

DE LOS FENÓMENOS OSMÓTICOS A LA MEMBRANA CELULAR

ANA MARITZA FORERO

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ, D.C.**

2020

DE LOS FENÓMENOS OSMÓTICOS A LA MEMBRANA CELULAR

ANA MARITZA FORERO

**Trabajo de Grado como requisito para optar por el título de Magister en Docencia de las
Ciencias Naturales**

**Asesorado por:
STEINER VALENCIA VARGAS
INGRID VERA OSPINA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ, D.C.**

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

JURADO

BOGOTÁ, D.C., 2020

TABLA DE CONTENIDO

Presentación.....	10
1.Contexto problemático.....	13
1.1. Imágenes de ciencia y escuela en el contexto de los estándares y 13	
derechos básicos del aprendizaje	13
1.2. El asunto de la información, experimentación y la experiencia en la escuela	18
1.3. El estudio de los fenómenos biológicos en la escuela	21
1.4. Reflexiones y contrastes con lo construido en los espacios de la MDCN	24
1.5. Formulación del problema	25
1.5.1. Hipótesis.....	26
1.5.2. Objetivos.....	26
2. Marco conceptual.....	27
2.1. Condiciones técnicas y teóricas que históricamente permitieron la	27
configuración de explicaciones acerca del fenómeno de ósmosis	27
2.2. Concepción actual del fenómeno osmótico	47
2.3. La membrana y su relación con la ósmosis	53
2.3.1. Modelo paucimolecular de Danielli.....	54
2.3.2. Modelo de membrana unitaria de Robertson.	57
2.3.3. Modelo de mosaico fluido.	59
2.4. El papel de la experiencia y la experimentación en la enseñanza de las ciencias en la educación básica.....	61
3. Ruta metodológica.....	67
4.Diseño e intervención de aula.....	70
4.1 Descripción del contexto institucional	70

4.1.1 Condiciones institucionales referencia a PEI, formas de trabajo y	71
recursos disponibles	71
4.1.2 Descripción de los actores.	72
4.2. Sentidos orientadores de la propuesta	73
4.2.1 Descripción de las fases	76
5. Sistematización	81
. 5.1 El papel de la sistematización como práctica del docente de ciencias naturales	81
5.1.1 Estrategias para el desarrollo de la sistematización.....	82
5.2 Interpretación del desarrollo de la intervención de aula Fase 1: Explorando con el cambio de volumen	83
6. Producción discursiva	91
Referencias Bibliográficas	98
ANEXOS	103

Lista de figuras

- Figura 1:** Representación del experimento realizado por Nollet con una vejiga de cerdo. Creado por la autora 29
- Figura 2:** Representación del experimento realizado por Nollet con una vejiga de cerdo a la inversa. Creado por la autora. 30
- Figura 3:** Representación del experimento realizado por Porret con recipiente dividido por dos compartimientos. Creado por la autora. 32
- Figura 4:** Representación del experimento realizado por Sömmering con una mezcla de alcohol y agua separado por una vejiga. Creado por la autora..... 33
- Figura 5:** Representación del experimento realizado por Fischer con un tubo de ensayo con agua destilada. Creado por la autora. 34
- Figura 6:** Representación del experimento realizado por Dutrochet con la pecera y la mohosidad en un fragmento de cola de pescado. Creado por la autora. 36
- Figura 7:** Representación del experimento realizado por Dutrochet con una bolsa epidermoide de caracol en un reloj con agua. Creado por la autora..... 37
- Figura 8:** Representación del experimento realizado por Dutrochet con intestinos de pollo. Creado por la autora. 38
- Figura 9:** Endosmómetro de Dutrochet. Entre los puntos a y b se encuentra la membrana de animal, la altura del agua se mide sobre la graduación que muestra entre segmento c y d (Bolard, 2012). 39
- Figura 10:** Diagrama de un endosmómetro (Bolard, 2012). 40
- Figura 11:** Esquema de una célula vegetal desde el punto de vista osmótico a) Normal b) estado de plasmólisis (Kleinzeller, 1999, p. 3). 44
- Figura 12:** Representación del proceso de ósmosis (Timberlake, 2011, p. 270). . 50

Figura 13: Primer modelo paucimolecular propuesto por Danielli y Davson (Latorre, 1996, p. 7) 57

Figura 14: Modelos propuestos por Danielli para representar la organización de los lípidos y las proteínas en la membrana (Latorre, 1996, p. 8). 58

Figura 15: Organización de una capa lipídica de la membrana y las proteínas propuesta por Danielli (Latorre, 1996, p. 8). 59

Figura 16: Modelo de membrana unitaria propuesto por Robertson en 1960 (Biología celular, 2010). 61

Figura 17: Representación del modelo de Mosaico fluido propuesto por Singer y Nicolson (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2008, p. 82). 62

Figura 18: Reporte fotográfico y escrito mediante bitácora..... 108

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Ecuación de potencial químico, en donde μ_i = al potencial químico de la sustancia i , ∂G = es la variación de la energía de Gibbs en el sistema y ∂n_i = la variación de los moles de la sustancia i en el sistema (Levine, 2014, p. 116). 52

Ecuación 2: Ecuación de la presión osmótica de una solución. π = presión osmótica, M es la concentración molar, es decir los moles de soluto por cada litro de solución, R es la constante de los gases ideales que equivale a 0.082 atm.L/mol.K y T es la temperatura. 53

Ecuación 3: Formalización matemática de la ley de Fick 54

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.</i>	47
Tabla 2	81
Tabla 3	82
Tabla 4	84
Tabla 5	88
Tabla 6	89
Tabla 7	94

Presentación

Este trabajo de grado constituye una profundización disciplinar que reúne elementos de la historia y epistemología de las ciencias en relación al fenómeno osmótico, con el propósito de fundamentarlo como objeto de estudio y mencionar su relación con la construcción empírica y conceptual del concepto de membrana celular.

Nace en el marco del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional, en el cual se propician espacios de reflexión sobre las prácticas de enseñanza de las ciencias, que permiten a los docentes configurar el aula de clase y la escuela como un espacio en el que la ciencia se conciba como una actividad propia de la cultura.

Con base en lo anterior, se problematiza la enseñanza de la ósmosis y los problemas de enseñanza que se presentan en el aula; esto teniendo en cuenta que el estudio de la misma se ha reducido a un efecto de gradiente producido por la diferencia de concentraciones a un lado y otro de la membrana; haciendo una reducción del fenómeno osmótico a un efecto de gradiente, en el que se obvian las interacciones entre elementos como el agua, la membrana y los solutos, constituyendo un obstáculo en su proceso de enseñanza ya que no permite reconocer en el fenómeno el funcionamiento de un sistema.

De estas preocupaciones surge el interés por estudiar la ósmosis desde una perspectiva histórica y epistémica con el fin de comprender el tipo de descripciones, preguntas y problemas asociados con el transporte de sustancias y su relación con el concepto de membrana celular. Uno de los primeros hallazgos que se hace en la revisión teórica de este fenómeno, en este trabajo, es que para su descripción, caracterización y definición no se requiere el concepto de membrana tal y como se asume en su enseñanza, entre otras cosas porque para la fecha no había consolidada una teoría celular y como tal la concepción de un límite que constituye a tal unidad; es decir la membrana celular. Por tal razón, en este trabajo se asume como hipótesis de trabajo que **la descripción,**

caracterización y explicación de los fenómenos osmóticos hace necesaria la construcción empírica y conceptual de la membrana celular; con base en esto, se ha establecido como principal objetivo profundizar en aspectos teórico – experimentales que han hecho de la ósmosis un fenómeno de transporte a través de la membrana celular.

El documento se divide en cinco capítulos que son: **el contexto problemático, el marco conceptual, la ruta metodológica, la intervención de aula, la discusión y las consideraciones finales.**

El contexto problemático es el **primer capítulo**, en él se proponen varios puntos que polemizan la enseñanza de los fenómenos de la naturaleza desde el contexto escolar en el marco de las políticas educativas, entre las cuales se encuentran: primero, algunas implicaciones en torno a los criterios de calidad de la educación e imagen de ciencia; segundo, el uso de la información, experimentación y la experiencia; tercero, se profundiza en cómo se abordan los fenómenos biológicos en la escuela; cuarto, se contrasta lo expuesto antes con lo construido en el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales; finalmente se expone la formulación del problema de investigación, la hipótesis y los objetivos del trabajo de grado.

El marco conceptual es el **segundo capítulo**, en él se profundizan aspectos disciplinares y pedagógicos. En cuanto a lo disciplinar, se inicia con una revisión histórica de las condiciones técnicas y teóricas que dieron lugar a la construcción de explicaciones del fenómeno osmótico; se profundiza en la concepción actual de la ósmosis; se expone la relación que tiene la membrana con la ósmosis; se profundiza en el papel de la experiencia y la experimentación en la enseñanza de las ciencias en educación básica enfatizando en la construcción de explicaciones.

El capítulo tres presenta la metodología implementada en el desarrollo del trabajo.

El cuarto capítulo trata sobre la intervención de aula, en este se presenta, inicialmente, los sentidos orientadores de la propuesta, luego, la descripción, la

sistematización, las construcciones de los estudiantes, el análisis y la discusión respectiva.

En el quinto capítulo se presenta una reflexión sobre la importancia del Trabajo de Grado en la resignificación del papel del docente, el estudiante y la escuela en la construcción de conocimiento. Igualmente, recoge la profundización disciplinar y pedagógica, a partir de las relaciones que se pudieron establecer entre la documentación teórica y el diseño, implementación y sistematización de la intervención de aula con el fin de precisar las conclusiones.

1. Contexto problemático

A partir del proceso de reflexión de las prácticas de enseñanza de las ciencias naturales que han sido propiciados en los diferentes espacios del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, nace la necesidad de profundizar en los aspectos teóricos y epistémicos de los diversos fenómenos biológicos, no sólo para enriquecer la práctica educativa sino para ir en un proceso de transformación constante que conlleve al cumplimiento del objetivo de la educación en función de ser transformadora social.

En el Colegio Anglo Americano (CAA), específicamente en el área de biología se enfatiza su enseñanza desde lo que está establecido por el Ministerio Nacional de Educación (MEN) con relación a los Estándares básicos de competencia (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA). Igualmente, se contrastarán estas políticas y metodologías propias del CAA que inciden directamente en la manera como el docente debe desarrollar el proceso de enseñanza, el uso de textos guía, el desarrollo de prácticas de laboratorio sujeto a guías pre elaboradas, entre otros.

1.1. Imágenes de ciencia y escuela en el contexto de los estándares y derechos básicos del aprendizaje

La enseñanza de las ciencias en educación básica cumple un papel fundamental, según el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2006) proveen de los conocimientos y herramientas necesarias a las personas para entender los fenómenos que se dan a su alrededor. Espinosa (2017) en dicho proceso formativo convergen los intereses de docentes, estudiantes, la institución educativa y de las políticas educativas vigentes. A pesar de lo anterior, la enseñanza se ha reducido a cumplir los estándares de calidad y ha sido sometida a acatar las políticas educativas que buscan responder a las necesidades del mercado.

En los lineamientos normativos en educación se establecen los estándares básicos de competencia (EBC) y los derechos básicos de aprendizaje (DBA), que reducen el papel del docente a enseñar contenidos para medir la calidad educativa mediante evaluaciones internas y externas, como lo refiere el MEN, a este respecto:

Los Estándares básicos de competencias constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna es el instrumento por excelencia para saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia - MEN-, 2006, p. 9)

De la misma manera, los Derechos básicos de aprendizaje establecen que:

Los DBA se organizan guardando coherencia con los Lineamientos Curriculares y los Estándares Básicos de Competencias (EBC). Su importancia radica en que plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año para que, como resultado de un proceso, los estudiantes alcancen los EBC propuestos por cada grupo de grados. (MEN, 2016)

En este orden de ideas, con relación a las evaluaciones referidas, se puede afirmar que Colombia ha avanzado en materia de calidad educativa, pues los resultados de las pruebas estandarizadas¹ de carácter nacional e internacional así lo han demostrado, por ejemplo: en las pruebas Saber 11 de 2016 respecto a las de 2015 hubo un incremento en las diferentes áreas, inclusive en las ciencias naturales; de igual forma, Ministerio de Educación Nacional (2018), en las pruebas PISA que se desarrollaron en el año 2015 hubo una mejoría en comparación con

¹ Las pruebas estandarizadas son instrumentos de evaluación que permiten obtener un panorama acerca del nivel y la calidad de los sistemas educativos.

los resultados en el año 2012 en las áreas evaluadas, también en ciencias, en donde el progreso fue de 17 puntos.

Sin embargo, Espinosa (2017), se refiere al término de calidad educativa y en general a los términos como estándares, competencias, entre otros, como deslegitimadores del valor social de la educación ya que la han enmarcado en el contexto de un discurso empresarial. Ahora bien, esta concepción de la calidad educativa establece parámetros únicos que dejan de lado las necesidades de los estudiantes y los lleva a responder por memorización las pruebas estandarizadas, dando una mayor relevancia a los resultados alcanzados en estas más, que al objeto propio de la enseñanza.

Por otra parte, se reduce el proceso de enseñanza de las ciencias a la explicación de contenidos generalmente ayudados por un texto guía y a la realización de prácticas de laboratorio que corroboran dichos contenidos.

Desde la experiencia vivida en el Colegio Anglo Americano (CAA) se observa que la enseñanza de las ciencias se centra en el cumplimiento de los contenidos estipulados en la malla curricular, los cuales deben ser abordados en su totalidad y para garantizar que sea así los docentes son vigilados de manera constante por los entes directivos de la institución.

Asimismo, la malla curricular establece un orden y unos tiempos específicos para el desarrollo de los temas allí estipulados. Por lo tanto, cuando los docentes incumplen con los tiempos o con los contenidos establecidos en esta se toman medidas por parte de los directivos como, por ejemplo, reuniones para aplicar acciones de mejoramiento en este aspecto que garanticen el cumplimiento del programa en función de contenidos.

Por otra parte, además de la malla curricular se tiene en cuenta el programa el cual es reorganizado un año antes de ser aplicado, en este, el docente debe estipular el número de horas necesarias para cubrir cada temática ajustándose al cumplimiento de cada uno de los estándares básicos de educación y DBA.

Con base en lo anterior, indirectamente la institución encamina el rol del docente a transmitir una serie de contenidos suficientes para responder de manera adecuada en las pruebas estandarizadas, que además de evaluar la calidad educativa de la institución, servirá como medio de evaluación del desempeño del profesorado. Así lo señala Popham (1999) afirmando que la eficiencia del profesorado se mide por el puntaje obtenido en las pruebas estandarizadas, es decir que, a mayor puntaje, mayor eficiencia y a menor puntaje menor eficiencia.

Por consiguiente, el proceso de enseñanza-aprendizaje se sigue dando de una manera tradicional en donde el papel protagónico del estudiante en la construcción de su propio conocimiento queda a un lado e infortunadamente se culpa al profesorado por no cambiar sus prácticas educativas; aun cuando ellos están buscando responder a los requerimientos de la institución y esta a su vez se rige por las políticas educativas y los estándares de calidad.

Castro y Ramírez (2012) en su estudio acerca de las contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas concluyen que:

Aunque las propuestas pedagógicas nacionales e institucionales para la enseñanza de las ciencias naturales son asumidas desde orientaciones constructivistas, las prácticas docentes riñen con esta realidad, cuando se evidencia que para el docente la construcción de conocimiento no asume al estudiante como protagonista de este proceso y no parte del aprender haciendo; por el contrario, persiste el modelo tradicional de enseñanza. El docente mantiene aún una concepción de ciencia con fuerte influencia positivista, ello tiene implicaciones didácticas, especialmente el transmisionismo y el enciclopedismo en la enseñanza y el memorismo (reproducción acrítica) en el aprendizaje, evidente en las prácticas evaluativas. (p. 60)

No obstante, esta postura ignora la realidad de las prácticas de enseñanza aprendizaje propiamente desde el aula de clase en donde el docente está constantemente presionado a cumplir con los contenidos correspondientes en un tiempo establecido para que los estudiantes puedan responder acertadamente en las pruebas estandarizadas; por supuesto en el Colegio Angloamericano los docentes cumplen con los EBC y los DBA y esto se evidencia en los resultados de las pruebas en las que el CAA ha sido clasificado en la categoría más alta. Lo cual le ha permitido durante 13 años estar en los primeros 10 lugares del ranking de los mejores colegios a nivel Nacional.

Sin embargo, Castro y Ramírez (2012), afirma que estos resultados no significan que los estudiantes realmente comprendan los fenómenos biológicos. De hecho, según Ruiz (2007), la enseñanza de conceptos por memorización hace que el estudiante vea la ciencia como una verdad absoluta siendo esto uno de los principales problemas de la enseñanza de las ciencias pues, se enseña la ciencia sin tener en cuenta el proceso de construcción de ésta, en consecuencia, el profesor en el aula de clase se encarga de transmitir una serie de conceptos definitivos que encuentra en un libro guía.

Por lo tanto, es fundamental que los estudiantes conciban la ciencia como algo inacabado y no como lo refiere Kaufman un acumulado de conocimientos terminados, neutrales, verdaderos y absolutos como se cita en Ruiz, (2007), lo cual conlleva, a que el estudiante desconozca el desarrollo histórico y epistemológico de las explicaciones construidas acerca de los fenómenos que observa en la naturaleza, situación que puede estar relacionada con una comprensión limitada de los mismos. (p. 43),

Ante lo anterior, Pozo y Crespo (1998) afirman que la apropiación del conocimiento necesita de un cambio radical tanto en las estructuras como en las estrategias, además, añade que tal cambio es el logro de un proceso amplio de instrucción, es decir que, la apropiación del conocimiento no surge de manera espontánea y natural, sino por el contrario es el producto de una construcción

social que solo será asequible a través de una enseñanza eficaz y capaz de asumir los problemas que este proceso de enseñanza de las ciencias trae consigo.

En cuanto a los recursos para la enseñanza, el CAA, establece el texto guía para cada grado como herramienta que facilita a los docentes el cumplimiento de los tiempos y contenidos requeridos, es así como este se convierte en el principal material de apoyo para el profesor.

Sin embargo, pese a que los libros de texto usados en las instituciones educativas están en consonancia con los estándares establecidos en las políticas educativas, estos no son los instrumentos más idóneos en la enseñanza de las ciencias, así lo corrobora Solaz (2010), quien afirma que los libros de texto presentan diferentes defectos como: explicaciones inadecuadas de la función de teorías, leyes y modelos; ausencia de base teórica en la presentación de modelos científicos como parte de la realidad física, presentación del conocimiento científico como algo que se genera estáticamente, sin errores, sin historia y en el que no se concibe a la ciencia como una actividad social, entre otros. Problemática que incide en la construcción de un imaginario de ciencia como lo describen Giordan y Gagliardi (1986) un cúmulo de productos en el que se desconocen las preguntas, hipótesis, dificultades y en términos generales, el contexto que determinó la formulación de una teoría.

1.2. El asunto de la información, experimentación y la experiencia en la escuela

La propuesta que manifiesta el MEN en los EBC en cuanto a la experiencia, establece que las generaciones que se están formando en ciencias sociales y naturales deben saber ser y saber hacer para que exista una verdadera comprensión de estas, además, sugiere que los estudiantes deben estar en la capacidad de compartir e informar sus experiencias y descubrimientos, aplicarlos en la vida cotidiana y aportar a la construcción y el mejoramiento del contexto en el que se encuentran, así como lo hacen los científicos, de acuerdo con esto, establece unos estándares que responden al siguiente enunciado *“Me aproximo al*

conocimiento como científico/a natural" (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 112). De los cuales se citan algunos ejemplos:

- Hago preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.
- Identifico condiciones que influyen en los resultados de una experiencia y que pueden permanecer constantes o cambiar (variables).
- Diseño y realizo experiencias para poner a prueba mis conjeturas.
- Observo fenómenos específicos.

