masa. Tenga en cuenta la masa de la muestra, como la masa final (y).
11. Vierta 30 ml de agua destilada con una probeta y coloque de nuevo las uvas pasas.
12. Anote cuanto subió el agua en el vaso de precipitado.
13. El aumento del nivel del agua se resta del valor del agua inicial, este se indica como volumen final (y).
14. Observe y describa las observaciones. Puede tomar fotografías (anexos)
15. Repita el anterior procedimiento empleando 20 arverjas verdes y posteriormente, 20 lentejas.

OBSERVACIONES

- a. La masa de las uvas pasas secas es, x (g)
- b. La masa de las uvas pasas hinchadas es, y (g)

Cálculos

- Masa de agua absorbida por las uvas pasas= (y - x)
- Porcentaje de agua absorbida por las uvas pasas = $\frac{y-x}{x} \times 100$

RESULTADOS (OBTENCIÓN DE DATOS)

Semillas	Masa semillas secas	Masa semillas hinchadas	Masa de agua absorbida	% de agua absorbida
Uvas pasas				
Arverjas				
Lentejas				

MEDIR MASA (Calcular valores solicitados)

MEDIR EL VOLUMEN (Calcular valores solicitados)

Semillas	Volumen inicial de semillas secas	Volumen final semillas de hinchadas	y-x	% de agua absorbida
Uvas pasas	Uvas pasas			
Arverjas	Arverjas			
Lentejas	Lentejas			

ANALISIS DE RESULTADOS:

1. Al final del experimento para determinar el porcentaje de agua absorbido por las uvas pasas, arverjas y lentejas se limpian justo antes de pesarlas. ¿Qué asegura esto?

2. Para obtener el resultado correcto del porcentaje de agua absorbido por las uvas pasas, ¿qué se debe hacer?

3. Un estudiante disolvió 1 g de azúcar en 10 ml de agua destilada en el vaso A. Disolvió 10 g de azúcar en 100 ml de agua destilada en el vaso B. Luego coloco unas pocas uvas pasas en cada uno. Después de dos horas, ¿qué descubrió que les había pasado a las uvas pasas? Explica.

4. Si las uvas pasas, las lentejas o las arverjas se empapan en una solución salina, ¿qué pasará con ellas?

5. ¿El peso inicial de las semillas fue factor determinante para el ingreso de agua? ¿Si o no? ¿Por qué?

CONCLUSIONES

¿Qué conclusiones puedes deducir a partir de los datos obtenidos en la práctica experimental?

EVALUACIÓN: (Evaluación del procedimiento- Mejoras de investigación.)

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

VARIABLES: Identificar las variables presentes en la práctica

INDEPENDIENTES	
DEPENDIENTES	
CONTROLADAS	
NO CONTROLADAS	

EXPERIMENTO DE CONTROL:

MATERIALES:

- 3 cajas de Petri
- 2 vaso de precipitado (250 m.l)
- 20 uvas pasas
- 20 alverjas verdes
- 20 lentejas
- Pinzas
- 500 m.l. de agua destilada
- Balanza electrónica
- Papel absorbente
- 3 láminas cubreobjetos
- 1 probeta 250 m.l

EVALUACIÓN DE RIESGOS Y SEGURIDAD EN LA PRÁCTICA

PROCEDIMIENTO

Puede seleccionar el método de medición haciendo clic en cualquiera de los íconos.

- Medir por peso
- Medir por volumen

Medir por peso

1. Ingresar al siguiente link de la plataforma Olabs
<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=79&brch=15&sim=123&cnt=1&lan=es-ES>
2. Seleccione la muestra (uvas pasas, semillas de guisantes y semillas de gramo) haciendo clic en el icono de la muestra requerida.
3. Haga clic y arrastre la muestra para colocarla en la báscula.
4. Si necesita más muestra para pesar, puede arrastrarla varias veces a la máquina de pesaje.
5. Tenga en cuenta el peso de la muestra, como el peso inicial (x).
6. El peso inicial (x) se puede ingresar en la hoja de trabajo.