Lo anterior es coherente con la necesidad de comprender el rol del docente desde un enfoque diferente como parte de los procesos de enseñanzaaprendizaje, que no limite su quehacer a la transmisión de conocimientos y a la demostración de experiencias, sino que se constituya como un orientador y acompañante de los procesos de investigación y construcción de explicaciones realizados por sus estudiantes.

Sin embargo, en el CAA pese a que se cuentan con excelentes espacios y equipos para la realización de prácticas de laboratorio, el tiempo para llevarlas a cabo es limitado; debido a la distancia entre estos y los salones que requiere un desplazamiento de aproximadamente 5 minutos. Por lo tanto, la práctica de laboratorio se debe efectuar en 35 minutos y se limita a la realización de experimentos sencillos y muy concretos que funcionan simplemente como métodos para constatar los contenidos vistos en clase.

Sumado a lo anterior, se limita la creatividad de los docentes, pues estos deben aplicar prácticas prediseñadas con direccionamiento externo como consecuencia de los procedimientos establecidos por los directivos de la institución. Estas son guías de laboratorio pre elaboradas desde un año antes con parámetros designados por la jefe de área, para ser ejecutadas el año en curso; al comenzar un nuevo año los profesores cambian de grado, pero deben seguir implementando las guías de laboratorio elaboradas por los docentes que dirigían dicho grado el año anterior.

Según Flores (2017), como consecuencia, pese a que los estudiantes realizan prácticas de laboratorio y recolectan datos de estas es casi nula la reflexión que hacen acerca de la importancia de estos en la construcción del conocimiento, es decir, la experimentación es vista por los estudiantes como algo para corroborar los contenidos estudiados y no como una herramienta propicia para la construcción de explicaciones de los fenómenos de la naturaleza.

A partir de lo anterior, nace la necesidad de distinguir el papel de la experiencia y la experimentación en la construcción de explicaciones en la escuela.

Para comenzar, es importante conocer la diferencia que distintos teóricos han establecido entre la experimentación y la experiencia, pues si bien, en algún momento de la historia han sido tomadas como palabras sinónimas, en la enseñanza de las ciencias y su aporte en la construcción del conocimiento en ciencias han sido claramente diferenciadas.

Por una parte, el experimento ha sido limitado a la observación y teorización de los fenómenos de la naturaleza; Requena (2016) afirma que: “al introducir la observación controlada y el uso de instrumentos para medir los fenómenos a través de la observación, limitando el término experimento a la observación regulada”. Asimismo, Ferreirós y Ordoñez (2002) exponen: “el experimento ha quedado cautivo de la teoría: la teoría es lo primero y primordial, lo que antecede y acompaña al experimento, y por supuesto lo que resulta de él” (p. 48). De acuerdo con estas ideas, se privilegia el teoricismo, de tal manera que toda actividad científica se interpreta desde lo conceptual. En consecuencia, todo fenómeno de las ciencias se reformula en conceptos y teorías.

Por otra parte, la experiencia científica moderna, como la llama Bachelard (1978) está comprometida con la objetividad, por lo tanto, se asegura de la presencia del fenómeno que es objeto de estudio, del cual se plantean preguntas que pueden tener respuestas negativas mediante la misma experiencia, esto repercute de manera positiva pues lleva enseguida a una reconstrucción de esta.

Es ahí donde la experiencia juega un papel fundamental en la enseñanza de las ciencias, pues permite a los estudiantes principalmente plantearse preguntas acerca de los fenómenos biológicos, comprenderlos mediante la experiencia y explicarlos, tomando así un papel muy importante en la construcción de explicaciones desde ellos mismos.

Teniendo en cuenta las afirmaciones anteriores y dada la importancia de la experiencia y la experimentación, en el marco teórico se profundizará y reflexionará en estos conceptos y su papel en la enseñanza de las ciencias.

1.3. El estudio de los fenómenos biológicos en la escuela

Generalmente, la enseñanza de las ciencias se ha basado en los contenidos, los conceptos, las leyes, las teorías y en las fórmulas matemáticas a las que dan lugar estas teorías, es decir, la pedagogía se ha enfocado principalmente en los productos acabados de la ciencia y no en la explicación de los fenómenos de la naturaleza desde aspectos históricos y epistemológicos.

De igual forma, los estudiantes se limitan a poner atención a las explicaciones del profesor. SEP, (2011). Relaciona que, al apoyar su aprendizaje en un libro de texto pre-elaborado, que al final propone una serie de problemas que tienen una respuesta objetiva determinada, estos son estáticos en el tiempo y se limitan generalmente a repetir los conceptos ya transmitidos con una mayor o similar dificultad.

Hernández (2014) afirma que uno de los aspectos más olvidados en el aula de clase, en el momento de enseñar ciencias, es el de la creatividad por el imaginario que se tiene de la actividad científica como limitada al descubrimiento y explicación de algo que ya existe. Así mismo, señala que la comprensión de un fenómeno es compleja, en el entendido de que este es la consecuencia de una o varias causas, tiene unas condiciones que lo hacen posible, puede no darse de manera aislada, exige unos antecedentes, debe relacionarse con diferentes hechos que requieren ser evaluados y comprobados.

De acuerdo con lo anterior, es errado que en la escuela se enseñen los fenómenos como simples conceptos verificables por prácticas experimentales, pues de esta manera no se fomenta el sentido crítico de la ciencia.

Un ejemplo de esto se ve reflejado en la forma en que se enseña el fenómeno de ósmosis en el CAA, primero se habla de la estructura de la membrana, haciendo referencia a sus componentes y la función que estos cumplen, seguido a esto se explica la diferencia de los tipos de transporte pasivo y activo, luego se introduce el fenómeno de ósmosis como un transporte exclusivo de agua de tipo pasivo porque no gasta energía, y para afianzar esos conceptos se hacen diferentes ejercicios en los que se les demuestra a los estudiantes lo que les sucede a las células en medios hipertónicos, hipotónicos e isotónicos. Por último, los estudiantes deben realizar varios ejercicios de simulacro en las “Pruebas Saber” sobre esta temática, con la finalidad de demostrar los conocimientos adquiridos y como una estrategia de entrenamiento, este proceso trae como resultado que ellos tengan la capacidad de responder eficazmente a los cuestionarios propuestos por el docente.

Lo anterior, está diseñado de manera estricta con el propósito de cumplir con los contenidos propuestos en las mallas curriculares del CAA, que responden a los EBC y DBA, los cuales proponen que: el fenómeno de ósmosis se debe enseñar desde grado sexto explicado como transporte pasivo a partir de las características de la membrana celular; en grado séptimo desde la formación de orina en el proceso excretor; en grado octavo desde el sistema endocrino y su relación con la osmorregulación y el funcionamiento de la hipófisis; por último, en los grados décimo y once como proceso de preparación para las pruebas saber.

A pesar de que en las pruebas saber los estudiantes responden acertadamente a las preguntas que hacen referencia al fenómeno de ósmosis, no se reconoce una verdadera construcción de conocimiento que responda los interrogantes básicos de los conceptos estudiados, carecen de una asimilación de los elementos fundamentales de las ciencias y específicamente de la comprensión

de la ósmosis. Esto se evidencia en el aula de clase cuando mediante actividades se proponen interrogantes como: ¿qué significa este fenómeno?, ¿Por qué se da de esta manera?, ¿Qué influye para que este fenómeno se presente y con qué propósito? A los cuales ellos no pueden responder.

Respecto a lo anterior, Marzábal, Merino y Rocha (2013) señalan que tanto para los docentes como para los estudiantes la ósmosis es uno de los temas de mayor dificultad. Estos a su vez citan a Friedler, Amir y Tamir (1987) Zuckerman, (1994) y Odom (1995) quienes concuerdan en sus estudios en algunos obstáculos que presentan los estudiantes al momento de representar el fenómeno de la ósmosis, entre los cuales se tienen:

- Se usa como medio para explicar los movimientos del agua (teleología y antropocentrismo).
- Conocen el concepto de concentración de agua, pero no lo aplican en sus explicaciones.
- Se evidencian errores conceptuales en lo concerniente a la naturaleza del equilibrio.
- Se evidencian dificultades en la comprensión de las relaciones soluto/solvente y concentración/cantidad.

Asimismo, en los libros de texto se encuentra una serie de imprecisiones respecto al fenómeno de ósmosis, tal como lo refieren Spinelli, Morales, Merino y Quiroz (2016), quienes señalan una serie de errores encontrados en la enseñanza del concepto de ósmosis que se deriva del uso de textos guía y de la falta de apropiación del concepto por parte de los docentes. Algunos errores señalados por ellos son: encontrar en los textos guía el concepto de ósmosis indiferenciado con el concepto de presión osmótica; la confusión del concepto de ósmosis con un estado final, el cual siempre se asocia a equilibrio total; la explicación del concepto con exclusividad de las propiedades del fenómeno de difusión o pensando sólo en el gradiente de concentración asociado con el equilibrio osmótico, que a su vez se

confunde con otros tres estados (como son los estados hipertónicos, hipotónicos e isotónicos). Esto sucede cuando la ósmosis se presenta como un caso de difusión.

1.4. Reflexiones y contrastes con lo construido en los espacios de la MDCN

El programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional (s.f.) propicia espacios de formación y reflexión en los que se busca privilegiar la imagen de docente por medio de la cual este es reconocido como un intelectual que puede transformar sus prácticas de enseñanza convirtiendo el aula de clase en un espacio en el que los estudiantes construyan explicaciones y no solamente repitan informaciones.

Por lo anterior, es necesario que el maestro profundice disciplinar, pedagógica, histórica y epistémicamente en los contenidos que enseña, con el fin de dotar de sentido la práctica profesional que realiza.

Así Vargas, et.al, (2018) afirma que cuando se asume la práctica docente como un ejercicio de profundización, se generan condiciones para que los docentes desarrollen procesos de significación, experimentación y construcción de explicaciones a los fenómenos naturales que estudian.

La construcción de explicaciones toma gran relevancia en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias ya que permite una transformación en la concepción de las teorías científicas y de la ciencia misma como una verdad absoluta, carente de errores. Pues como lo señalan Niño y Pedraza (2015) las explicaciones son construidas por el estudiante a partir de fenómenos naturales presentes en su entorno. Asimismo, Gómez (2006), afirma que en el aula de clase se construyen explicaciones que se relacionan entre sí, en las cuales el conocimiento se organiza en búsqueda de la comprensión de fenómenos en su complejidad. Finalmente, en el ámbito de las explicaciones científicas, Maturana (2001) coincide con la necesidad que existe de construir el conocimiento a partir de las discrepancias, en donde no es deseable que exista un dominio de coincidencias operacionales realizadas por un sujeto en virtud de la lectura de su realidad, ya que pueden existir otras afirmaciones cognoscitivas legítimas que

proposicionalmente sean lógicas y que tengan igualmente un dominio argumentativo suficiente que le dé un soporte objetivo de su realidad.

En este sentido, este trabajo de grado profundiza en ***la descripción, caracterización y explicación de los fenómenos osmóticos y su relación con la construcción empírica y conceptual de la membrana celular, con el fin de derivar criterios didácticos y pedagógicos para su enseñanza***, dado que, en el aula la ósmosis es enseñada desde una mirada que reduce la experiencia a una serie de pasos que el docente entrega con la intención de que el estudiante los siga y llegue a definir exactamente el fenómeno osmótico como: un desplazamiento de agua en respuesta a diversas concentraciones. Así mismo, se da por hecho que primero se reconoce la membrana y después los tipos de transporte a través de ella, lo que es contrario a lo expuesto por los diferentes autores ya referidos

De igual forma, este trabajo tiene como intención pedagógica plantear una intervención de aula en condiciones de enseñanza que fomente en los estudiantes la construcción de sus propias explicaciones alrededor del fenómeno osmótico, que les permita asociarlo de una forma más cercana, convertirlo en un objeto de estudio, darle sentido y significado a partir de su experiencia, para que deje de ser trabajado como un mero concepto y sea comprendido como una red de relaciones complejas que lo constituyen en un sistema.

1.5. Formulación del problema

Luego de identificar diferentes problemas en la enseñanza del fenómeno de ósmosis en la educación básica, en donde se prioriza la memoria, la transmisión de conceptos y prácticas experimentales que sirven para constatar estos contenidos, que reducen el fenómeno simplemente a un efecto de gradiente, constituyéndose esto en un obstáculo en el proceso de enseñanza, surge el interés de estudiar la ósmosis desde una perspectiva fenomenológica hasta la necesidad del constructo de membrana. A partir de esto, se formula la hipótesis y

los objetivos que orientan el presente trabajo de grado y que se presentan a continuación.

1.5.1. Hipótesis.

La descripción, caracterización y explicación de los fenómenos osmóticos hace necesaria la construcción empírica y conceptual de la membrana celular.

1.5.2. Objetivos

Objetivo general

Documentar las condiciones técnicas y teóricas que permitieron configurar los fenómenos osmóticos como un objeto de estudio, y su relación con el surgimiento del concepto de membrana.

Objetivos específicos

Profundizar en aspectos teórico – experimentales que hacen de la ósmosis un fenómeno de transporte a través de las membranas celulares.

Diseñar, implementar y sistematizar una intervención en el aula acerca de los fenómenos osmóticos y las explicaciones construidas por los estudiantes con base en diferentes experiencias.

2. Marco conceptual

En el proceso de enseñanza- aprendizaje de las ciencias naturales en la educación básica se deja de lado la construcción de explicaciones y se privilegia la memorización de conceptos, en este sentido como lo afirma Izquierdo (1994), se enseñan las ciencias carentes de pasado e imposibilitadas de futuro, es decir, como algo estático y absoluto.

Por tal razón, es importante en el proceso de formación y ejercicio de la docencia hacer uso de la historia de las ciencias como un elemento de documentación que permite al docente entender y comprender que lo que enseña tiene una historia y que esta a su vez le permitirá reflexionar en los problemas y condiciones que hicieron posible la constitución de ciertos fenómenos en objetos de estudio de las ciencias. Así mismo, le permitirá tomar una postura crítica frente a sus prácticas de enseñanza.

Por lo anterior, este capítulo tiene el propósito de presentar un panorama histórico del surgimiento del fenómeno osmótico con el fin de profundizar en las condiciones técnicas, teóricas y señalar las herramientas, instrumentos y concepciones que dieron lugar a que este se convirtiera en objeto de estudio de las ciencias.

2.1. Condiciones técnicas y teóricas que históricamente permitieron la configuración de explicaciones acerca del fenómeno de ósmosis

Para comenzar, Morse y Pfeffer, citados por Bünning (1989), han atribuido el descubrimiento del fenómeno de ósmosis a un sacerdote católico del siglo XVIII llamado Abbe Nollet en 1748, la razón de tal afirmación se desprende de un experimento realizado por él, en el que demostró que algunos cuerpos rechazan el paso de ciertos fluidos mientras admiten el paso de otros, el experimento consistió en llenar un frasco con alcohol, el cual tapó en la parte superior con una vejiga de animal para luego sumergirlo en un recipiente lleno de agua, al pasar alrededor de seis horas observó que la vejiga estaba estirada y formaba una convexidad considerable como se muestra en la figura 1.

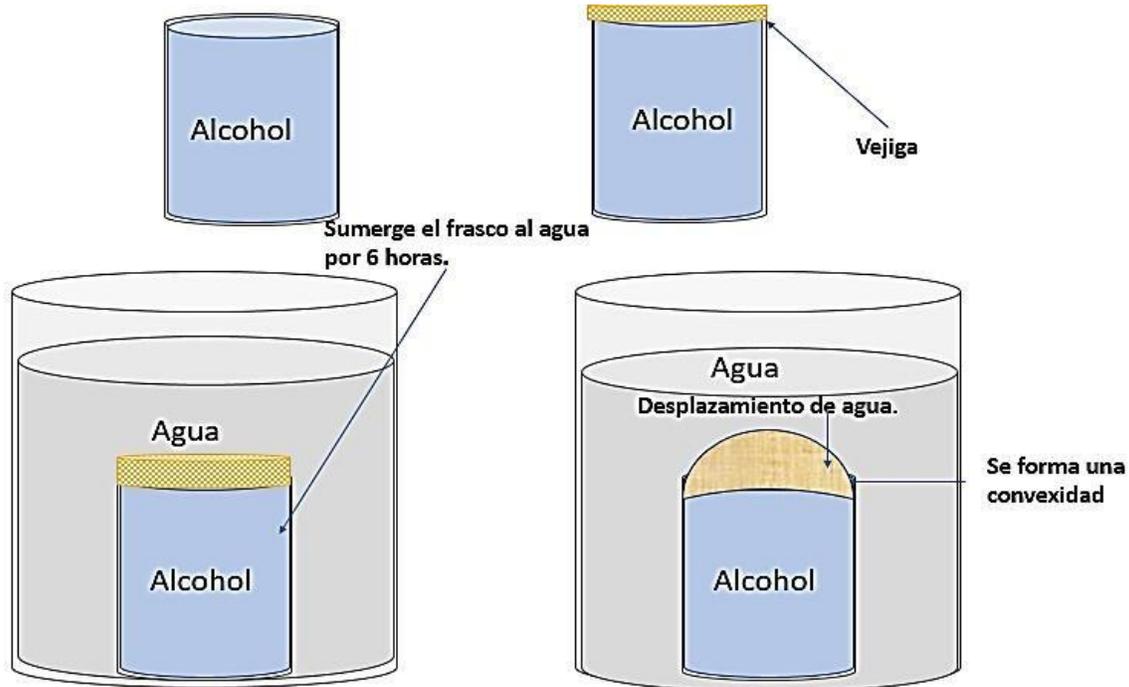


Figura 1: Representación del experimento realizado por Nolle con una vejiga de cerdo.

Fuente propia

Nota: Se toma un frasco y se llena de alcohol; luego se tapa con una vejiga y se introduce en otro frasco con agua, al cabo de algunas horas ingresa agua al frasco con alcohol y se evidencia una convexidad en la vejiga.

Al ver esto pinchó la vejiga con un alfiler y salió el líquido alcanzando una altura de un pie aproximadamente, inicialmente Nolle pensó que el volumen del líquido se había incrementado debido al grado de calor en el agua y que este había generado un “enrarecimiento” en el alcohol, lo cual lo llevo a realizar un segundo experimento, en donde el agua y el alcohol tenían la misma temperatura, sin embargo, no observó ninguna alteración en el curso del experimento, así que pensó que el estiramiento de la vejiga fue causado por la introducción de cierta cantidad de agua. Posteriormente Hinton en 1755, realizó el experimento a la inversa, es decir llenó el frasco de agua, lo tapo en la parte superior con la vejiga, pero esta vez, lo sumergió en alcohol y observó que la vejiga estaba hacia el interior, como se muestra en la figura 2.

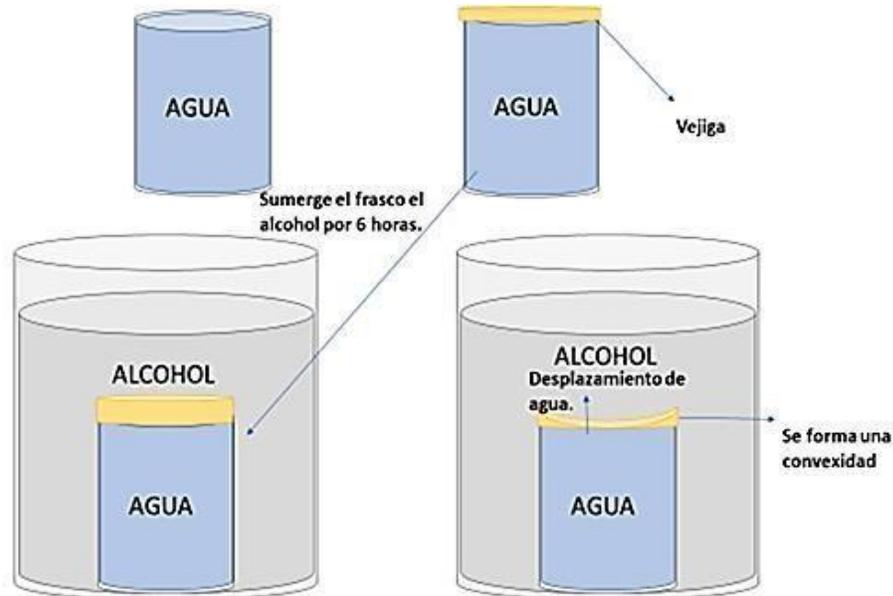


Figura 2: Representación del experimento realizado por Nollet con una vejiga de cerdo a la inversa.