7. Haga clic y arrastre la muestra pesada desde la báscula y colóquela en el vaso de precipitados que contiene agua destilada para empaparla.
8. Una vez que se completa el tiempo de remojo (el reloj se detiene una vez que se completa), haga clic y arrastre la muestra hinchada hacia la máquina de pesaje para pesarla nuevamente.
9. Tenga en cuenta el peso de la muestra hinchada, como el peso final (y).
10. El peso final (y) se puede ingresar en la hoja de trabajo.
11. Según los valores ingresados, la hoja de trabajo proporciona el porcentaje de agua absorbida por la muestra.
12. Puede rehacer el experimento haciendo clic en el botón "Restablecer"

Medir por volumen

1. Seleccione la muestra (uvas pasas, semillas de guisantes y lentejas) haciendo clic en el icono de la muestra requerida. Inicie por las uvas pasas.
2. Haga clic, arrastre y suelte la muestra en la probeta que contiene 30 ml de agua destilada, para dejarla en remojo.
3. Si necesita más muestra, puede arrastrarla y soltarla en el recipiente de medición varias veces.
4. El aumento del nivel del agua se indica como volumen inicial (x).
5. El volumen inicial (x) se puede ingresar en la hoja de trabajo.
6. Haga clic en la muestra en el frasco de medición y arrástrela hacia atrás para colocarla en el cristal del reloj.
7. La probeta se llena de nuevo con agua destilada, hasta 30 ml.
8. Ahora haga clic y arrastre la muestra en el cristal del reloj y colóquela nuevamente en el frasco de medición.
9. El aumento del nivel del agua se indica como el volumen final (y).
10. El volumen final (y) se puede ingresar en la hoja de trabajo.
11. Según los valores ingresados, la hoja de trabajo proporciona el porcentaje de agua absorbida por la muestra.
12. Puede rehacer el experimento haciendo clic en el botón "Restablecer".
13. Repita el anterior procedimiento empleando alverjas verdes y posteriormente, lentejas.
14. Puede tomar captura de pantalla (anexos)

OBSERVACIONES

- c. La masa de las uvas pasas secas es, x (g)
- d. La masa de las uvas pasas hinchadas es, y (g)

Cálculos

- Masa de agua absorbida por las uvas pasas= (y - x)
- Porcentaje de agua absorbida por las uvas pasas = $\frac{y-x}{x} \times 100$

RESULTADOS (OBTENCIÓN DE DATOS)

Emplear las siguientes tablas que ofrece el simulador virtual para ubicar los resultados. Esta puede guardarse en formato PDF o imprimirse para ser empleada en el informe final de laboratorio.

MEDIR MASA (Calcular valores solicitados)

Weight of the dry sam...	Weight of the swollen...	Weight of water abso...	% of water absorbed .
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN

MEDIR EL VOLUMEN (Calcular valores solicitados)

Initial volume of the ...	Final volume of the w...	y-x	% of water absorbed .
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN
		0	NaN

ANALISIS DE RESULTADOS DE RESULTADOS:

1. Al final del experimento para determinar el porcentaje de agua absorbido por las uvas pasas, alverjas y lentejas se limpian justo antes de pesarlas. ¿Qué asegura esto?

2. Para obtener el resultado correcto del porcentaje de agua absorbido por las uvas pasas, ¿qué se debe hacer?

3. Un estudiante disolvió 1 g de azúcar en 10 ml de agua destilada en el vaso A. Disolvió 10 g de azúcar en 100 ml de agua destilada en el vaso B. Luego echó unas pocas uvas pasas en cada uno. Después de dos horas, ¿qué descubrió que les había pasado a las uvas pasas?

4. Si las uvas pasas, las lentejas o las alverjas se empapan en una solución salina, ¿qué pasará con ellas?

5. ¿El peso inicial de las semillas fue factor determinante para el ingreso de agua? ¿Si o no? ¿Por qué?

Anexo K. Validación de instrumentos



Validación instrumento de investigación Pretest- postest sobre mecanismos de transporte celular

A partir de la revisión de cada una de las preguntas del actual instrumento se tienen las siguientes recomendaciones y sugerencias para conseguir que los datos arrojados sean de gran ayuda al momento de responder los objetivos y la pregunta de investigación del proyecto de maestría.

1. En el enunciado de las dos primeras preguntas se recomienda referirse a un individuo del género *paramecium*, modificando "imagen de un Paramecium".
2. En la pregunta número uno aparece el término "Hipotónico" el cual es probable que al realizar el pretest se desconozca, se recomienda ayudar al estudiante a tener un poco más claro desde la escritura de la pregunta a que se refiere este término, ya que la pregunta lo que quiere conseguir es el reconocimiento del tipo de transporte del paramecio.
3. En la pregunta número dos se indaga después del enunciado ". ¿Cuál será la respuesta más probable? " pero se recomienda tener una mejor redacción en la pregunta ya que al indagar por la respuesta no es claro.
4. En la pregunta número 3, si bien queremos conocer la claridad sobre el concepto de osmosis se sugiere contar con un enunciado que permita al estudiante tener contexto de cuando se puede evidenciar este fenómeno.
5. En la pregunta 5 y en otras encontramos ilustraciones que dan contexto a las indagaciones se recomienda citar cada una por que pequeña que sea, dando el crédito al autor correspondiente.
6. En la pregunta 7 se refiere algunos ítems denominados A,B,C,D pero estos se pueden confundir con las opciones de respuesta a,b,c,d, esto puede generar confusión al lector, se recomienda cambiar por otro grupo de viñetas.
7. En la pregunta número 9 aparecen unos gráfico en el ítem volumen, que para el estudiante pueden no ser claros, se recomienda buscar otro tipo de gráficos para la tabla o escribir conceptos.
8. En la pregunta número 12 y 14 en el plano de la x no es claro que se está midiendo en aquella gráfica.
9. En la pregunta número 15 se debería realizar un contexto que conlleve a la pregunta, en la tabla se habla de alveolo, pero este concepto queda un poco contextualizado. Se podría hablar de la importancia del proceso de respiración e inducir a la pregunta.
10. Se recomienda en la pregunta 16 complementar la gráfica con las convenciones donde se conozca a que se refiere cada color, sé que, en el texto está, pero ayudaría también tenerlo de manera gráfica.
11. Esta pregunta contiene una tabla y una gráfica además de 3 enunciados, creo que se puede organizar mejor para no confundir al estudiante, el cual ya viene tratando e analizar varias variables pero el orden de la pregunta no es el mejor.
12. Las figuras 18 y 20 tienen los conceptos en inglés, aunque son palabras algo comunes el presentarlas en un segundo idioma y cuando no es nuestro objetivo de investigación se puede convertir en una variable que afecte los resultados de la prueba