Fuente propia

Nota: Se toma un frasco y se llena de agua, luego se tapa con una vejiga y se sumerge en un frasco más grande lleno de alcohol, al cabo de algunas horas sale agua del frasco y se forma una convexidad en la capa de la vejiga.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Nollet, es posible afirmar que lo que él identificó fue que este fenómeno se debía a que la vejiga era menos permeable para el alcohol que para el agua, es decir, él reconoció la existencia de membranas semipermeables y que estas permitían el paso de uno de los componentes de una solución y evitaba la difusión de otros, así mismo, mediante sus experimentos se aproximó al estudio del fenómeno de presión osmótica.

Sin embargo, los estudios de Nollet estaban enfocados principalmente en conocer las causas de la ebullición de los líquidos, por tal razón, consideró que lo observado en el experimento era consecuencia de la temperatura, además, es pertinente aclarar que en los documentos Nollet se refiere al alcohol como “spirit of wine” (Böddeker, 2018). El uso de los términos “enrarecimiento” y “spirit of wine” dan cuenta de la situación de las ciencias en esa época, además, permite reflexionar en torno al desarrollo del conocimiento y como este se veía permeado por el contexto social y cultural si se parte del hecho de que Nollet era un sacerdote y físico francés.

En este sentido, la relación que se ha establecido entre la variación del volumen y la interacción de las sustancias ha dado lugar a la **primera condición técnica y teórica** que fue punto de partida para el estudio del fenómeno osmótico, a pesar de que el interés de Nollet fue estudiar el punto de ebullición de los líquidos y por tal interés diseñó el montaje representado en la figura 1. Este montaje constituye un referente de las primeras condiciones técnicas para tener en cuenta para hacer de la ósmosis un objeto de estudio.

Por otra parte, Porret 1819 realizó un experimento que consistió en construir un recipiente dividido en dos compartimientos, los cuales estaban separados por un fragmento de vejiga, él llenó uno de esos compartimientos con agua y en el otro depositó una capa ligera del mismo líquido. Luego de algunas horas, no observó ningún cambio en el nivel del agua en los compartimientos, por tal razón, metió en comunicación con el polo positivo de una pila el compartimiento que tenía mayor cantidad de agua y con el polo negativo el otro compartimiento como se muestra en la figura 3, es así, como el líquido pasó rápidamente de un lado al otro, luego de media hora el nivel en los dos compartimientos era el mismo, continuó el experimento y notó que el nivel aumentó en el lado del polo negativo, mientras disminuía en el polo positivo (Doumerc, 1881).

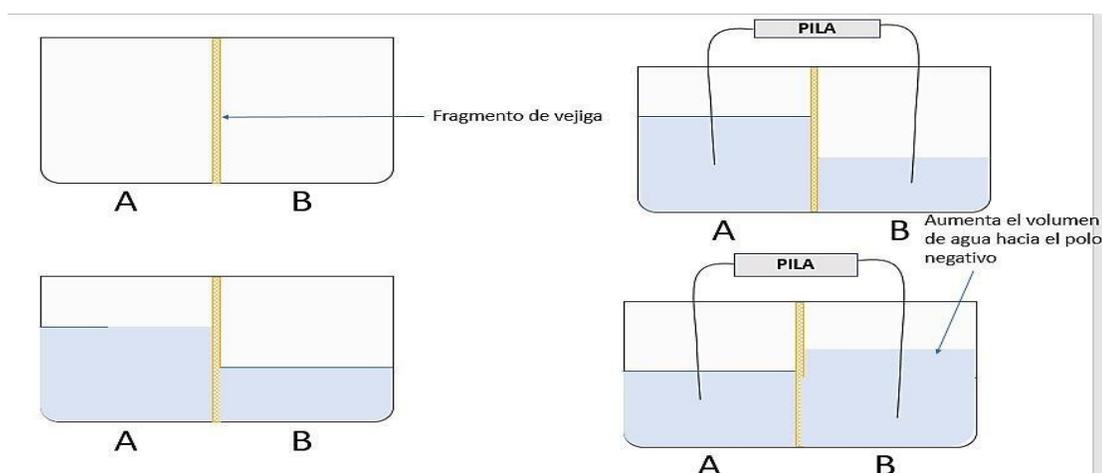


Figura 3: Representación de la experiencia realizada por Porret con recipiente dividido por dos compartimientos.

Fuente propia

Nota: Se divide un recipiente en dos compartimientos divididos por un fragmento de vejiga. A lado y lado se pone un polo positivo y uno negativo conectado a una pila. El agua se desplaza hacia donde está el polo negativo.

Esto ocurrió principalmente porque la molécula de agua es una molécula polar, por esta razón, posee una carga parcial positiva en los átomos de hidrógeno y una carga parcial negativa en los átomos de oxígeno, esta distribución irregular de la densidad electrónica fue la que permitió el movimiento de las moléculas de agua a través de la vejiga hacia el compartimiento en el que se encontraba el polo negativo.

Esta relación entre la variación del flujo de una misma sustancia a través de una membrana por acción de una corriente eléctrica y la naturaleza química de dicha sustancia se constituyeron en la **segunda condición técnica y teórica** que dio continuidad al estudio de la ósmosis.

Se le atribuye a Porret la construcción del concepto de la electroendosmosis. Partington (1972), esta es un fenómeno que consiste en el paso de las moléculas de agua por un medio poroso inducido por un campo eléctrico. De igual forma, Hagendijk, (2015) afirma que los estudios de Porret fueron punto de partida para posteriores investigaciones del fenómeno osmótico, por ejemplo, las realizadas por Dutrochet, quien llegó a la conclusión de que la ósmosis es un fenómeno de naturaleza eléctrica como se detallará más adelante.

Después de un tiempo, en 1812 Sömmering constató experimentalmente que una mezcla de alcohol y agua separados por una vejiga favorece el flujo de agua hacia la parte donde está el alcohol como se muestra en la figura 4, en la explicación de este fenómeno él sugiere que la vejiga deja pasar el agua más fácilmente que el alcohol, de la misma manera que lo había determinado Nollet en 1748.

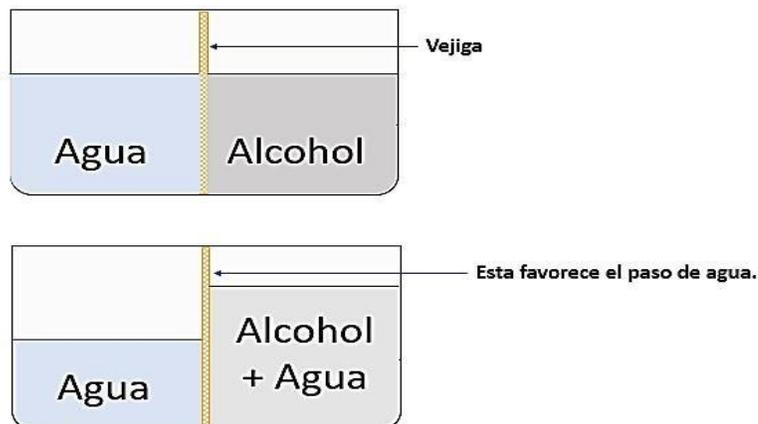


Figura 4: Representación del experimento realizado por Sömmering con una mezcla de alcohol y agua separado por una vejiga. Creado por la autora.

Fuente propia.

Nota: Recipiente dividido por un fragmento de vejiga; a un lado se agrega agua, al otro lado alcohol, el agua atraviesa la vejiga hacia el lado donde se encuentra el alcohol.

En este mismo año, Nikolaus Wolfgang Fischer, químico alemán, quiso explicar el fenómeno que observó afirmando que este se debía a razones de naturaleza química, Hagendijk, (2015), por lo que realizó un experimento en el que llenó un tubo de ensayo con agua destilada, lo cerró con un pedazo de vejiga y lo introdujo en una disolución de cobre asegurándose que la solución estuviera a una altura de una pulgada aproximadamente, así mismo, para poder observar el paso de la solución de cobre a través de la vejiga hacia el tubo en el que se encontraba el agua, sumergió una pieza de hierro como se muestra en la figura 5, Doumerc, (1881) con el paso del tiempo observó que el nivel de la solución de cobre había aumentado en el tubo hasta la boca del mismo, además, identificó que el cobre había sido reducido por el hierro.

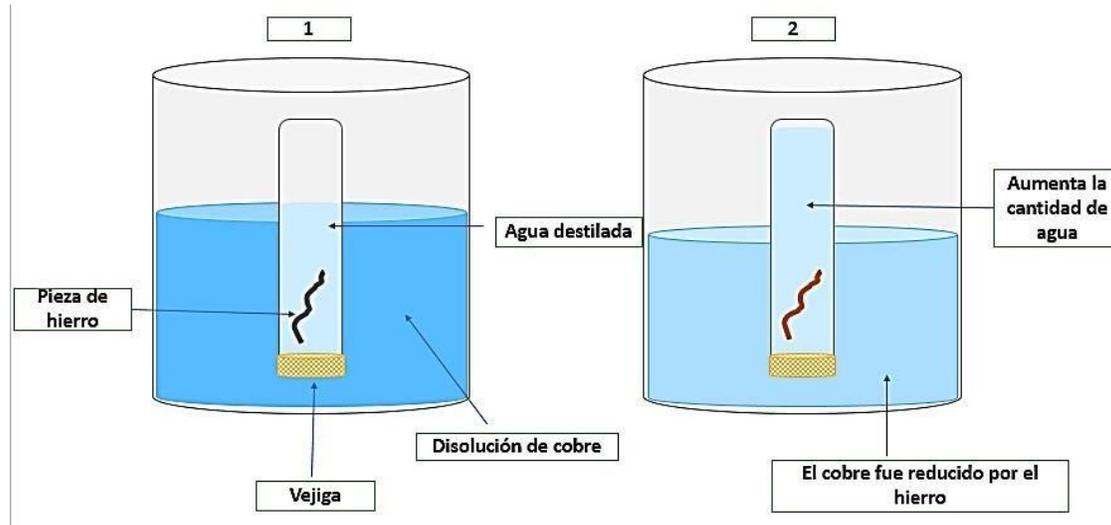


Figura 5: Representación del experimento realizado por Fischer con un tubo de ensayo con agua destilada.

Fuente propia

Nota: Se llena un tubo de ensayo con agua destilada y se introduce una pieza de hierro; se tapa con un trozo de vejiga, luego se introduce en un recipiente con una disolución de cobre. El tubo de ensayo se llena de agua.

Lo que ocurrió fue una reacción de óxido-reducción, que se produjo porque la solución de cobre traspasó la vejiga e ingresó al interior del tubo y al entrar en contacto con el hierro este se oxidó y en consecuencia el cobre se redujo. De lo anterior, es posible concluir que el experimento de Fischer es una clara evidencia del fenómeno osmótico.

Aquí se encuentra la **tercera condición técnica y teórica** que permitió el estudio de la ósmosis mediante la relación de esta con las propiedades químicas y físicas de las sustancias como la concentración, la densidad, la polaridad, entre otras.

En cuanto a la condición teórica, se tiene que el interés de Fischer fue demostrar que la ósmosis era un fenómeno de naturaleza química y quiso hacerlo mediante una reacción redox entre el hierro y el cobre de la solución que traspasó la vejiga, el montaje se muestra en la figura 5. Esta condición técnica permitió que otros científicos relacionaran el fenómeno osmótico con propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Como se pudo evidenciar en los párrafos anteriores, los experimentos realizados por Nollet, Porret, Sömering y Fischer permiten una aproximación al fenómeno osmótico. Sin embargo, los intereses de estos investigadores fueron diversos, en el caso de Nollet su interés era estudiar la ebullición de los líquidos, Porret era físico y su interés estuvo en estudiar la influencia de la corriente eléctrica, el experimento de Sömering permitió constatar lo observado por Nollet en 1748 y Fischer quien fue químico, procuró dar una explicación de esta naturaleza al fenómeno de la ósmosis, es decir, que de acuerdo a sus intereses estos investigadores dieron un sentido a los experimentos descritos anteriormente.

Sin embargo, en la actualidad dichos experimentos son evidencia de que el fenómeno osmótico fue estudiado y construido antes de que existiera lo que actualmente se conoce como membrana celular. Además, pueden servir como herramienta en la construcción de explicaciones del fenómeno osmótico por parte de los estudiantes y no solo como se enseña actualmente en donde los experimentos se reducen a un desplazamiento de agua en respuesta a diversas concentraciones, así mismo, se da por hecho que primero se reconoce la membrana y después los tipos de transporte a través de ella y los experimentos descritos en los párrafos anteriores evidencian que fue en sentido contrario.

A pesar de que los científicos referidos hallaron experimentalmente diversas características de la ósmosis, su construcción se atribuye principalmente a Henri Dutrochet fisiólogo francés, quien fue el primero en enfocarse en el análisis del mecanismo de este fenómeno alrededor del año 1809.

Dutrochet estudió una mohosidad en un fragmento de cola de pescado y este estudio fue el punto de partida para desarrollar el fenómeno osmótico. Es así, que él tenía en una pecera un pez con la cola cortada, después de un tiempo él vio como una mohosidad se desarrolló sobre la cortadura. Observó que esa mohosidad estaba constituida por unos filamentos que terminaban por unos órganos glandulares y unas cápsulas con un contenido turbio, al parecer eran unas granulaciones, seguidamente las tomó y las puso sobre un portaobjetos.

Luego y acorde a lo descrito por Doumerc (1881), se evidenció que algunas cápsulas se desprendieron y se movieron libremente por el agua de la preparación microscópica, observando un fenómeno particular, ya que en el lado de la cápsula opuesto a la abertura de la granulación vio desaparecer la sustancia turbia mientras esta salía por el orificio. Poco a poco, el espacio que había perdido esta sustancia aumentó hasta invadir toda la cápsula expulsando la sustancia granular como se muestra en la figura 6, fue así como concluyó que esto se debía al ingreso de agua, luego vio cómo se formaron pequeños gránulos que se movían rápidamente, él pensó que esos movimientos se debían a una fuerza que los empujó desde el interior de la cápsula y que no eran espontáneos, ya que tardaron poco tiempo en detenerse en el portaobjetos.

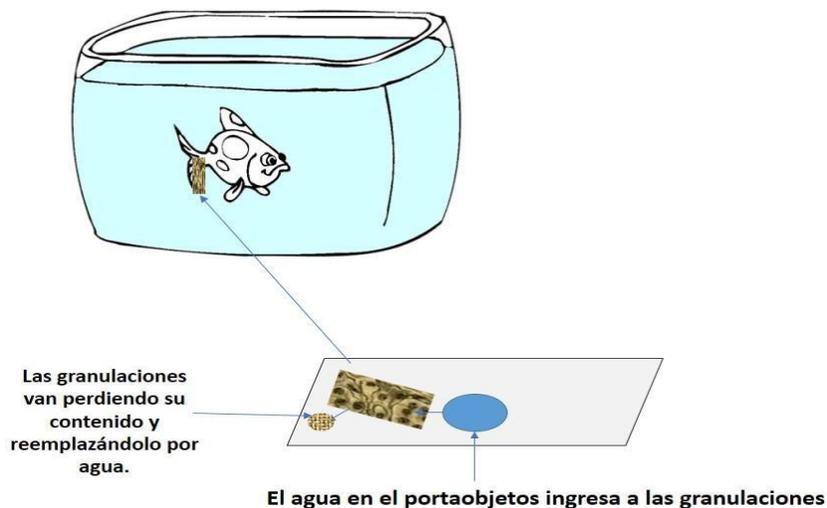


Figura 6: Representación del experimento realizado por Dutrochet con la pecera y la mohosidad en un fragmento de cola de pescado.

Fuente propia

Nota: Se extrae una mohosidad de la cola de un pez, se coloca en un portaobjetos y se agrega agua. El agua se desplaza hacia el interior de las granulaciones de la mohosidad.

Dutrochet atribuyó este fenómeno a la acumulación de agua al fondo de la granulación, sin embargo, pensó que para ello debía haber penetrado la membrana, esto le despertó varios cuestionamientos, hasta que observó algo similar al poner una bolsa epidermoide de caracol en un reloj con agua como se muestra en la figura 7, después de unas horas vio todos los contenidos extraídos por el único orificio del que estaba perforada esta bolsa, el contenido era grueso, viscoso y parecía ser impulsado por una fuerza que actuaba en el fondo de esta,

luego el contenido opaco, fue reemplazado por un líquido claro y limpio que tenía todas las características del agua, gradualmente se incrementó el volumen del agua y al mismo tiempo el fluido viscoso de la bolsa escapó al exterior, Partington, (1972) creyó que este fenómeno se debía a la diferencia en la densidad del líquido y del agua.

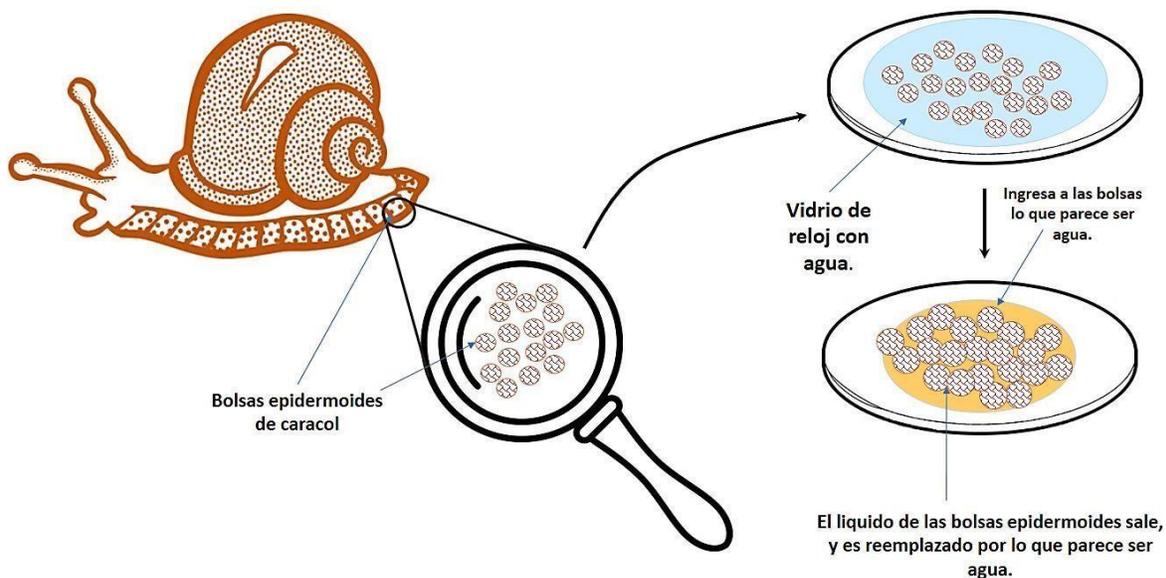
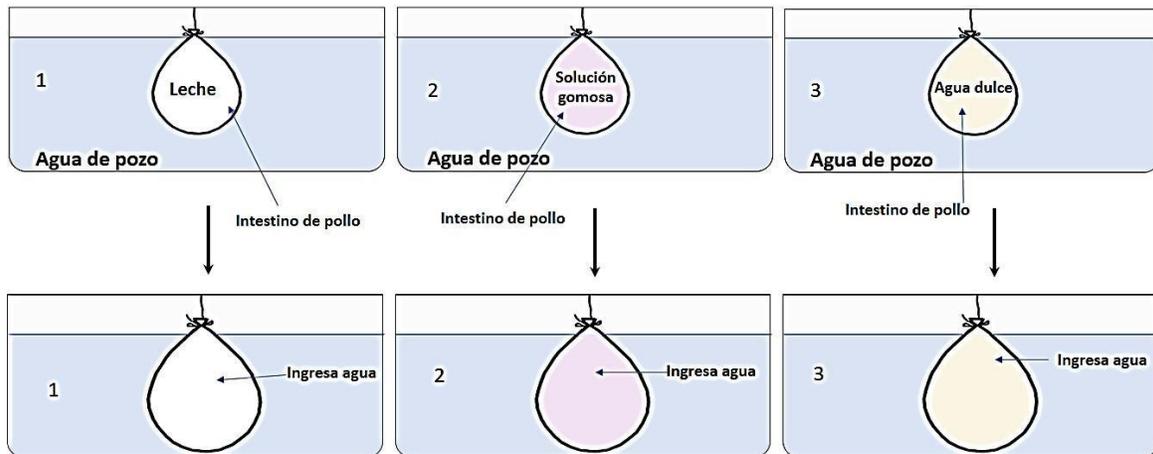


Figura 7: Representación del experimento realizado por Dutrochet con una bolsa epidermoide de caracol en un reloj con agua.

Fuente propia

Nota: Se colocan bolsas epidermoides de un caracol en un vidrio de reloj y se agrega agua. El agua ingresa a las bolsas epidermoides.

De acuerdo a lo anterior, Dutrochet se interesó por este fenómeno y quiso estudiarlo en más detalle, por lo que tomó intestinos de pollo, los relleno de leche y las ató en los extremos abiertos, luego los sumergió en agua de pozo y se dio cuenta que estos aumentaron considerablemente de tamaño, seguidamente reemplazó la leche por una solución gomosa y por agua dulce, en todos los casos observó el mismo fenómeno, ante esto, tuvo la idea de adaptar un tubo con membrana de animal y llenarlo de leche como se muestra en la figura 8, fue así como vio que esta ascendió a una altura considerable y denominó este fenómeno endósmosis y lo definió como la corriente que se establece entre el líquido externo y el líquido interno a través de las membranas animales.



En todos los casos aumenta el volumen de las bolsas hechas con intestino de pollo, evidenciando el ingreso de agua.

Figura 8: Representación del experimento realizado por Dutrochet con intestinos de pollo.

Fuente Propia

Nota: En tres recipientes llenos de agua de pozo se introducen bolsas hechas de intestinos de pollo, la primera llena de leche, la segunda de solución gomosa, y la tercera de agua dulce. Las tres bolsas ganan volumen porque ingresa a ellas agua de pozo.

Modificó el instrumento utilizado y le dio el nombre de endosmómetro como se muestra en la figura 9. Asimismo, Doumerc (1881), postuló que además de la corriente principal que hace que el agua penetre la membrana animal hay otra que va de adentro hacia afuera que corre con menor velocidad, a este fenómeno le dio el nombre de exósmosis.

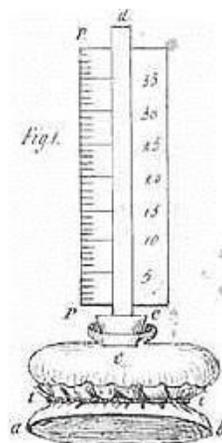


Figura 9: Endosmómetro de Dutrochet. Entre los puntos a y b se encuentra la membrana de animal, la altura del agua se mide sobre la graduación que muestra entre segmento c y d.

Fuente de Francesco Zantedeschi, Trattato di Física elementare, volume I, Venezia Nota: Tubo de vidrio terminado por un depósito cerrado por una vejiga. Muestra desplazamientos de agua a través de este.

De igual forma, en la figura 10 se muestra un diagrama del endosmómetro de Dutrochet y su funcionamiento, como se observa en la imagen de la izquierda en la parte superior consta de un elemento de vidrio el cual tiene un líquido de color naranja, en la parte de abajo está cerrado con una vejiga de cerdo, además, está sumergido en una cubeta con agua, al pasar el tiempo el agua traspasa la vejiga generando un aumento en el nivel del líquido y una disminución en la concentración del mismo, como se muestra en la parte derecha de la figura.

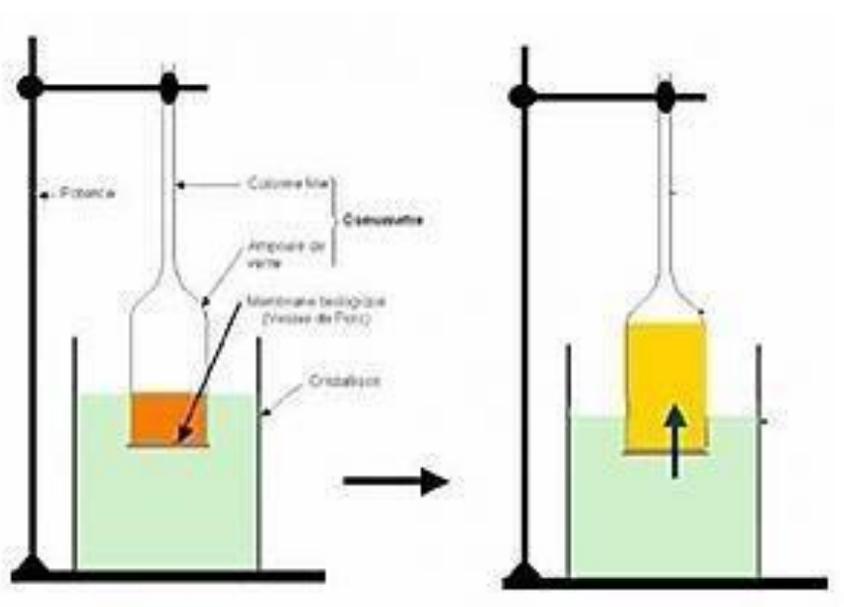


Figura 10: Diagrama de un endosmómetro.

Fuente de Bolard

Nota: Un tubo de vidrio que contiene un soluto (en naranja) se sumerge en un solvente (agua, en verde claro). Una membrana semipermeable (aquí la vejiga de un cerdo) separa los dos compartimentos; (derecha) El disolvente se ha difundido a través de la membrana celular y ha diluido la solución hasta que la presión hidrostática de la columna equilibra la presión osmótica (la presión mínima que debe ejercerse para evitar el paso del disolvente la solución menos concentrada a la solución más concentrada).

La introducción del concepto de endósmosis y del endosmómetro como instrumento de investigación constituyen **la cuarta condición técnica y teórica**, la cual es fundamental en el desarrollo del concepto de ósmosis, pues fue a partir del endosmómetro que se derivaron una serie de experimentos que permitieron evidenciar algunos de los fundamentos teóricos del fenómeno y a su vez descartar algunos que habían sido antes mencionados por otros científicos.

Ahora bien, hablar del fenómeno de endósmosis y la construcción del endosmómetro permitieron a Dutrochet variar sus experimentos, lo cual dio lugar a otras explicaciones, fue así, como determinó que para que hubiese endósmosis los líquidos debían ser miscibles, de igual manera estudió el fenómeno de endósmosis con membranas vegetales y encontró que ocurría lo mismo que con las membranas animales, realizó otros experimentos con otros materiales como placas de cerámica, carbonato con óxido de calcio y porcelana caliente, utilizó solución gomosa y la sumergió en agua de lluvia sin obtener ningún resultado, esto lo llevó a sugerir que la permeabilidad depende de la naturaleza de la membrana y de la afinidad de esta con los líquidos.

Por otra parte, Doumerc (1881). basándose en los experimentos de Porret, Dutrochet consideró que el fenómeno de endósmosis se debía a una acción eléctrica. Además, analizó variables como la velocidad, la fuerza y la temperatura, finalmente, realizó experimentos con diferentes ácidos, como el ácido oxálico, sulfúrico, clorhídrico, nítrico y sulfhídrico, inicialmente, notó que la corriente se dirigía del ácido al agua, pero en la medida que usó los diferentes ácidos vio que esto no era una constante, notó, que en algunos casos la corriente se dirigía del agua al ácido, razón por la cual pensó que el flujo de los líquidos por la membrana estaban condicionados por la densidad. Además, observó que algunos ácidos como el ácido sulfúrico destruían la membrana, a estos líquidos los llamó inactivos y a los demás que permitían el flujo de líquidos por la membrana los denominó activos.

Dutrochet con base en los experimentos realizados pensó que el fenómeno de endósmosis estaba relacionado con las densidades de los líquidos, sin embargo, desechó esta hipótesis al observar el comportamiento anormal de los ácidos, por lo tanto, prefirió proponer la hipótesis de que las membranas se comportan como un filtro químico, es decir, que regulan el paso de unos u otros líquidos dependiendo de su naturaleza química (Partington, 1972).

De igual forma Hagendijk, (2015), desechó la idea de que el fenómeno de endósmosis se debía a una acción eléctrica, pues esta hipótesis la fundamentó en los experimentos de Porret, el cual había propiciado un campo eléctrico usando una pila para su experimento, Dutrochet no tuvo evidencia de que en organismos vegetales y animales existiera algún tipo de corriente eléctrica.

Ante las investigaciones realizadas por Dutrochet, algunos estudiosos de las matemáticas de la época quisieron someter el fenómeno a análisis matemáticos, sin embargo, el fenómeno aun presentaba ciertas inconsistencias, y fue objeto de estudio de Poisson, Magendie, Magnus y Becquerel quienes asumieron que la membrana tenía tubos capilares en el interior (Doumerc, 1881). Según Hagendijk (2015) lo consideraron así por causa de los experimentos que habían sido realizados para explicar la absorción, por ejemplo, Magendie, realizó un experimento sobre la absorción venosa por capilaridad.

Fue así, como en 1826 Poisson diseñó un modelo en el que puso dos líquidos separados por una división en el medio en la cual dejó una ranura muy pequeña que simulaba un tubo capilar, además, suponía que las alturas de los líquidos eran inversamente proporcionales a su densidad y las presiones ejercidas sobre ambos líquidos eran iguales, basándose en los principios de la filtración mecánica. Luego, formuló una serie de hipótesis en cuanto a las variables que intervienen en el fenómeno estudiado, en este caso la fuerza, así concluyó que dependiendo de la miscibilidad de los líquidos se podría explicar el fenómeno de endósmosis, llevando este a los principios de la mecánica (Doumerc, 1881).

Posteriormente, en 1827 Bequerel quiso mostrar el papel de la electricidad en el fenómeno de endósmosis, retomando los principios expuestos por los trabajos realizados por Dutrochet acerca de la endósmosis y la exósmosis, consideró la electricidad como una variable para analizar el fenómeno, el análisis hecho por Bequerel se basó en una solución salina concentrada que reaccionaba con el agua porque tomaba una carga eléctrica positiva, mientras que daba al agua una carga eléctrica negativa, él afirmó que esto ocurría en la membrana, es

decir, la recomposición de esas cargas eléctricas ocurría por medio de la membrana aun cuando esta no conducía electricidad, así, determinó que las corrientes se dirigen desde el agua a la solución salina. Sin embargo, Doumerc (1881)., observó que con algunas sustancias no pasaba lo mismo pues al usarlas en los experimentos el agua no tenía la misma conductividad, gracias a esto trató de explicar lo que sucedía con los ácidos, finalmente, llegó a la conclusión de que la electricidad no era un factor importante en el fenómeno de ósmosis.

Magnus en 1832, propuso nuevos experimentos para explicar el fenómeno de endósmosis, retomando los experimentos realizados por Fischer, para ello, supuso que al tener dos líquidos separados por una membrana estos debían penetrarla, pero de una manera diferente, es decir, el más denso la penetraría con dificultad y el menos denso con facilidad, así, en ambos lados de la membrana las moléculas de los dos líquidos serían atraídas unas de otras, de modo que incluso recibiendo la misma atracción, el volumen del líquido más denso aumentaría, ya que habría más moléculas de menor densidad atraídas, considerando que una disolución de mayor concentración debería pasar por aberturas estrechas con mayor dificultad que una disolución de menor concentración, por ello esperaba que, al emplear soluciones de concentración desigual, la más concentrada tuviera un nivel más alto; fue así, como el experimento lo confirmó plenamente. Al utilizar una solución de acetato de potasio y una solución concentrada de sulfato de potasio, esto le permitió renovar la teoría antes propuesta de las densidades (Doumerc, 1881).

El experimento realizado por Magnus estuvo fundamentado en la densidad como propiedad importante de las sustancias para que ocurriera la ósmosis, el experimento que realizó con las soluciones de sulfato y acetato de potasio le permitió comprender que no era la densidad, sino la concentración, aquí se encuentra **la quinta condición teórica y técnica** que dio continuidad a la construcción de explicaciones sobre la ósmosis.

Más adelante, se realizaron estudios con el fin de explicar el fenómeno de presión osmótica mediante el uso de instrumentos como el endosmómetro, entre estos se tiene los realizados por Graham, Pfeffer y Vries quien logró observar el protoplasma y consideró la pared externa como una membrana semipermeable (Partington, 1972).

Según Kleinzeller (1999), los trabajos de Vries en 1871 y Pfeffer en 1877, establecieron la existencia de una barrera osmótica entre el protoplasma de las células vegetales y su entorno, esta afirmación se basó en las observaciones de la permeabilidad protoplasmática, que consistió en que mientras los protoplastos de células sanas eran fácilmente permeables al agua, eran impermeables a muchos solutos, incluido el pigmento vegetal usado por Nägeli y Cramer y la sacarosa de las raíces de remolacha utilizada por Vries quien también demostró que algunas membranas eran permeables a las sales inorgánicas. Luego de estas observaciones se establece el fenómeno de plasmólisis, y se observó que las vacuolas intracelulares reducían su volumen bajo condiciones de plasmólisis como se muestra en la figura 11. Lo cual se interpretó como flujos de agua inducidos osmóticamente a través de una barrera osmótica a la que Pfeffer denominó piel plasmática.

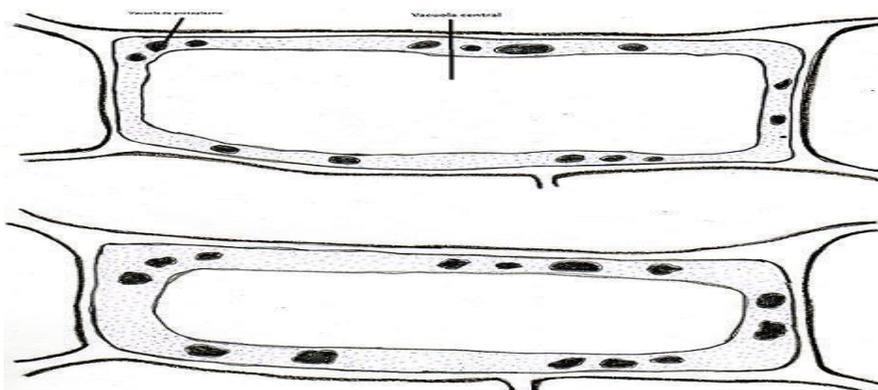


Figura 11: Esquema de una célula vegetal desde el punto de vista osmótico a) Normal b) estado de plasmólisis.

Fuente de Kleinzeller

Nota: representación de una célula vegetal sometida a un medio hipertónico y a un medio hipotónico.

Asimismo, Kleinzeller (1999) cita un estudio elaborado por Pfeffer en 1886 en donde los experimentos realizados con tintes le permitieron considerar propiedades adicionales de la que él llamó barrera osmótica. Además, propuso que las propiedades "estáticas" de la piel del plasma reflejadas por fenómenos osmóticos simples eran similares en las células vivas, es decir que, estas también tenían la capacidad de absorber o excluir los solutos, lo cual fue muy importante en el desarrollo científico de la época, así lo refiere Kleinzeller (1999) "En ese momento, su sugerencia de que la piel plasmática era un *<órgano protoplásmico capaz de regular el intercambio de solutos> entre la célula y su entorno inmediato fue un grito en el desierto científico*" (p. 4).

Lo anterior, dio lugar a los estudios realizados por Overton, él realizó una exploración sistemática entre la constitución química de los solutos, principalmente orgánicos y sus efectos plasmolíticos, fue así, como observó que las soluciones de algunos alcoholes alifáticos no producían plasmólisis en las células de alga *Spirogyra*, el concepto que da del fenómeno fue más amplio. Overton avanzó en la técnica osmométrica, al conceptualizar que la presión que esta ejerce en una solución es igual a la suma que realizan las presiones parciales de los solutos presentes, con lo que se realizó una mejoría en la disminución de las concentraciones reales de solutos tóxicos, de la misma manera esto permitió que fueran más exactas las mediciones por cambios de volumen celular por la observación realizada sobre este.

Otros avances que trajeron los experimentos realizados por Overton fue el reconocimiento de que los solutos solubles penetraron más rápido en la membrana celular, guardando una correspondencia entre la estructura química de los solutos y sus propiedades osmóticas. Es decir, los solutos solubles en lípidos penetraron más rápido en la membrana, lo cual le permitió establecer relaciones entre la naturaleza química de los solutos y su permeabilidad. Fue así, que Overton afirmó en 1895 que el protoplasma de todos los organismos vivos era fácilmente permeable por solutos orgánicos. Sin embargo, dicha afirmación tenía algunas excepciones como la glucosa o los aminoácidos que no se difundían a través de la

barrera osmótica. Lo anterior lo llevó a concluir que el paso de un soluto por la barrera osmótica no dependía de su tamaño molecular, sino que es la barrera osmótica la que presenta una permeabilidad determinada por la capa lipídica del protoplasma, o sea, asumió que lo que determina que un soluto pase o no la barrera osmótica es su solubilidad, por ello, fue de esta manera como la capa lipídica se concibió como una característica general de las células vegetales y animales (Kleinzeller, 1999).

Como se pudo ver en el recorrido histórico presentado en este apartado fueron varias las condiciones técnicas y teóricas del desarrollo del fenómeno osmótico las cuales se resumen en la tabla 1.

Tabla 1.**Trabajos más representativos en relación con las condiciones técnicas y teóricas que dieron lugar al estudio del fenómeno osmótico.**

Autor	Condición teórica	Condición técnica	Relaciones establecidas
Abbe Nollet	Preocupación inicial: Caracterización de los puntos de ebullición.	Construcción de un montaje empleando alcohol, agua, vejiga de animal; para observar la aparición de convexidades en la vejiga luego de 6 horas (Figura 1).	Variación del volumen con relación a la interacción de las sustancias.
Porret	Preocupaciones iniciales: El comportamiento de una misma sustancia separada por una vejiga. Influencia de la corriente eléctrica en el comportamiento de una misma sustancia separada por una vejiga.	Montaje construido con agua y vejiga de animal. Al no observar cambio, introdujo una pila y puso en comunicación los dos compartimientos. (Figura 3).	Variación del flujo de una misma sustancia a través de una membrana por acción de una corriente eléctrica. La naturaleza química de una sustancia y la influencia de la corriente eléctrica sobre la misma.
Fischer	Preocupación inicial: Explicar que el paso de las sustancias a través de una vejiga de animal se debe a la naturaleza química de las sustancias químicas.	Construcción de un montaje empleando agua destilada, solución de cobre, un trozo de hierro, para observar la reducción del cobre por acción del trozo de hierro (Figura 5).	La oxidación del trozo de alambre de hierro fue evidencia del paso de la solución de cobre a través de la vejiga. Relación de la ósmosis con propiedades físicas y químicas de las sustancias químicas como la concentración, la densidad, la polaridad, entre otros.
Dutrochet	Preocupación inicial: Selección de la membrana para el paso de unas sustancias y no de otras.	Observación de la mohosidad en un fragmento de cola de pescado. (Figura 6). Observación de una bolsa epidermoide de caracol en un reloj con agua (Figura 7). Observación del aumento de volumen al usar intestinos de pollo llenos de leche al sumergirlos en agua de pozo. Reemplazó la leche por una solución gomosa y por agua dulce. (Figura 8). Endosmómetro (Figura 9).	Variación del volumen en relación con la densidad y la miscibilidad de líquidos. El paso de una sustancia a través de una membrana está condicionado por la naturaleza química de la misma.
Magnus	Preocupación inicial: Demostrar que la densidad de las sustancias era un factor importante en el transporte de estas a través de una vejiga.	Retomó el montaje realizado por Fischer sin embargo usó una solución de acetato de potasio y una solución concentrada de sulfato de potasio.	Variación de volumen en relación con la concentración de las sustancias.
Vries y Pfeffer	Preocupación inicial: Explicar la presión osmótica.	Endosmómetro	Permeabilidad en relación con el tipo de soluto.
Overton	Preocupación inicial: Efectos plasmolíticos de los solutos, principalmente los orgánicos.	Osmómetro	Variación del volumen en relación con la presión de la solución. Relación entre la membrana celular y la solubilidad de las sustancias.