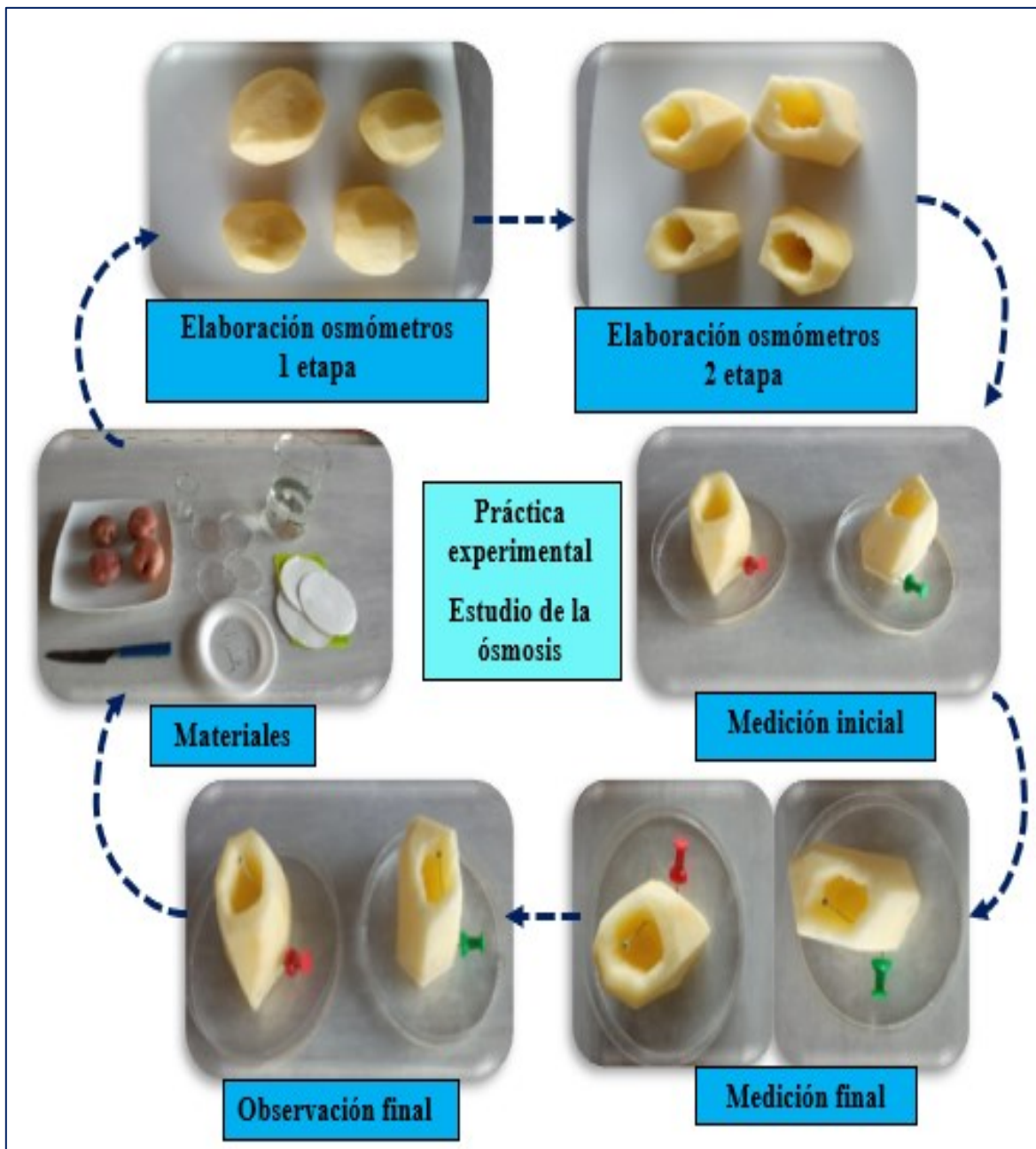
Docente Validador

Andrés Camilo Pérez Rodríguez
C.C 1.033.689.363
Correo: andres.perez@uniminuto.edu

Anexo L. Evidencias de trabajo de campo práctica Ósmosis

Figura 5

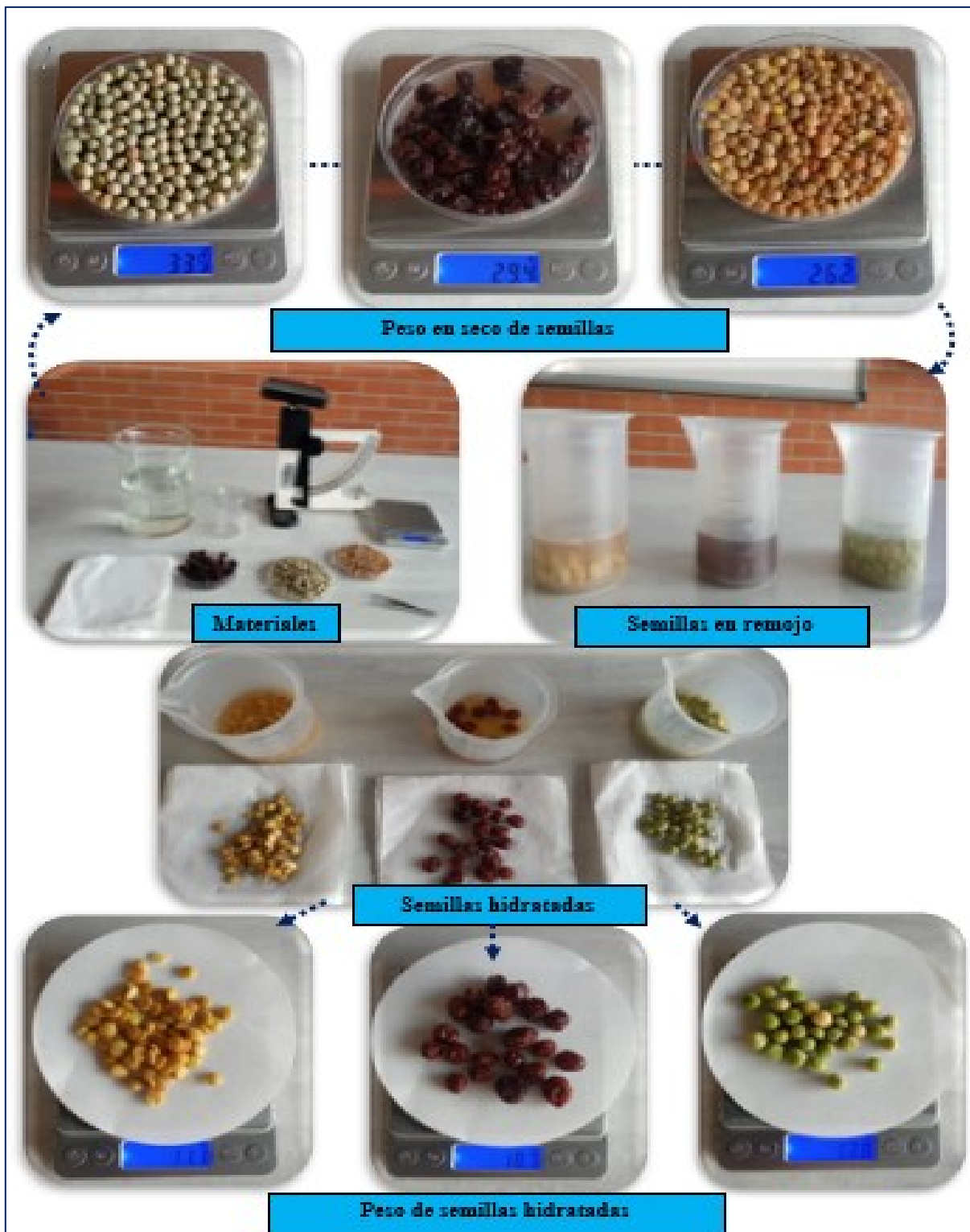
Práctica de Laboratorio Presencial sobre Ósmosis



Nota. Fotografías tomadas en el desarrollo de la práctica presencial por los estudiantes.

Anexo M. Evidencias de trabajo de campo práctica Plasmólisis**Figura 6***Práctica de Laboratorio Presencial sobre Plasmólisis*