Fuente propia.**Nota: Paralelo entre las condiciones técnicas y teóricas de diversos autores y las relaciones establecidas en relación a la explicación del fenómeno osmótico.**

El recorrido presentado anteriormente, pone de manifiesto la importancia del reconocimiento de las preocupaciones que permiten proponer condiciones técnicas para el establecimiento de relaciones que dan cuenta del fenómeno osmótico tales como: variación del volumen, la conductividad, la presión, la concentración y la interacción entre sustancias. Sin embargo, dichos elementos no son objeto de interés en las formas de enseñanza en educación básica del fenómeno, en las que se reduce la explicación de este a la relación con el equilibrio de sustancias entre el interior y el exterior de la membrana celular.

Por otra parte, se corrobora lo que se ha expuesto anteriormente en el contexto problemático y es la importancia de que los docentes conozcan históricamente cómo se han construido los diferentes fenómenos que enseñan en el aula, ya que, aunque algunos de los fundamentos teóricos se han descartado para explicar el fenómeno osmótico, hay otros que siguen vigentes y pueden ser entendidos con mayor facilidad al reconstruir las condiciones técnicas que se usaron.

En conclusión, las preocupaciones iniciales frente al fenómeno osmótico se encontraban relacionadas con las condiciones de ocurrencia del fenómeno sin entrar a precisar las cualidades, propiedades y estructuras del límite que hacía parte de los diferentes diseños experimentales; lo que de cierta forma nos permitiría confirmar la hipótesis de la necesidad empírica y conceptual de la membrana, que, como veremos más adelante, constituirá uno de los elementos que permitirá la conceptualización de la célula y la definición de la teoría celular.

Como se mencionó antes, la ósmosis se enseña como un fenómeno que explica el cambio de volumen que sufren las células, sin embargo, esto implica que las células tengan un límite que está directamente asociado a esta regulación de volumen. Por lo tanto, esta revisión del desarrollo histórico del fenómeno osmótico demuestra cómo se construyeron explicaciones con respecto a los fenómenos asociados a la ósmosis antes de hacer una construcción del concepto de membrana celular, y cómo a partir de esta construcción se desarrollaron diversos

experimentos que dieron lugar a la conceptualización de la membrana y su permeabilidad.

En este orden de ideas, la explicación del fenómeno osmótico de manera compleja exige reflexionar acerca de las condiciones que favorecen los procesos de transporte entre el interior y exterior; tales como la variación de temperatura, la presión, la electricidad, la concentración, las propiedades químicas de las sustancias, entre otros, por tal razón, se considera importante conocer: cuáles son las concepciones actuales que se tienen del fenómeno desde estas áreas, ya que esto al igual que el desarrollo histórico contribuiría a una mejor comprensión de la ósmosis por parte de los docentes.

2.2. Concepción actual del fenómeno osmótico

Actualmente, en la educación media la ósmosis es enseñada y entendida como un proceso de transporte pasivo, mediante el cual las células regulan la entrada y salida de agua, es decir, es el proceso por el que las moléculas de agua atraviesan una membrana con una permeabilidad selectiva desde una disolución con una menor concentración de soluto a una disolución de mayor concentración de soluto.

Un ejemplo de lo anterior se muestra en la figura 12, en donde una membrana semipermeable separa agua destilada de una solución de sacarosa, según Timberlake (2011) la membrana permite el paso de moléculas de agua, mientras impide el paso de moléculas de sacarosa, en consecuencia, el volumen de la disolución aumenta, mientras que el de agua destilada disminuye. Sin embargo, esta definición de ósmosis no es completa, pues como veremos más adelante es posible introducir conceptos de otras áreas de las ciencias para comprenderlo de una manera más holística.

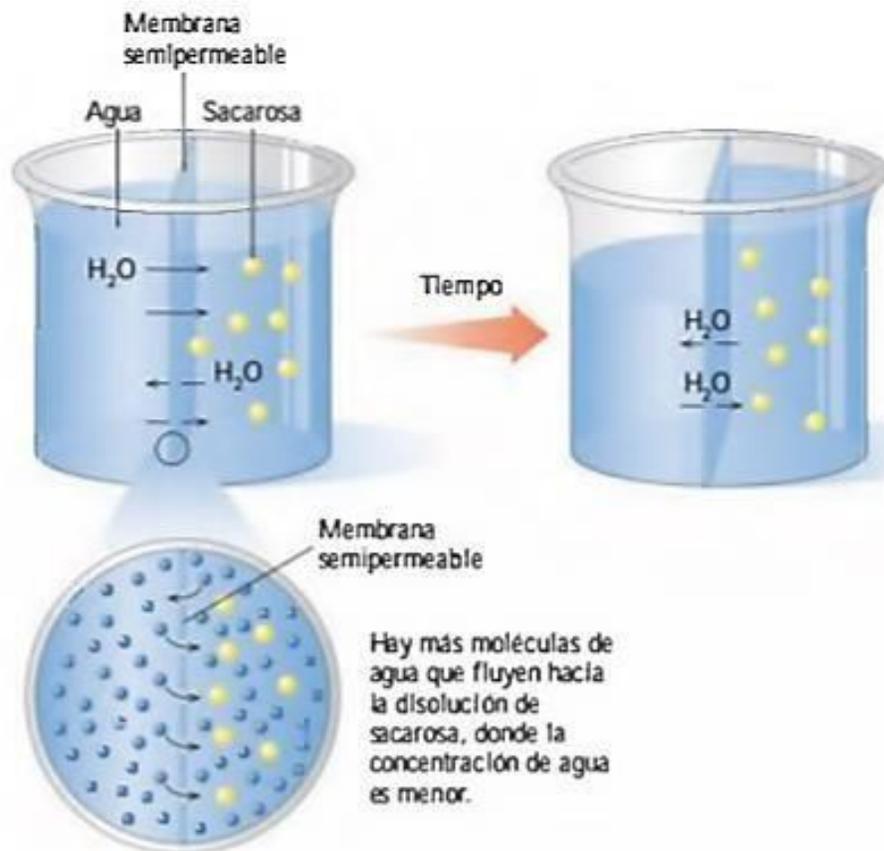


Figura 12: Representación del proceso de ósmosis

Fuente de Timberlake

Nota: Vaso dividido por una membrana. A un lado se encuentra agua y al otro una disolución de sacarosa. El agua se desplaza a través de la membrana hacia la disolución de sacarosa.

Para hablar de los fenómenos osmóticos introduciremos la idea de sistema, con ello se dará cuenta de las interacciones que se dan entre 3 componentes: agua, solutos y membrana. Pues como lo refieren autores como Curtis, Barnes, Schnek y Massarini (2000) el fenómeno osmótico no puede concebirse simplemente como el transporte de agua de un medio de menor concentración a uno de mayor concentración a través de una membrana; sino que este se explica mediante la introducción de conceptos tales como el flujo, el potencial y el gradiente.

En este sentido, el movimiento de las partículas a través de las membranas biológicas, llamado flujo se genera por acción de una fuerza impulsora natural denominada potencial químico, el cual depende del tipo de sustancia química, la

concentración, la temperatura y la presión a las que estas se encuentran. Es decir, que a temperatura y presión constantes el potencial químico del sistema dependerá exclusivamente de la concentración en donde a mayor concentración, mayor será el potencial químico.

Por otra parte, Curtis, Barnes, Schnek y Massarini, (2000) afirman que en un sistema en el que las sustancias químicas poseen carga eléctrica, como es el caso de iones en disolución acuosa, el movimiento depende del potencial electroquímico; el transporte de un ion determinado a través de la membrana dependerá de la concentración de éste y de la distribución de cargas eléctricas a cada lado de la membrana, es decir, la sumatoria de los efectos de la concentración y la carga determinan el potencial electroquímico del ion, asimismo, el gradiente de este potencial es la fuerza impulsora del movimiento del ion a través de la membrana, lo que es equivalente al flujo.

El gradiente hace referencia a la diferencia de potencial químico o electroquímico en el sistema según sea el caso, Curtis, Barnes, Schnek y Massarini (2000), ya que al haber una diferencia de potenciales el sistema tenderá a estar en equilibrio, por lo tanto, para que las sustancias químicas se transporten a través de la membrana es necesario que exista esta diferencia.

El potencial químico puede ser explicado mediante las ecuaciones de Gibbs para sistemas en desequilibrio; si se tiene un sistema en el cual hay una solución separada por una membrana semipermeable y agua, es decir a un lado de la membrana la solución y al otro lado agua, se tiene que el sistema está en desequilibrio material, por lo tanto, se genera el potencial químico el cual se formaliza matemáticamente mediante la ecuación de Gibbs (ver ecuación 1).

La diferencia de la concentración de agua a un lado y otro de la membrana genera un gradiente de potencial, es decir, una diferencia de potencial químico que se relaciona con el número de moles de agua a un lado y otro de la membrana. Es por esta razón, Levine (2014), que el flujo de agua se da hacia el lugar de la membrana donde es mayor la concentración de la solución, o lo que es igual, el

lugar en donde la concentración de agua es menor con el fin de alcanzar un sistema en equilibrio.

$$\mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i} \right)_{T,P,n_j \neq i}$$

Ecuación 1: Ecuación de potencial químico

Fuente Levine

Nota: Ecuación de potencial químico, en donde μ_i = al potencial químico de la sustancia i , ∂G = es la variación de la energía de Gibbs en el sistema y ∂n_i = la variación de los moles de la sustancia i en el sistema.

La explicación del potencial químico permite ahora introducir el concepto de tonicidad, el cual está relacionado con la concentración de solutos al interior y al exterior de la membrana celular, es decir, que en este caso es posible tener una solución determinada tanto a un lado como al otro de la membrana. Por lo tanto, si la concentración de solutos es diferente a un lado y otro de la membrana se tiene un gradiente de potencial químico.

Lo anterior, permite hablar de medios isotónicos, hipertónicos e hipotónicos; un medio isotónico con respecto a la célula indica que el movimiento de agua a través de la membrana se da en ambas direcciones a una misma velocidad, esto ocurre porque la concentración de solutos al interior y al exterior de la célula es la misma. Por lo tanto, el volumen de la célula permanece igual; un medio hipertónico con respecto a la célula se evidencia cuando la concentración de soluto es mayor al exterior de la membrana, consecuentemente, el flujo de agua se verá favorecido hacia el exterior, generando así una disminución en el volumen de la célula. Por último, Campbell y Reece (2004), mencionan que un medio hipotónico es aquel en el que la concentración de solutos es mayor al interior de la célula, lo que provoca que el agua ingrese con mayor rapidez, por consiguiente, ocurre un aumento en el volumen de esta.

Si concebimos los procesos osmóticos como un sistema en el cual interactúan el agua y algunas soluciones, es importante tener en cuenta que estas

ejercen unas presiones que son la presión hidrostática y presión osmótica, las cuales tienen efecto en el movimiento osmótico a través de algunas membranas.

Este es el caso de la membrana de la célula vegetal, en la cual, la pared celular que rodea a la membrana impide el aumento de volumen. Por lo tanto, el ingreso de agua genera un aumento de la presión hidrostática o de turgencia, esto provoca un aumento en el potencial químico del agua al interior de la célula, el flujo de agua se detiene hasta que el potencial químico del agua es igual al interior y al exterior de esta.

Cuando ocurre la ósmosis en un sistema en el cual la membrana separa una solución y agua, como se explicó antes, se genera un flujo de agua de un lado al otro a través de la membrana con el fin de igualar la concentración a ambos lados de la misma, cuando esto ocurre la concentración de la solución disminuye y el volumen a este lado de la membrana aumenta, este aumento genera una presión que empuja de nuevo las moléculas de agua hacia el otro compartimiento, hasta que finalmente el flujo se iguala a ambos lados de la membrana, dicha presión es la presión osmótica.

La presión osmótica depende de la concentración de solutos en la disolución y ha sido formalizada matemáticamente mediante la ecuación 2. Timberlake, (2011). Esta ecuación indica que la presión osmótica es directamente proporcional a la concentración, es decir que a mayor concentración de solutos mayor presión osmótica.

$$\pi = MRT$$

*Ecuación 2: Fuente
Timberlake*

Nota: Ecuación de la presión osmótica de una solución. π = presión osmótica, M es la concentración molar, es decir los moles de soluto por cada litro de solución, R es la constante de los gases ideales que equivale a 0.082 atm.L/mol.K y T es la temperatura

En este orden de ideas, la presión osmótica detiene el paso de agua hacia el lado de la membrana en donde se encuentra la solución con mayor concentración.

Hasta ahora para describir el sistema osmótico se han caracterizado los solutos y el agua, y cómo la interacción entre estos da lugar a la conceptualización de procesos que permiten explicar la ósmosis. Sin embargo, estos procesos solo son posibles a través de la membrana, Por lo tanto, las características de dicha estructura se deben tener en cuenta y es allí donde la ley de Fick introduce el espesor de la membrana como factor que afecta el gradiente y permite la formalización del fenómeno la cual se representa mediante la ecuación 3.

$$J = D \times (\Delta c / \partial)$$

Ecuación 3: Formalización matemática de la ley de Fick

Fuente de Timberlake

Nota: Donde J es el flujo de difusión de los cuales la dimensión es la cantidad de sustancia por unidad de área o por unidad de tiempo, por lo que se expresa en unidades tales como mol. J mide la cantidad de sustancia que va a fluir a través de una unidad de superficie durante un intervalo de tiempo. D es el coeficiente de difusión o difusividad, su dimensión es de área por unidad de tiempo. En donde J es el flujo difusivo, D es el coeficiente de difusión, Δc es la diferencia de concentraciones molares y ∂ el espesor de la membrana.

Retomando todo lo anterior, ha sido posible analizar los errores presentes en la enseñanza del fenómeno osmótico en la educación media, ya que este ha sido totalmente reducido a un fenómeno de gradiente y su explicación se ha limitado a el comportamiento celular, sin embargo, como se vio en esta explicación la ósmosis constituye un complejo sistema que da lugar a diferentes procesos que se desprenden de la interacción de tres componentes fundamentales que son el agua, los solutos y la membrana. La caracterización de estos componentes pone de manifiesto la necesidad de enseñar el fenómeno de una manera transversal en el colegio, pues esto permite interrelacionar diferentes fenómenos como la presión osmótica, las leyes de la termodinámica y las soluciones; de esta manera no se enseñan los fenómenos naturales como algo aislado de otros fenómenos, sino como un conjunto de procesos que dan lugar a la construcción de explicaciones desde diferentes áreas de las ciencias naturales lo cual conlleva a un aprendizaje significativo y facilita al docente la comprensión de los fenómenos biológicos para posteriormente enseñarlos.

2.3. La membrana y su relación con la ósmosis

Este apartado tiene como objetivo describir un panorama del desarrollo histórico de lo que hoy se conoce como membrana celular y los modelos que han sido propuestos por diferentes científicos hasta el modelo de mosaico fluido, además de pretender mostrar cómo estos modelos han sido construidos en relación con la ósmosis.

Como se explicó en el apartado 2.1. En principio, la evidencia de la membrana celular se fue desarrollando gradualmente a mediados del siglo XIX, mediante estudios microscópicos y fisiológicos, es así como se atribuye esta evidencia a los experimentos realizados por Vries 1871 y Pfeffer en 1877 citados en Kleinzeller (1999), quienes la denominaron inicialmente como "barrera osmótica" al observar que ésta delimitaba el protoplasma de las células vegetales con el exterior, además, identificaron que esa barrera osmótica que luego Pfeffer llamó "piel plasmática" tenía la capacidad de regular el intercambio de solutos.

De igual forma, se detalló como Overton dio continuidad a dichos estudios analizando la constitución de los solutos orgánicos y sus efectos plasmolíticos e identificó que los solutos solubles en lípidos penetraron con mayor rapidez la membrana, a causa de esto estableció que existe una relación entre la permeabilidad y la naturaleza química de una sustancia.

Overton atribuyó la permeabilidad del protoplasma principalmente a solutos orgánicos, sin embargo, encontró que existían algunas excepciones como la glucosa, de acuerdo con esto, Kleinzeller (1999), afirmó que es la barrera osmótica la que presenta una permeabilidad determinada por la capa lipídica del protoplasma, es decir, asumió que lo que determina que un soluto pase o no la barrera osmótica es su solubilidad, fue esto lo que permitió concebir la capa lipídica como propiedad general de las células vegetales y animales.

No obstante, Kleinzeller (1995) afirma que el concepto funcional de la membrana celular surge de las observaciones realizadas por el botánico Nägeli en 1885, quien distinguió en la mayor parte de células vegetales la pared celular de

una delgada capa de protoplasma, en posteriores observaciones en las que Nägeli y Cramer introdujeron células vegetales en soluciones de sustancias no tóxicas como la sacarosa, observaron la formación de un saco similar a un globo entre el protoplasma y la pared celular y notaron que ese proceso fue reversible al reemplazar la solución de sacarosa con agua.

Las observaciones anteriores en Kleinzeller (1995), fueron descritas por científicos como Vries quien denominó ese proceso como plasmólisis, Nägeli contrastó sus experimentos usando tinte en la solución de sacarosa y determinó que el protoplasma permitía el proceso de endósmosis y exósmosis descritos antes por Dutrochet, pero no de otros solutos presentes en el medio, Van't Hoff retomó las observaciones de Nägeli y propuso que el protoplasma se comportaba como un sistema semipermeable.

Sin embargo, con relación a la propuesta dada por Overton, Schwann (1839) difería de esta. Schwann fue reconocido por ser el primero en exponer algunas propiedades de las membranas animales y vegetales, a las cuales se refirió como a *“una estructura celular distinta que sirve como una envoltura mecánica del fluido protoplasmático ubicada en el sitio de intercambio de solutos entre la célula y su entorno”* (como se cita en Deamer, Kleinzeller, & Fambrough, 1999, p. 8). Hasta aquí, se puede observar que tanto las descripciones, como las definiciones de la membrana se daban en terminos de la ósmosis.

Las investigaciones antes descritas dieron lugar a diferentes modelos de membrana celular, los cuales tenían como objetivo describir la composición y organización de esta. Estos modelos son: el modelo paucimolecular de Danielli, el modelo de membrana unitaria de Robertson y el modelo de mosaico fluido.

2.3.1. Modelo paucimolecular de Danielli.

Anterior a la propuesta de modelo de Danielli ya estaba establecida la existencia de una membrana que limita el protoplasma y se diferencia de este, esto despertó el interés por determinar la organización de esa membrana y qué la constituía, es en este punto, donde toman relevancia los estudios realizados por

Gorter y Gretel, ellos calcularon la superficie de los glóbulos rojos y la relacionaron con el área ocupada por la capa de lípidos celulares, lo cual los llevó a concluir que la membrana tenía un grosor correspondiente a dos capas de lípidos y no a una como inicialmente había propuesto Overton (Kleinzeller, 1995).