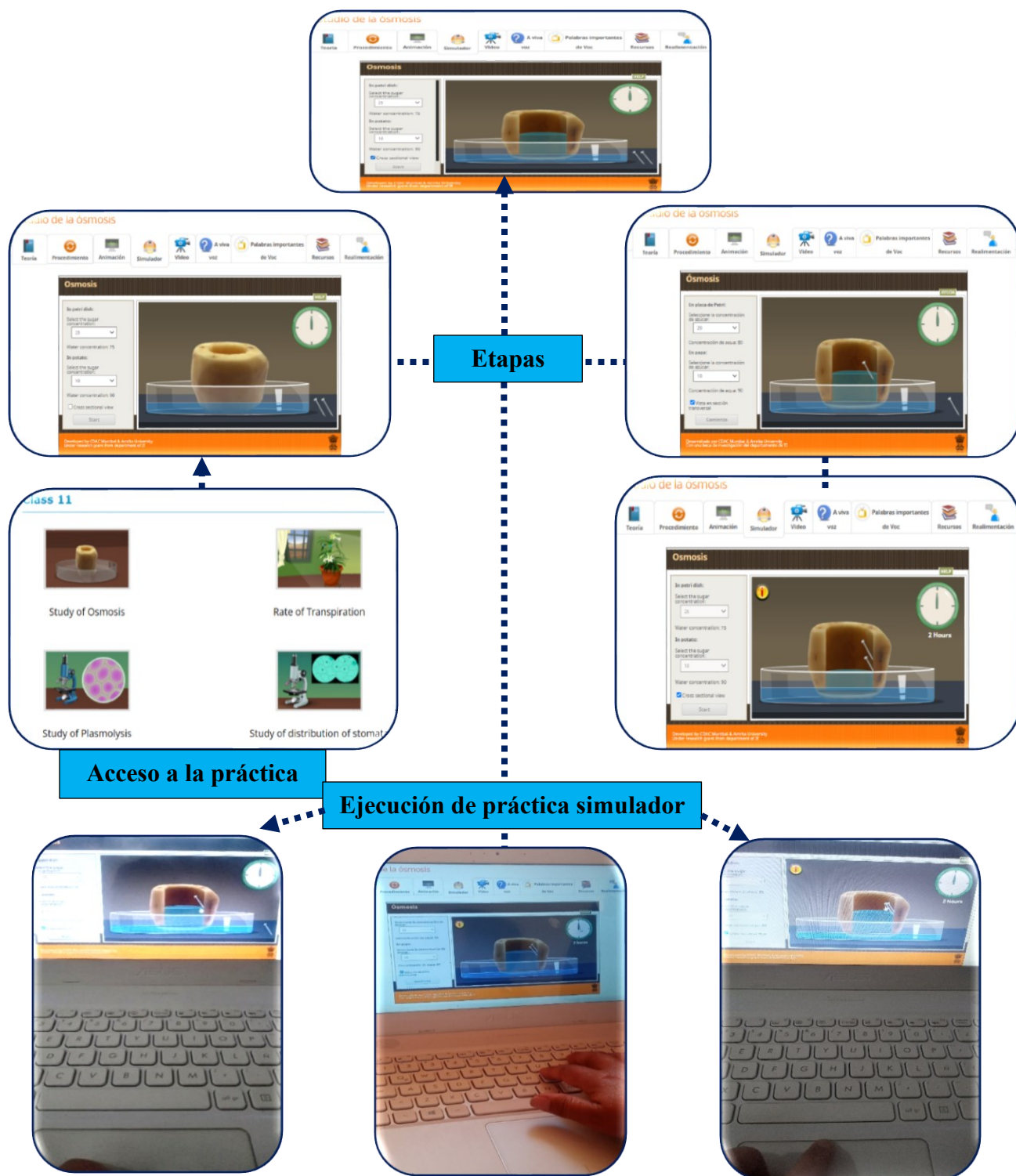
Nota. Fotografías tomadas en el desarrollo de la práctica presencial por los estudiantes y docente.

Anexo N. Evidencias de trabajo de campo práctica Imbibición**Figura 7***Práctica de Laboratorio Presencial sobre Imbibición*

Anexo O. Evidencias de trabajo de campo práctica virtual Ósmosis

Figura 8

Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Ósmosis

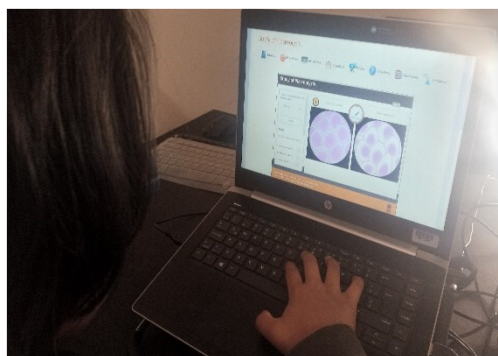
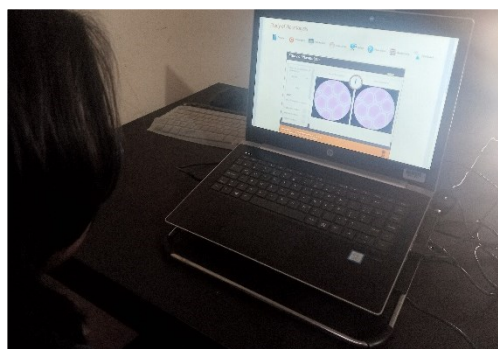
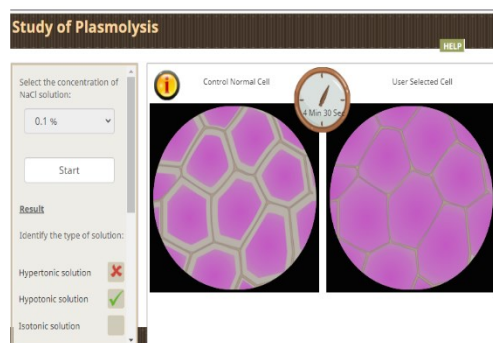
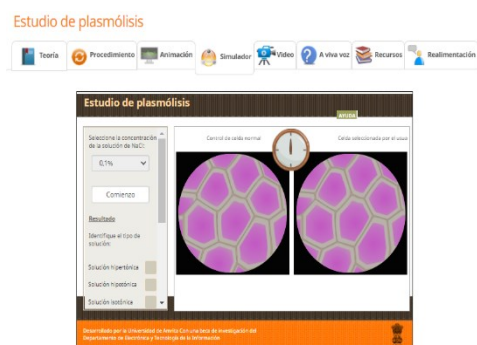


Nota. Fotografías tomadas en el desarrollo de la práctica presencial por los estudiantes.