No obstante, el inicio del estudio de la membrana de manera sistemática se atribuye a Danielli y Davson quienes propusieron un modelo que sugiere que la membrana está compuesta por lípidos anfifílicos, es decir, que presentan una región polar y otra no polar, de acuerdo con el modelo, las regiones polares estaban expuestas al agua mientras que las regiones no polares se encontraban apuntando hacia el interior de la membrana Latorre (1996), como se muestra en la figura 13.

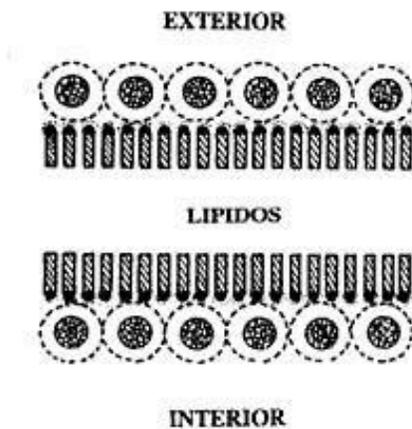


Figura 13: Primer modelo paucimolecular propuesto por Danielli y Davson

Fuente Latorre

Nota: Modelo de membrana en el cual hay lípidos anfifílicos ubicados según su polaridad.

Este modelo evidencia el reconocimiento de características que hacían posible pensar en la membrana como una estructura que determinaba el límite entre la célula y el medio que se relaciona con el reconocimiento de la célula como una entidad independiente de su medio. Sin embargo, esto no es realmente correcto como veremos más adelante.

Teniendo en cuenta la interpretación de Latorre (1996), luego de conocer el trabajo de Gorter y Gretel, Danielli introduce el postulado de la bicapa lipídica,

adicionalmente, da a conocer un estudio del cual concluyó que las estructuras más probables eran la de la bicapa lipídica y una capa doble de proteínas anfifílicas las cuales representó como se muestra en la figura 14, sin embargo, de esta última conclusión tuvo dudas hasta realizar estudios en adsorción mediante los cuales observó que las proteínas se desenrollaban al adsorberse, razón por la cual modificó el modelo previo, dicha modificación se representa en la figura 15. En donde se observan proteínas extendidas que interactúan con los lípidos y las proteínas globulares que presentan una superficie polar.

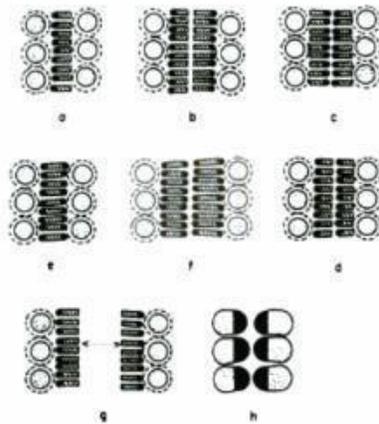


Figura 14: Modelos propuestos por Danielli para representar la organización de los lípidos y las proteínas en la membrana (Latorre, 1996, p. 8). Fuente Latorre 1996

Nota: Modelo de membrana donde se ubican proteínas en la zona externa de los lípidos.

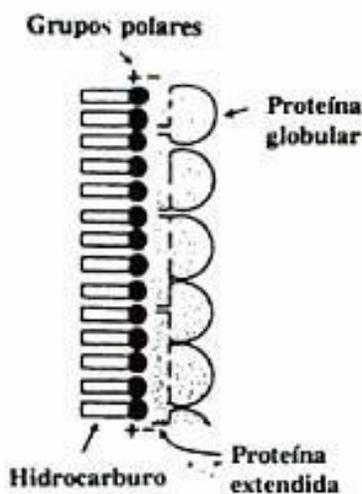


Figura 15: Organización de una capa lipídica de la membrana y las proteínas propuesta por Danielli

Fuente Latorre

No obstante, como necesidad de explicar la permeabilidad de la membrana Danielli y Harvey propusieron que la membrana tenía poros proteicos que eran altamente permeables a los iones y a ciertos solutos, el concepto de poro proteico posteriormente fue cambiado por canal proteico por Stein y Danielli.

El reconocimiento de estas proteínas dentro de este modelo es muy enriquecedor, porque se pasa de pensar en un límite que separa el medio interno y externo de la célula a una estructura con propiedades selectivas. Las proteínas actúan como canales que permiten el paso de unas sustancias y de otras no. Así mismo, este modelo introduce un sentido más dinámico en cuanto al funcionamiento de la membrana en función del equilibrio celular.

2.3.2. Modelo de membrana unitaria de Robertson.

El modelo de Danielli descrito anteriormente mostró diversas inconsistencias las cuales fueron cuestionadas por Robertson, uno de estos cuestionamientos tenía que ver con las dimensiones de la membrana, puesto que Danielli y Davson habían sugerido que estas oscilaban entre 6 y 8 nm de los cuales 4 o 5 nm eran de la capa bilipídica, es decir que quedaba entre 1 y 2 nm para las proteínas globulares, sin embargo, al estudiar las proteínas de forma aislada se hizo evidente que estas presentaban extensas regiones con una estructura α -hélice, y por lo tanto no correspondían a la idea de capa laminar de proteínas que se mostró en la figura 15. Es decir que aún no se reconocían las proteínas como estructuras que atravesaban toda la bicapa haciendo poros de reconocimiento para diversos iones.

Otra inconsistencia se presentó en el modelo representado por Danielli y Davson, que no concordaba con las características que diferencian a unas membranas de otras, por ejemplo, en la composición química y en la proporción de lípidos y de proteínas.

Asimismo, se evidenció otra inconsistencia en algunos estudios realizados en los cuales las membranas fueron expuestas a fosfolipasas, se suponía que, al ser expuestas a esta enzima, la capa proteica que había sido propuesta en el

modelo de Danielli protegería a los fosfolípidos y la enzima no tendría acción sobre ellos, pero no fue así.

Teniendo en cuenta la interpretación de Becker (2006). Con esto se encontró que una parte considerable de los fosfolípidos estaban en la superficie y se rechazó lo propuesto antes, con respecto a que la superficie estaba compuesta solamente por proteínas, de igual forma, estos estudios permitieron concluir que varias de las proteínas de la membrana eran hidrofóbicas, lo cual indicaba que por lo menos una parte estaban ubicadas en la región hidrofóbica de la membrana y no solamente en la superficie, ante estas inconsistencias Robertson propone el modelo de membrana unitaria el cual se representa en la figura 16.

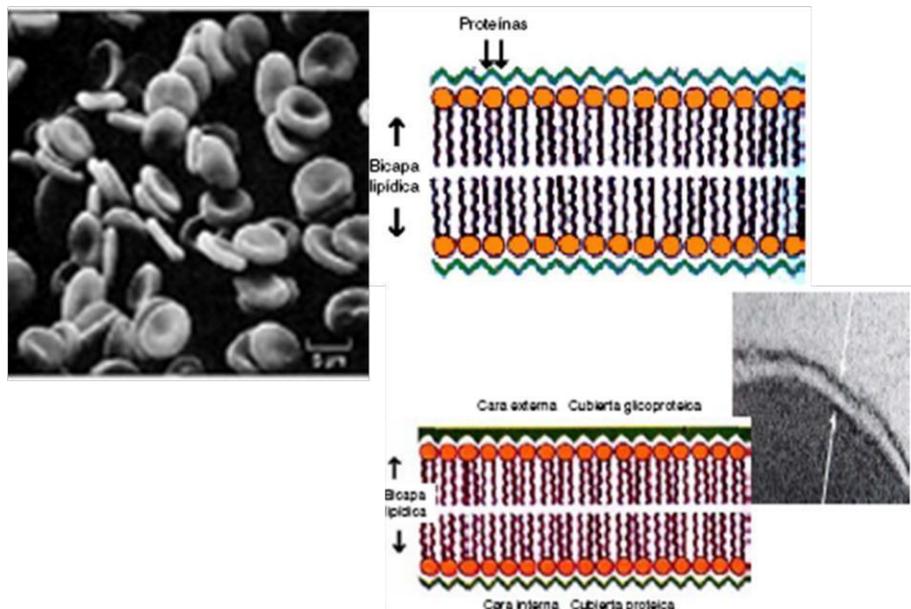


Figura 16: Modelo de membrana unitaria propuesto por Robertson en 1960 (Biología celular, 2010).

Fuente Beacker 2016

Nota: Modelo de membrana donde las proteínas cubren toda la superficie externa.

En este modelo se encuentra que una de las principales debilidades fue el hecho de suponer que las proteínas cubrían toda la superficie externa de la membrana y concluir que estas eran las que le daban la característica de separación del medio y por lo tanto de autonomía a la célula.

Esto se constituye en un error ya que esta función realmente está más centrada a la bicapa de fosfolípidos. Además, al suponer que estas proteínas

cubrían toda la superficie externa, limitó la posibilidad de comprenderlas como estructuras de transporte y de reconocimiento de sustancias o de reconocimiento entre células de un mismo tejido.

2.3.3. Modelo de mosaico fluido.

En el modelo de mosaico fluido se considera que cada membrana consta de un mosaico de diferentes proteínas, fue propuesto por Jonathan Singer y Garth Nicolson.

En dicho modelo sugiere que el mosaico fluye y está en constante movimiento dentro de un fluido viscoso, que está constituido por una capa bifosfolípídica, como se muestra en la figura 17, en la que se puede observar la doble capa de fosfolípidos, formando una matriz fluida que se encuentra incrustada con diferentes proteínas.

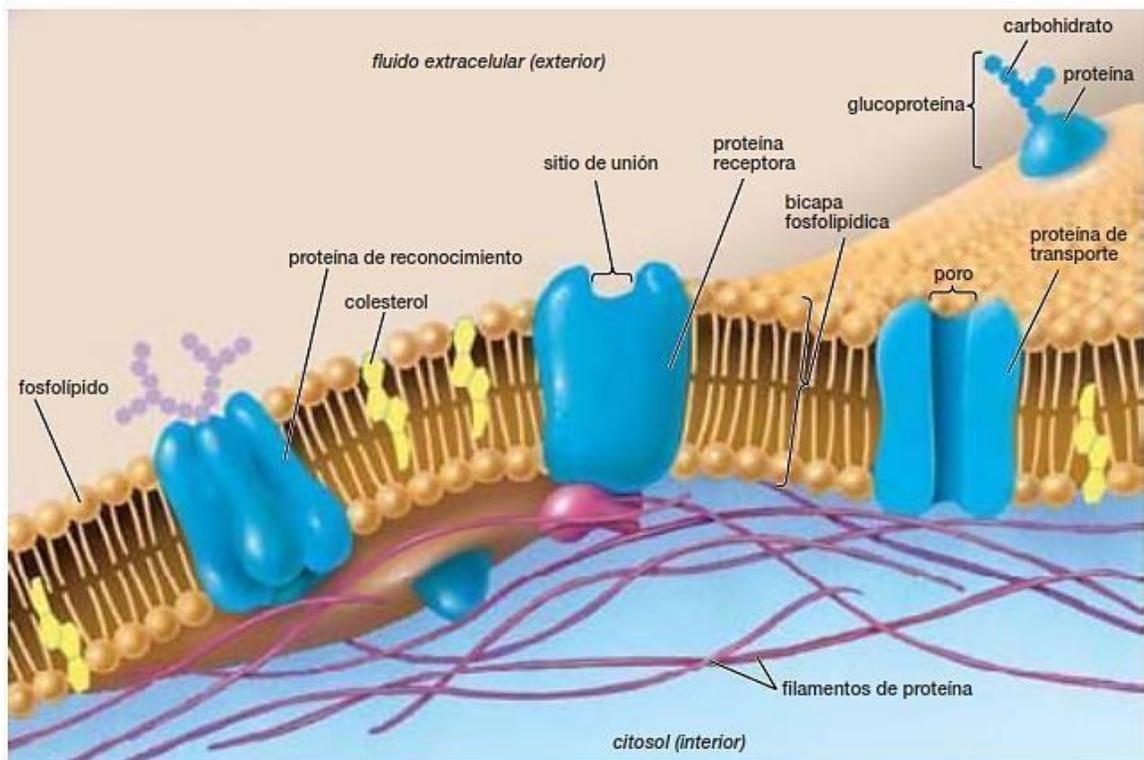


Figura 17: Representación del modelo de Mosaico fluido propuesto por Singer y Nicholson
Fuente de Audesirk, Audesirk y Byers
Nota: Modelo de membrana de mosaico fluido en el que se representan proteínas en interacción con la bicapa lipídica.

Como es posible ver en la figura 17, el modelo de mosaico fluido al igual que los anteriores propuestos mantiene la estructura de la capa bilípidica pero difiere de ellos en la forma en la que considera las proteínas que se encuentran en la membrana, basándose en el anclaje de estas en la capa, en este sentido, como cada tipo de anclaje es diferente se reconocen tres tipos de proteínas, unas son las integrales de membrana, las periféricas y las ancladas a lípidos.

Este modelo según Becker, (2006) permite denotar una nueva mirada en la cual se precisa que todos los componentes están en interacción pero que además en sí mismos pueden desplazarse de forma lateral y no como se consideraba antes como porciones estáticas. Es decir, estas estructuras también se relacionan entre sí e intervienen unas en el funcionamiento de las otras, diferenciando el medio interno de la célula con su medio externo, lo que posibilita que la célula tenga unas características propias y diferentes al medio.

No obstante, siendo en la actualidad este modelo el más reconocido para describir la membrana celular, en la escuela se enseña desde una perspectiva estática que no refleja el dinamismo propio del modelo. Por una parte, las características de los fosfolípidos y su posición diferenciada entre porciones hidrofóbicas e hidrófilas que explican la separación entre el medio interno y externo de la célula son enseñadas en el aula de clase sin relación alguna con el contexto.

Una forma de enseñar este modelo podría ser con relación a las propiedades de la sangre y su alto contenido de agua o con la riqueza del citoplasma también en agua, lo que de alguna manera explicaría de forma significativa la organización de los fosfolípidos. De esta manera, la enseñanza de la membrana u otros fenómenos biológicos se vuelve reduccionista, en el sentido de que la célula se comprende separada del organismo, como si fuese una suma de entidades que funcionan de forma aislada.

Por otra parte, las proteínas son conceptualizadas como canales por los cuales pueden pasar moléculas que son de mayor tamaño y por esa razón no

pueden atravesar los espacios entre los fosfolípidos, esto conlleva a que los estudiantes asuman estas estructuras como canales que se mantienen abiertos para el paso de dichas sustancias. En este sentido, se omite la enseñanza de los diversos tipos de proteínas, sus funciones y qué relación tienen estas con el control del ingreso de sustancias, lo cual impide que los estudiantes evidencien las relaciones de interacción entre las proteínas y el medio, las diversas funciones que estas cumplen, como es el reconocimiento de sustancias que posibilita el funcionamiento de la membrana y le permite su carácter selectivo.

Luego de considerar las características de este modelo, se encuentra que al no estar estáticos sus componentes podrían desplazarse a lo largo de la membrana, esto permite pensar en las diferencias que hay entre las estructuras de diversos organismos que tienen que ver tanto con el tipo de organismo como con la fisiología de la célula.

En ese sentido, si concebimos el fenómeno osmótico como un sistema complejo en el cual interactúa el agua, los solutos y la membrana, no es posible considerar que este ocurra de la misma manera en todas las células, ya que algunas características difieren de una a otra, por ejemplo, el grosor.

2.4. El papel de la experiencia y la experimentación en la enseñanza de las ciencias en la educación básica

Como hemos visto en los apartados anteriores, los diseños, montajes y trabajos experimentales han jugado un papel importante en la definición de un campo de conocimiento de las ciencias naturales como lo es la ósmosis, en el que las técnicas y los instrumentos han permitido establecer las relaciones entre variables como el volumen, la conductividad, la presión, la concentración y la interacción entre sustancias; las cuales dieron lugar a la construcción de explicaciones del fenómeno osmótico.

Sin embargo, la enseñanza de la ósmosis en la educación media se ha centrado en el intercambio de sustancias entre el interior y el exterior de la célula a través de la membrana celular, por ende, los experimentos que se desarrollan en

el aula se enfocan en constatar esta definición relegando la importancia del experimento a este simple propósito.

Este apartado tiene como fin: resaltar el papel que tiene la experiencia y la experimentación en la enseñanza de las ciencias en la educación básica; para ello se presentan algunas de las teorías que conceptualizan el experimento y se introducen aspectos acerca de la actividad experimental en la enseñanza de las ciencias desde diferentes perspectivas, así mismo, se refieren algunos autores que profundizan en diversos aspectos de la experiencia y como ésta ha sido implementada en el campo educativo, por último, a partir del análisis de estos referentes teóricos se presenta una reflexión acerca del rol de la experiencia y la experimentación en la construcción de explicaciones.

Para comenzar, son diversas las teorías que establecen un concepto sobre el experimento. Kuhn afirma (1988), que el rol que se ha asignado al experimento se diferencia desde dos perspectivas que son: la perspectiva hipotético – deductiva, desde la cual es utilizado como un mecanismo para comprobar el conocimiento que se tiene de los fenómenos físicos; y la perspectiva inductivista, en la cual se convierte en el fundamento del conocimiento de los fenómenos físicos.

Malagón, Ayala y Sandoval (2011) indican que, en la enseñanza de las ciencias, el papel de la actividad experimental se asume desde tres perspectivas: la primera, es la de recrear las condiciones en las cuales ocurre la actividad de las comunidades científicas; la segunda, es desde la cual se concibe la experiencia alejada de la actividad científica y de la enseñanza; la tercera, asume el experimento en relación con la construcción y comprensión de los fenómenos de la naturaleza.

Estas perspectivas involucran una separación entre la teoría y la práctica o lo que se denomina el mundo de las ideas y el mundo de lo sensible, sin embargo, como lo refieren Malagón, Ayala y Sandoval (2011) el experimento establece un vínculo entre estos dos mundos, es decir que en la actividad científica el

experimento puede ser usado para validar una teoría convirtiéndose esta en una condición que permite el experimento, pues a partir de ella se determina en qué consiste el experimento y cuáles serán sus efectos, observaciones y medidas.

De igual forma, el experimento puede ser usado para descubrir el funcionamiento del mundo a través de la observación de los fenómenos objeto de estudio, lo que permite observar regularidades y establecer leyes que posteriormente dan lugar a teorías. Es así, como la relación de experimento – teoría es variable y compleja, por lo que debe estar enmarcada en un contexto, por tanto, no puede universalizarse ni estar desprovista de historia. No obstante, esta relación de teoría- experimento no debe reducirse a que éstos sean o bien para constatar una teoría o bien como punto de partida para establecer una conexión directa con el concepto.

Malagón, Ayala y Sandoval (2011), mencionan que se hace necesario diferenciar la experimentación de la experiencia. Ya que “la experiencia a diferencia del experimento no puede planificarse al modo técnico” (Larrosa, 2011). Sino que debe pensarse desde una perspectiva de formación y transformación de la subjetividad. Esta entendida así: *“porque el lugar de la experiencia es el sujeto [...] capaz de dejar que algo le pase, es decir, que algo le pase a sus palabras, a sus ideas, a sus sentimientos, a sus representaciones”* (Larrosa, 2011).

Es decir que, el experimento puede realizarse de manera repetida utilizando las mismas variables para constatar teorías, mientras que la experiencia no, *“si es experiencia, no será la misma experiencia para todos aquellos que la hagan”* (Larrosa, 2011). así, no es posible repetir de la misma manera una experiencia, independientemente de que sean los mismos factores, el mismo suceso produce diferentes experiencias.

En ese sentido, la diferenciación que propone Larrosa (2011) entre el experimento y la experiencia es muy importante en la construcción de explicaciones de los fenómenos de la naturaleza; mientras que el experimento busca llevar a todos los estudiantes a la misma conclusión que corrobora algo que

fue enseñado previamente por el docente, la experiencia permite que cada estudiante construya su propia explicación a partir de la relación que esta le permitió establecer con el fenómeno objeto de estudio. Es decir que a pesar de que un acontecimiento sea el mismo para un número de individuos, la experiencia será diferente para cada uno y por lo tanto serán diferentes las relaciones, construcciones y asociaciones que cada uno construye.

Tanto la experiencia como la experimentación han sido viciadas a lo largo de la historia en el ámbito de la educación en ciencias, ya que mediante ellas se ha buscado reforzar la imagen absolutista de ciencia. Giordan y otros (1988) citan algunas respuestas dadas por profesores de ciencias sobre cómo se construye el saber científico, la mayoría de las respuestas apuntaron a los hechos, la experimentación y la observación como herramientas de formulación y validación de teorías y no como instrumentos que dieron lugar a la construcción de explicaciones sobre los fenómenos biológicos que se convirtieron en objetos de estudios de la ciencia. Lo anterior, evidencia la necesidad de reivindicar el papel de la experiencia y la experimentación en las prácticas educativas privilegiando la construcción de explicaciones.

Bachelard (1978) asume una ruptura entre conocimiento común y conocimiento científico y entre experiencia común y técnica científica en la época contemporánea, para profundizar en este aspecto es importante precisar las diferencias entre el conocimiento común y el conocimiento científico.

La diferencia entre el conocimiento científico y el común va más allá de un continuo de épocas que demarcan una sutil diferencia entre uno y otro, constituyen dos estados diferentes de las ciencias, uno se basa en la percepción, mientras el otro se basa en la instrumentalización y racionalización de la experiencia científica. Esto se hace evidente cuando se recurre a técnicas instrumentales que no guardan relación con el fenómeno de la naturaleza en sí mismo para dar explicación de este.

Aquí se encuentra una falla en la enseñanza de las ciencias en la escuela, comúnmente los docentes y los estudiantes intentan encontrar una continuidad entre el conocimiento común y el conocimiento científico, construidos a partir de la observación de los fenómenos naturales o técnicas científicas, respectivamente. Esto conlleva a que se limite la construcción de conocimiento, por un lado, a la simple observación y por el otro, a la recolección de datos que por sí mismos no dan cuenta de los fenómenos objetos de estudio. Por lo tanto, se lleva a reproducir el carácter positivista de ciencia y a esto se reduce la actividad experimental en el aula de clase.

Por otra parte, Bachelard (1978) afirma que:

El conocimiento experimental ligado al conocimiento común inmediato está tan turbado por sus rasgos demasiado generales como por sus distinciones demasiado particulares. Hay que esperar del conocimiento que esté comprometido, que haya recibido muchas rectificaciones para poder designarlo como conocimiento *científico*. Nuevamente nos hallamos ante la misma paradoja: la corriente del pensamiento racionalista no “comienza”. El pensamiento científico rectifica, regulariza, normaliza (p. 101).

Lo anterior es paradójico en el sentido de que esa rectificación, regularización y normalización del conocimiento a partir del cual el conocimiento experimental se reproduce en el aula de clase, debido a que es en los laboratorios que se desarrollan por medio de experimentos la confirmación de las teorías establecidas; cayendo en un círculo vicioso, en el cual se teoriza el fenómeno y a partir de la teoría se parametriza el experimento que finalmente constata dicha teoría.

Aun cuando la experiencia científica moderna está comprometida con la objetividad y se asegura de la presencia de un fenómeno para estudiarlo, Bachelard (1978), ésta permite que se planteen preguntas que pueden ser respondidas negativamente mediante la misma experiencia, repercutiendo de manera positiva, pues conduce a una reconstrucción de la experiencia y por lo tanto a la construcción de explicaciones sobre el fenómeno.

Es ahí donde la experiencia juega un papel fundamental en la enseñanza de las ciencias, pues desliga la comprensión de los fenómenos mediante la actividad experimental como método de constatación de la teoría que pretende explicarlos y se orienta a que el estudiante se sorprenda con el fenómeno, lo cuestione, establezca preguntas y construya sus propias explicaciones. En ese sentido, los informes de laboratorio, los productos escritos y orales de los estudiantes no concentrarán la mirada del docente en si está bien o mal lo expuesto por él, sino que se centrarán en cómo estos construyen explicaciones en torno a un fenómeno a partir de la experiencia.

Con base en lo anterior, la enseñanza de las ciencias en la educación media debe enfocarse en la construcción de explicaciones, para esto es necesario reconsiderar el valor errado que se le ha dado al experimento en la escuela en donde este es concebido como instrumento para verificar las teorías.

3. Ruta metodológica

Desde el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional se enfoca la formación docente a partir de una mirada crítica de la historia de las ciencias, esto permite determinar los fenómenos de la naturaleza como objetos de estudio los cuales pueden ser abordados desde una perspectiva interdisciplinar, así mismo, los fenómenos son abordados como objeto de estudio, *“al ser interrogados posibilitan el despliegue de experiencias, saberes, actividades experimentales desde las cuales los profesores en formación realizan procesos de significación y construcción de explicaciones”* (Vargas , y otros, 2018).

En este sentido, en el presente proyecto de grado se cuestiona cómo se enseñan actualmente los fenómenos biológicos en la escuela estableciendo como realmente están alejados de hacer de estos un objeto de estudio; llevando a que en las prácticas educativas en donde se interrelacionan los intereses de las instituciones educativas, los docentes, los estudiantes y las políticas de educación se priorice en la acumulación de conocimientos y el cumplimiento de unos estándares que conducen al docente a reproducir una imagen de ciencia como producto final o acumulación de descubrimientos.

Lo anterior, insta a cambiar la concepción de escuela, docente, estudiante y ciencia. Valencia (2006) propone pensar la escuela como territorio de expresión de los conflictos culturales, es decir, un escenario en donde tanto el docente como el estudiante compartan diferentes puntos de vista, así, los textos, los productos de la ciencia, los currículos, los programas, entre otros; pasan a ser solo insumos. De igual forma, sugiere que en esta figura de escuela el estudiante pasa a ser considerado como *“sujeto social de conocimiento...un sujeto que elabora formas creativas de relacionarse consigo mismo, con los otros y con su entorno, y que es capaz de emocionarse con el conocimiento”* (Valencia, 2006, p. 6).

Por otra parte, en esta visión de escuela el docente se convierte en un posibilitador, que está en pro de convertir su práctica en *“un acto creativo, desde donde*

es posible deslegitimar la experiencia como réplica del hacer, la confianza en la verdad de los textos y la normatividad que imponen los currículos, para dejarse sorprender con las preguntas de los estudiantes” (Valencia, 2006).

De acuerdo con todo lo anterior, el presente trabajo de grado inicia con un ejercicio de revisión teórica acerca de los aspectos experimentales y teóricos del fenómeno osmótico desde una mirada crítica y reflexiva que permita considerar los problemas y condiciones que hicieron posible la ósmosis como objeto de estudio en las ciencias, y a su vez, reflexionar sobre las propias prácticas de enseñanza.

El desarrollo de dicha profundización teórica permitió reconocer cómo la ósmosis se plantea desde una mirada de objeto de estudio en relación a características en torno a el cambio de volumen, la presión, las propiedades y la interacción de las sustancias. Por tanto, estos aspectos que son relevantes en la constitución de los fenómenos osmóticos son usados como criterios para orientar el diseño de una propuesta de aula con el objetivo de promover la explicación de fenómenos de la naturaleza en los estudiantes a través de sus propias experiencias.

La propuesta de intervención de aula se divide en tres fases, la primera se denomina explorando con el cambio de volumen en objetos, la segunda, aproximación al fenómeno osmótico y la tercera, asociación de experiencias a otros fenómenos biológicos. En concordancia con lo expuesto en los párrafos anteriores, en las acciones de cada fase de la propuesta de aula el docente pone en juego su creatividad y se despoja de los textos, las prácticas de laboratorio tipo receta y las clases magistrales como recurso principal para la enseñanza de la ósmosis en pro de que el estudiante se emocione con el conocimiento y sea un sujeto activo dentro de él, a partir de sus propios intereses y cuestionamientos. Dicha intervención de aula se llevó a cabo con estudiantes de grado sexto del Colegio Angloamericano, institución de carácter privado, ubicado en la calle 170

#8-80 en la localidad de Usaqué. Las edades de los niños oscilan entre 10 y 12 años. Los cursos están organizados por grupos de 27 estudiantes. La institución es de carácter mixto.

El trabajo se realizó a través de diversas experiencias que fueron registradas por medio de instrumentos como guías de laboratorio, bitácoras, vídeos, y guías descriptivas.

Las guías de laboratorio permitieron que los estudiantes describieran lo observado en torno al cambio de volumen en tejidos vegetales construyendo sus propias explicaciones a través de descripciones de los cambios allí establecidos. Las bitácoras permitieron hacer un seguimiento continuo al montaje de sus experiencias a través de descripciones, o fotografías. En el caso de los videos estos permitieron expresar a los estudiantes las construcciones que iban desarrollando en torno al fenómeno osmótico.

Luego, se realiza una sistematización de los resultados obtenidos de la intervención de aula, ya que, de acuerdo con Van de Velde (2008) La sistematización de experiencias *“trata de mirar las experiencias como procesos históricos, procesos complejos en los que intervienen diferentes actores, que se realizan en un contexto económico-social determinado y en un momento institucional del cual formamos parte”* (p. 9). La sistematización permite realizar un proceso de evaluación y reflexión sobre la misma, en aras de que el docente se reconozca como participante de un proceso de aprendizaje propio y no como un ejecutor de contenidos o glosarios.

4. Diseño e intervención de aula

La intervención en el aula considera diferentes estrategias didácticas referidas a la experiencia. Para poder hacer este trabajo con los estudiantes se plantea el desarrollo de diversas actividades, que inicialmente serán de carácter individual por parte de los alumnos en su casa, debido a las características de la institución donde se implementará. Además de esto algunas actividades se plantearán de forma grupal y se desarrollarán en el aula de clase y laboratorio. Tanto las actividades individuales como grupales se desarrollarán con la intención de manipular una serie de elementos y materiales que se encuentran en el contexto inmediato de los estudiantes, como osos de goma, papa, orbes (figuras que crecen en el agua), agua y tinte. La finalidad de hacer uso de esos materiales es propiciar en los niños experiencias sensibles que les permitirán hacer observaciones, descripciones, toma de datos, construcción de vídeos para elaborar sus propias explicaciones, afianzando la comprensión de la ósmosis como objeto de estudio.

La intervención de aula, en el marco de este trabajo, se hace como ejercicio de diálogo con los estudiantes sobre conceptos relacionados con el transporte a través de la membrana y la construcción de estos específicamente el de ósmosis. Para hacer el diseño de ésta, se consideraron una serie de referentes conceptuales desde lo disciplinar y pedagógico, así como todas aquellas reflexiones que se constituyeron gracias a la revisión epistémica sobre el constructo del fenómeno de ósmosis.

4.1 Descripción del contexto institucional

El Colegio Anglo Americano inició sus actividades el 9 de febrero de 1965 en la Carrera 14 N° 72-85 con las secciones de preescolar, primaria y primer curso de básica secundaria, congregando un número aproximado de 60 estudiantes. En 1966 se abrieron los cursos de segundo y tercero de básica secundaria; en 1967 el curso cuarto y en 1968 el quinto de bachillerato. Desde 1973 funciona en las

instalaciones de la calle 170 N° 8-80, acordes a las necesidades de la Institución: amplias aulas, salas de cómputo, aula virtual de matemáticas, aulas especializadas de tecnología, teatro, música y danzas, bibliotecas, laboratorios de INGLÉS, FÍSICA, QUÍMICA, CIENCIAS, dos campos de fútbol con medidas reglamentarias, canchas de baloncesto y voleibol, multicancha cubierta, extensas zonas verdes y apropiadas áreas administrativas.

En 1969 egresó la primera promoción integrada por 21 bachilleres. Hasta la fecha han salido de su claustro 49 promociones para un número aproximado de 4.450 egresados con muy alto nivel de conocimientos en el idioma Inglés, calificados hoy como excelentes profesionales y motivo de orgullo para la Institución. Angloamericano, C. (2020). Manual de Convivencia. Bogotá

Desde sus inicios, el Colegio Anglo Americano se ha trazado como norte trabajar en busca de la excelencia educativa, dando un máximo de importancia a la formación de valores y al nivel académico con especial énfasis en el idioma Inglés.

En el año de 1997, la Secretaría de Educación del Distrito otorgó a la Institución una meritoria distinción: el premio al mejor Proyecto Educativo Institucional.

4.1.1 Condiciones institucionales referencia a PEI, formas de trabajo y recursos disponibles

El colegio Angloamericano es un colegio mixto de carácter privado que trabaja con una población de 3000 estudiantes desde grado pre jardín a undécimo. Se caracteriza por ser una institución reconocida en el ámbito académico, posicionándose en los primeros puestos a nivel nacional en las pruebas saber. Para el año 2019 se posicionó en el puesto número 2 a nivel nacional. Su estudiante Miguel Arturo Reina recibió la mención Andrés Bello por ser el mejor estudiante del país en las pruebas saber 11.

La filosofía del proyecto Educativo institucional se basa en una concepción antropológica que busca la excelencia del ser humano. El modelo pedagógico se

caracteriza por tener una visión amplia, flexible, pluralista y conciliadora donde se concibe al ser humano como único, autónomo, responsable, social, espiritual, trascendente y con potencialidades, en quien se concreta la racionalidad, la corporeidad, el ser axiológico, y teleológico que le permite su proyección en el mundo.

El modelo de educación holística en el colegio Angloamericano da especial importancia al desarrollo de la inteligencia de los estudiantes, a la educación en valores, al cuidado del entorno natural y social, al uso correcto del lenguaje y la comunicación, mediante la implementación de políticas que privilegian las habilidades, destrezas y competencias cognitivas, cognoscitivas, valorativas, biofísicas, comunicativas, socioafectivas y tecnológicas.

La pedagogía Angloamericanista se fundamenta en las concepciones modernas de enfoque y modelo pedagógico; algunos modelos son; la educación holística, educación por procesos, pedagogía constructivista, pedagogía conceptual, enseñanza problémicas, modificabilidad estructural cognitiva, enseñanza para la comprensión y educación experiencial. Esto hace que el proyecto del colegio Angloamericano esté fundamentado en un pluralismo educativo en el cual se toma el conocimiento básico de tendencias y corrientes pedagógicas derivadas de los enfoques y modelos antes mencionados. El colegio propicia un buen desempeño académico en todos sus estudiantes y para ello se han diseñado programas especiales mediante diversas estrategias de apoyo en función de las pruebas estandarizadas. Angloamericano, C. (2020). Manual de Convivencia. Bogotá

4.1.2 Descripción de los actores.

Los grupos con los que se realiza la intervención de aula pertenecen a la población de grado sexto, sus edades oscilan entre los 10 y 12 años. El colegio cuenta con 10 sextos; sin embargo, la intervención se desarrolló sólo con tres grupos de estos. Teniendo en cuenta que el colegio hace una organización del programa en la que se limitan las horas que se deben invertir por temática algunas

de las actividades por estar delimitadas dentro de esta malla curricular debieron dirigirse para realizar en casa con apoyo de los padres de familia, realizando una serie de registros fotográficos o por medio de videos que dieran cuenta de las experiencias realizadas por los estudiantes. Debido a las edades de los estudiantes los padres de familia fueron un gran apoyo para el trabajo, ya que desde casa acompañaron a sus hijos en la toma de datos, toma de videos u otros registros.

4.2. Sentidos orientadores de la propuesta

La enseñanza de las ciencias a lo largo de los últimos años ha mantenido una mirada tradicionalista en la cual los docentes tienen como rol transmitir una serie de conceptos neutrales que luego son sometidos a verificación mediante diseños experimentales. Sin embargo, desde la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales se enfoca la enseñanza de la Biología con una mirada crítica donde el maestro reflexiona sobre su propio saber y elabora nuevos criterios para redireccionar de forma propositiva su labor en la escuela.

Este nuevo enfoque de la enseñanza de las ciencias nos permite construir espacios en los cuales somos sujetos de conocimiento, y los fenómenos biológicos se convierten en objetos de estudio, desplazando la enseñanza tradicionalista a una enseñanza que se aboca a cuestionar lo que parece obvio en el funcionamiento de los seres vivos, según Francois Jacob, (1886):

El cuerpo vivo no puede resultar de la simple reunión de unos órganos que se combinan de maneras diversas para satisfacer dichas funciones. Es necesario que la disposición que adopten formen un conjunto armonioso, porque, como afirma Cuvier, -en el estado de la vida los órganos no están simplemente juntos, sino que se influyen mutuamente y todos ocurren en un objeto común. No existe función alguna que no precise de la ayuda y el concurso de casi todas las otras.

En este sentido se evidencia como la enseñanza de la ciencia debe garantizar que se haga una transición de una ciencia basada en descubrimientos escalonados en los cuales se muestra como un producto que mejora con el tiempo; a una ciencia en construcción.

Como afirma Valencia, y otros (2014)

La enseñanza es posible considerarla como una actividad que se expresa en la continua elaboración y confrontación de modelos, esquemas o estrategias, desde las cuales organizamos nuestra experiencia y nuestro pensamiento y a partir de las cuales, constituimos nuestros puntos de vista y nuestras interpretaciones sobre la realidad.

Por ello el rol del docente en la escuela, debe ser garantizar a sus estudiantes condiciones en las que puedan hacer uso de sus propias interpretaciones a partir del entorno inmediato que poseen y con ello construir, reconstruir y formalizar dichas interpretaciones de su realidad.

Entonces el docente debe ser un agente transformador que construya, identifique y resignifique lo que integra el aula a través de un proceso de reflexión sobre su propia práctica, así como la profundización en los aspectos pedagógicos y disciplinares, con el fin de generar propuestas innovadoras que trasciendan la acumulación de conceptos e insten a los estudiantes a la construcción de explicaciones sobre el fenómeno de ósmosis.

Asimismo, Valencia y otros (2003) propone que esta visión transformadora de las ciencias implica para el estudiante cuestionarse sobre los fenómenos naturales que observa y propender a la construcción de explicaciones, no para hallar una verdad absoluta, contrastar una teoría, responder a una prueba u obtener una calificación, sino como sujeto activo en la construcción de conocimiento.

En los contextos escolares es cada vez más sentida la necesidad de diseñar propuestas de innovación e investigación, que pongan en juego alternativas didácticas y metodológicas, que permitan a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción.

Todo lo anterior, hace parte de los problemas de conocimiento que complejizan la enseñanza de las ciencias y que direccionan la formulación e implementación de la intervención de aula propuesta en el trabajo de grado. En el entendido en que *"...en los problemas de conocimiento los sujetos ponen en juego diferentes estrategias para construir explicaciones a situaciones del mundo natural*

y social" (Valencia, y otros, 2003, p. 3). En ese sentido, la propuesta de aula se divide en tres fases como se presenta en la tabla 2. En la cual se describen los propósitos, acciones realizadas, relaciones establecidas por los estudiantes, los registros obtenidos y la descripción de cada uno.

La enseñanza desde los problemas de conocimiento está basada en una mirada de la ciencia en la cual su actividad y su enseñanza se considera como una actividad de la cultura, en la cual no es indispensable a través de ella llegar a los modelos teóricos, a los conceptos o a los contenidos propios de las ciencias naturales, sino a partir de estos propender por explicaciones del mundo en los que prime la construcción de explicaciones a partir de la propia experiencia de los educandos.

Por tanto, el trabajo desde problemas de conocimiento requiere espacios dentro del aula en los cuales se formulen problemas que impliquen que los estudiantes busquen respuestas alternativas a partir de sus propias observaciones, y con ello desarrollen procesos de conocimiento propios. Estas explicaciones son variadas y desde esta mirada todas ellas son válidas ya que apuntan a la construcción de procesos de argumentación en la construcción de las mismas.