Anexo P. Evidencias de trabajo de campo práctica virtual Plasmólisis

Figura 9

Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Plasmólisis



Ejecución de simulador en casa por estudiante

Nota. Fotografías tomadas en el desarrollo de la práctica presencial por los estudiantes.

Anexo Q. Evidencias de trabajo de campo práctica virtual Imbibición

Figura 10

Simulador Olabs, Práctica Experimental sobre Imbibición

The figure displays the virtual simulation interface for "Imbibition by Raisins" and a student using a laptop to run the simulation. The simulation interface includes a materials list, measurement options, and a virtual lab setup with a scale and beaker. The student's hands are visible on the laptop keyboard and mouse.

Imbibición por pasas

Teoría Procedimiento Animación Video Simulador A viva voz Recursos Realimentación

Materiales necesarios

Blotting paper Petri dish 30 Raisins with intact stalks Spatula

Electronic balance Distilled water Small beaker

Imbibition by Raisins

Click on the icon to choose measurement method:

Measure by weight Measure by volume

Click on the icon to choose sample:

Raisins Pea seeds Gram seeds

Reset

Drag more samples to weigh if you want. Or drag the sample and drop it into the beaker to soak.

Raisins

Imbibition by Raisins

Click on the icon to choose measurement method:

Measure by weight Measure by volume

Click on the icon to choose sample:

Raisins Pea seeds Gram seeds

Reset

Developed by Amrita University under research grant from Department of Electronics & Information Technology

Drag the sample back to the weighing machine.

Ejecución de simulador en casa por estudiante

Onion and Cheek Cells

Derection of adulterant in Dal

Adaptation in Animals

Imbibition by Raisins

1 Dry the soaked sample with a blotting paper.

Nota. Fotografías tomadas en el desarrollo de la práctica presencial por los estudiantes.

Anexo R. Matriz de análisis categorial

Tabla 1

Categorización del Proceso Investigativo

Objetivos específicos	Categorías de investigación	Subcategorías	Instrumentos
Identificar mediante un instrumento las ideas previas y las dificultades que presentan los estudiantes del grado décimo sobre los mecanismos de transporte celular.	Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimiento previo 	Pretest
Implementar prácticas de laboratorio y simuladores virtuales Olabs y físicos o presenciales para la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular en estudiantes de décimo.	Enseñanza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Términos de instrucción ▪ Habilidades de investigación ▪ Transposición didáctica ▪ Simuladores virtuales: <ul style="list-style-type: none"> -Imbibición -Ósmosis -Plasmólisis ▪ Trabajo experimental (trabajos prácticos) ▪ Trabajo en equipo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Preinforme ▪ Guías procedimentales laboratorios presenciales o físicos ▪ Guías procedimentales simulador Olabs
Comparar el desempeño de los estudiantes de grado décimo en la enseñanza-aprendizaje de los mecanismos de transporte celular entre los laboratorios físicos o presenciales y los simuladores virtuales (Olabs).	Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transferencia ▪ Resolución de problemas 	<p>Informe final de laboratorio</p> <p>Postest</p>

Curriculum vitae

Licenciada en Biología y Especialista en enseñanza de la Biología, con experiencia en Biología IB (Bachillerato internacional), jefatura del área de Ciencias Naturales y Educación ambiental, dirección de grupo y proyectos de investigación.

Con conocimiento en el diseño e implementación de guías de aprendizaje, refuerzo y evaluaciones, pruebas Saber-ICFES, PRAE, gestión ambiental y manejo de las Tics.

Persona con capacidad de liderazgo y trabajo en grupo, creativa e innovadora. Experiencia trabajando con población vulnerable.