En esta perspectiva, los PC configuran la actividad que vivencian un grupo de sujetos que comparten preguntas alrededor de una situación particular, donde hacen una continua construcción de criterios o elementos que permitan ir validando los desarrollos del grupo y a su vez crean un lenguaje propio que se expresa no sólo en el lenguaje articulado, sino también en el gráfico. Valencia, y otros (2003), En últimas, un PC, sólo se puede pensar desde la idea de construcción continua de preguntas, acciones, argumentos, diseños experimentales, entre otros.

Desde la perspectiva de problemas de conocimiento la propuesta permite *"pensar el aula como un sistema complejo del que emergen nuevas formas de imaginar la vida escolar"* (Valencia, y otros, 2003), dentro de esta, se relacionan

referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos que han sido pertinentes para el diseño de esta propuesta de aula, para ello se divide en criterios de actuación y formas de trabajo, direccionados a actividades en las cuales los estudiantes llevan un registro de sus experiencias en una bitácora, desarrollan actividades-taller y diseñan estrategias comunicativas para contar sus hallazgos. Siguiendo el planteamiento de las relaciones alternativas y los ambientes comunicativos, en los cuales, se alteran las relaciones que los estudiantes han establecido, con el docente, la información, sus compañeros y el contexto en general.

Con base en lo anterior, se construye un paso a paso para la comprensión del fenómeno osmótico con tres cursos de 25 niños de grado sexto del Colegio Angloamericano, por medio de la observación de experiencias relacionadas con el fenómeno osmótico, la propuesta se desarrolló en tres fases: la primera, ***explorando con el cambio de volumen en objetos***; la segunda, ***aproximación al fenómeno osmótico*** y la tercera, ***asociación de experiencias a otros fenómenos biológicos***. Cada fase tiene diferentes acciones que responden a una intencionalidad diferente.

4.2.1 Descripción de las fases

4.2.1.1. Fase 1: Explorando con el cambio de volumen

Con la primera fase ***Explorando con el cambio de volumen*** se busca introducir a los estudiantes en la comprensión de la interacción de diversos elementos o materiales con su entorno y cómo este influye en los cambios de volumen que se presentan en los mismos. En las actividades diseñadas, se incluirán elementos cotidianos como orbes (figuras que crecen en el agua) para que a partir de los medios en los que los estudiantes los pongan evidencien su comportamiento en torno a su volumen y posteriormente puedan relacionar dichos medios con el tipo de cambio evidenciado, para así formular descripciones, hipótesis o explicaciones sobre el objeto de estudio. Para esto los estudiantes deberán tomar tres orbes de las mismas características, en cuanto estructura y

tamaño. Uno de los orbes deberá ser cubierto con una capa de esmalte, los otros se dejarán sin ningún cambio. Al secar la capa de esmalte se debe colocar en tres frascos la misma cantidad de agua y numerarlos de 1 a 3. En el frasco número 1 colocar uno de los orbes. En el segundo frasco además del agua deben agregar gran cantidad de sal en el agua e introducir otro de los orbes; y en el tercer frasco con agua colocar el orbe que con anterioridad se le haya puesto la capa de esmalte. Los estudiantes deben observar los cambios en los orbes a lo largo de los días e ir registrando ya sea en forma de bitácoras o por medio de video los cambios encontrados, para ello describirán lo que observan y tomarán registro del tamaño de cada uno de los orbes registrando el cambio de volumen en cada uno de los orbes. Los estudiantes hacen esta actividad en casa con apoyo de sus padres teniendo en cuenta las características de aula antes mencionadas frente a la institución en relación al tiempo determinado para las temáticas ya que se establecen horas concretas en las que el docente debe garantizar abordar una temática en particular.

Tabla 2

Acciones implementadas en la fase explorando con el cambio de volumen		
Fase	Acciones Implementadas	Descripción
1.	Esta primera fase se enfocará en la variación del volumen y su relación con la concentración de sustancias en el medio, asimismo, la variación con relación a la existencia de un límite.	<p>Esta actividad será individual y consistirá en que cada niño coloque orbes en diferentes medios y en condiciones diferentes y hagan un registro diario fotográfico y escrito de los cambios que observen en ellos.</p> <p>Para el desarrollo de esta, los niños medirán el tamaño de los orbes, los cuales deben tener las mismas características en cuanto a tamaño y forma. Después, pondrán en un recipiente agua y orbes, en otra agua con sal y orbes, por último, uno con orbes cubiertos con esmalte y agua.</p> <p>En esta primera etapa exploratoria los estudiantes realizarán escritos descriptivos de las observaciones realizadas, por lo tanto, dichos escritos harán referencia a lo que fue perceptible para ellos por medio de los sentidos: cambio de tamaño, textura y color.</p>

Fuente propia

Nota: Descripción de acciones implementadas en la fase 1 con respecto a la variación de volumen y relación con la concentración de sustancias en el medio

4.2.1.2. Fase 2: Aproximación al fenómeno osmótico

En esta fase los estudiantes a partir de sus experiencias con diferentes materiales y sustancias relacionarán los fenómenos de causalidad entre variables como la temperatura y la concentración de las sustancias en el proceso de transporte celular. Se busca que establezcan relaciones entre el cambio de volumen con los materiales usados respecto al medio en el que se encuentran.

Para este propósito, los estudiantes medirán la velocidad de difusión del azul de metileno en agua a diferentes temperaturas, asimismo, introducirán bastones de papa y osos de goma en medios diferentes. Esta experiencia permitirá a los estudiantes caracterizar y relacionar el cambio de volumen con el medio y con el límite y cómo este último cambia en su apariencia haciendo una comparación de lo observado en la primera fase con respecto a lo que sucede en esta fase al hacer uso de tejidos vegetales.

Se espera que los estudiantes establezcan relaciones entre los materiales, sus características y el medio en el cual se encuentran, con el fin de que reconozcan el fenómeno osmótico como la interacción de varios elementos dentro de un sistema. Como evidencia de esta fase los estudiantes construirán un informe de laboratorio tipo cartilla y explicarán sus hallazgos a través de modelos gráficos y textos argumentativos. En este trabajo se prioriza la comunicación de sus experiencias desde la habilidad escrita.

Tabla 3

Acciones implementadas en la fase aproximación al fenómeno osmótico en relación a la temperatura y la concentración de los medios.

Esta actividad se hace grupalmente; para ello los estudiantes usarán tres vasos con la misma cantidad de agua a la misma temperatura. Cada uno de los vasos deberán ser numerados de

2

1Agregarán a cada vaso el número de gotas correspondiente al a 3.

En la segunda etapa de esta fase se enfoca el número del vaso. Vaso número 1, una gota, vaso número 2, dos gotas y vaso número 3, tres gotas de azul de metileno. Medirán la relación a otras variables como la velocidad de difusión del tinte en cada vaso con respecto a la concentración de solutos. concentración del mismo.

En la primera etapa de esta fase se enfoca el transporte a través de la membrana en relación a otras variables como la temperatura.

Esta actividad se hace tanto individualmente como grupalmente; para ello los estudiantes en casa usarán tres vasos con la misma cantidad de agua a diferentes temperaturas: agregarán a cada vaso cinco gotas de azul de metileno y medirán la velocidad de difusión del tinte en cada uno de los vasos. Quienes lo deseen deberán tomar registro por vídeo de lo realizado, o por medio de la bitácora.

Fase	Acciones Implementadas	Descripción
------	------------------------	-------------

En la tercera etapa de esta fase se busca que los estudiantes relacionen las características de los medios, con los cambios que pueden sufrir los tejidos vegetales.

Esta actividad se hace grupalmente; para ello los estudiantes usarán tres vasos con la misma cantidad de agua. En el vaso 1, no agregaran solutos, en el vaso 2 agregaran 50 gramos de sal, y en el vaso tres 100 gramos de sal. En cada uno de los vasos agregarán un bastón de papa que habrá sido y pesado con anterioridad y esperarán 25 minutos. Al transcurrir el tiempo determinado volverán a tomar datos de tamaño, volumen, y describirán de forma general lo que ven en cada bastón.

Fuente propia

Nota: Descripción de los objetivos de la fase y las experiencias realizadas en relación a la difusión vs concentración de solutos y temperatura

4.2.1.3. Fase 3: Asociación de experiencias a fenómenos biológicos y socialización.

En esta última fase los estudiantes realizarán un proceso de reconstrucción de sus experiencias y enriquecerán sus explicaciones con información, relacionada con los fenómenos biológicos que se asocian al cambio de volumen, a través del trabajo de aula correspondiente a la dinámica y malla curricular de la asignatura. El propósito de esta actividad es que el estudiante asocie las experiencias con el funcionamiento celular y relacione los cambios de volumen con los medios hipertónicos, hipotónicos, isotónicos. Esto obedeciendo a la propuesta de problemas de conocimiento de Valencia, y otros (2003) en la que se establecen referentes didácticos en los que se generan relaciones alternativas, dentro de estas relaciones alternativas se encuentra la de la información propiciando un

cambio en la forma en que el estudiante la concibe, es decir que está "...deja de ser sinónimo de conocimiento y empieza a ser concebida como referente que documenta las preguntas, amplía las experiencias y enriquece las explicaciones" (p. 10). La recolección de información a partir de sus experiencias será evocada desde los modelos evaluativos tradicionales del colegio Angloamericano por ser obligatorios en la institución, sin embargo, a pesar de hacer uso de este modelo tradicional la construcción de las explicaciones allí plasmadas serán ejecutadas a partir de lo elaborado por los estudiantes en las fases anteriores.

Tabla 4

Acciones implementadas en la fase Asociación de experiencias a fenómenos biológicos y socialización.

Fase	Acciones Implementadas	Descripción
3	Por medio de diversas actividades de aula la docente presentará contextos continuos y discontinuos en relación a los efectos de la concentración de solutos en el medio y los cambios de volumen celular.	Los estudiantes recibirán diversas gráficas de modelación que deberán describir en función del movimiento de agua a través de la membrana celular. Para ello deberán tener en cuenta la concentración de solutos a lado y lado de la membrana celular. Además, a partir de situaciones contextuales planteadas con la estructura de las preguntas de la prueba saber, deberán inferir lo que sucede a diversas células según el medio en el que se encuentren relacionando lo descrito por ellos mismos en la fase explorando con los cambios de volumen.
	La última etapa de trabajo será analizada finalizando el bimestre en la cual a partir de una evaluación diagnóstica diseñada por la jefe de departamento, se evaluará los niveles de comprensión alcanzados por los estudiantes en la intervención de aula. Esta prueba no es conocida con anterioridad por la docente ya que no sólo mide las competencias y habilidades alcanzadas por los estudiantes sino los objetivos alcanzados por la docente.	Los estudiantes desarrollarán su evaluación diagnóstica desde los parámetros establecidos por la institución a pesar de que la intervención de aula para dicho trabajo no está determinada por los modelos trabajados en la institución.

Fuente propia

Nota Descripción de los objetivos de la fase 3 y descripción de las acciones realizadas en relación al análisis de textos continuos y discontinuos desde el fenómeno osmótico.

5. Sistematización

. 5.1 El papel de la sistematización como práctica del docente de ciencias naturales

Dentro del trabajo se estableció la importancia de hacer una sistematización como posibilidad de reconstrucción de la práctica y profundización de este trabajo, debido a que, constituye la forma de darle sentido al contexto problemático, entender el fenómeno osmótico y las estrategias llevadas al aula desde contextos cotidianos a los estudiantes, para que así mismo mediante esta construcción reflexiva se favorezcan habilidades científicas, se desarrollen explicaciones con sentido para los estudiantes ya que hacen parte de sus propias construcciones y modelos para interpretar el mundo que les rodea.

La importancia de hacer este trabajo, es que la sistematización permite que, a partir de una práctica docente intencionada y estructurada, se recupere cada una de las fases establecidas en ella como proceder para explicar los contextos y construcciones dados. Esto permite hacer una reflexión alrededor de lo elaborado dentro de la práctica con el fin de comprenderla y transformarla o renovarla en pro de los educandos. Para poder hacer una sistematización se requiere hacer explícitas las intenciones pedagógicas alrededor de la práctica. Debe hacerse una descripción a detalle de la experiencia haciendo agrupaciones o categorías que permitan hacer la respectiva interpretación de lo hallado en la misma.

Sistematizar es muy relevante en el contexto de los docentes ya que esto nos permite apropiarnos de nuestras propias experiencias educativas, reconociéndonos como actores de la misma, y siendo coautores de saberes colectivos a partir de las sistematizaciones de diversas experiencias dentro de nuestro propio saber. Nos permite reconocernos como objetos y sujetos de conocimiento identificando que lo que hacemos día a día está enriquecido de enseñanzas que de forma colectiva con nuestros educandos podemos transformar en conocimientos. Desde la mirada de un docente la sistematización debe estar

basada en una actitud flexible que permita que la experiencia nos dote de información para reconstruir lo que hacemos.

5.1.1 Estrategias para el desarrollo de la sistematización

Teniendo en cuenta cada una de las acciones implementadas en la intervención de aula se procede a hacer una sistematización de cada una de las actividades, la cual tiene como objetivo hacer que la docente forje una reflexión de cada una de las construcciones de las explicaciones frente al fenómeno osmótico realizada por sus estudiantes. Además de esto por medio de este trabajo se espera que la reconstrucción de esta práctica por medio de la sistematización permita relacionar nuestra hipótesis de trabajo: ***La descripción, caracterización y explicación de los fenómenos osmóticos hace necesaria la construcción empírica y conceptual de la membrana celular*** con lo acontecido en la intervención de aula. Con esto se busca que la sistematización sea un mecanismo por el cual el rol del docente se reinvente frente a la comprensión de su práctica y por tanto las oriente de forma innovadora y con ello estar preparado para los cambios que a diario debe asumir teniendo en cuenta los cambios de los estudiantes debido a los desafíos de una sociedad fluctuante.

Según Ghiso, (2014), se puede interpretar que la sistematización, se entiende como una estrategia de construcción de conocimiento sobre las prácticas desarrolladas, que mediante ejercicios dialógicos, narrativos y escriturales de recuperación, tematización y de apropiación de las acciones realizadas posibilita relacionar componentes teóricos, técnicos, políticos, éticos y prácticos, para comprender y explicar las necesidades, sentidos, fundamentos, lógicas y aspectos problemáticos que presenta la implementación de una propuesta o proyecto educativo; con el fin de recrear la comprensión sobre el quehacer, además de generar y potenciar un pensamiento estratégico frente a las dinámicas del contexto, que facilite reinventar la experiencia, analizando la identidad cultural y pedagógica presentes en las opciones ético-políticas, en los criterios teóricos y en las apuestas metodológicas que definen y fundamentan el quehacer.

La sistematización no debe confundirse con un simple texto descriptivo de una práctica; una sistematización es una recuperación de una experiencia docente que permite empoderar a todos los sujetos participantes. Por tanto, nos permite cualificar nuestras prácticas y a partir de ellas volverlas a vivenciar para mejorar los procesos que están implicados en la misma. Esto dentro del rol individual de la práctica del docente le permite mejorar su rol, pero además de forma colectiva permite socializar dichas prácticas en función de mejorar la práctica docente a partir de dichas experiencias.

5.2 Interpretación del desarrollo de la intervención de aula Fase

1: Explorando con el cambio de volumen

En esta se puede observar las relaciones que hicieron los estudiantes en cuanto al cambio de volumen o tamaño de los orbes, de manera general mencionaron un crecimiento cuando estos estaban en el recipiente con solo agua y el no crecimiento por el hecho de que estaba depositado en el recipiente de agua con sal, en la figura pintada con esmalte fueron muy pocos los que lograron establecer el esmalte como un límite, algunos reconocieron que esto se debía quizá a que no dejaron secar bien el esmalte, solo algunos notaron que el esmalte impedía el ingreso de agua y que con el paso de los días cuando la capa de esmalte se levantaba en algunas partes estas presentaban un crecimiento, a lo cual ellos denominaron deformidad.

Por otra parte, relacionaron lo observado con la absorción o no absorción de agua dependiente del medio en el cual se encontraba el orbe, concluyendo que la solución de agua con sal impedía la absorción de agua, mientras que en el recipiente con solo agua la figura la absorbía y por esta causa crecía o cambiaba sus características físicas como la textura o el color. Tanto las bitácoras como los vídeos permitieron reconocer las explicaciones que se mencionan con anterioridad.

Tabla 5

Fases de la propuesta

Fases	Intencionalidades	Acciones	Relaciones Establecidas
explorando con el cambio de volumen en objetos	Poner a los estudiantes en una situación de experiencia con relación al cambio de volumen en objetos al ser sometidos a diferentes condiciones	Jugando con orbes (Poner orbes en diferentes medios, y con cubierta de esmalte)	Cambios de volumen en las figuras en relación con la concentración de sustancias en el medio. Cambios de volumen en relación con un límite.
aproximación al fenómeno osmótico	Poner a los estudiantes en situaciones de experiencia en los que reconozcan que la difusión es un fenómeno que se ve afectado por otros factores, en este caso la temperatura. Poner a los estudiantes en una situación con respecto al cambio de volumen en distintos medios haciendo uso de figuras de juguete.	Interactuando con sustancias (medir la velocidad de difusión del azul de metileno en agua a diferentes temperaturas) Explorando con materiales (colocar ositos de goma y bastones de papa en diferentes medios (agua-sal, agua, sin sumergir en ningún medio) para ver cambios)	Establecer cambios en apariencia, textura y volumen en elementos de carácter orgánico en relación con la concentración de sustancias en el medio. Establecer la relación de dichos elementos con su medio y con las características de sí mismos, en función de reconocer el fenómeno como la interacción de varios elementos dentro de un sistema.
asociación de experiencias a fenómenos biológicos y socialización	Permitir que los estudiantes a partir de explicaciones a través de modelos y situaciones problemáticas en torno a l fenómeno osmótico hagan conclusiones propias desde sus experiencias, utilizando información sobre fenómenos biológicos asociados al cambio de volumen como referente.	A partir de textos continuos y discontinuos los estudiantes asocian lo trabajado en las fases anteriores en situaciones problemáticas.	Asociar las experiencias con el funcionamiento celular. Relacionar los cambios de volumen con los medios hipertónicos, hipotónicos, isotónicos.

Fuente propia

Nota: Descripción de las fases de la propuesta de intervención de aula.

Tabla 6

Fase 1 Escritos acción jugando con orbes
registrados en la bitácora

Agrupaciones	registros	descripción hecha por los estudiantes
<p>Variación del volumen/ Cambio de realizados.</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>● Grabaciones y seguimiento a los montajes realizados.</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>“El pulpo en agua se ha <u>agrandado</u>, en agua y sal se <u>ha enchiquecido</u> y con esmalte ha crecido, pero <u>deforme</u>”</p> <p>“en agua el animal aumento su tamaño” en agua <u>creció</u>, en sal <u>no crece</u>”</p>
<p>Textura/ Color</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>Construcción de una narrativa con relación a los cambios</p> <p>● Grabaciones y seguimiento a los montajes realizados.</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>“en agua con sal <u>no creció nada</u>, en agua <u>está muy grande</u>”</p> <p>“el pulpo con pintañas se siente <u>duro y rugoso</u>, el que está en solo agua se siente <u>jugoso</u> y el de sal se siente <u>suave</u>”</p> <p>“con esmalte... no ha cambiado tanto, sus patas se <u>enrollaron</u> y tiene una <u>textura muy dura</u>”</p> <p>“se siente <u>baboso</u>”</p>
<p>Asociaciones con la entrada o salida de agua realizados.</p> <p>Mención del fenómeno de transporte de sustancias u</p>	<p>Construcción de una narrativa con relación a los cambios.</p> <p>● Grabaciones y seguimiento a los montajes realizados.</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>absorción de estas.</p> <p>“para que crezca... la mejor forma de ponerlo es en <u>solo agua</u> porque en agua con sal no tarda mucho en <u>crecer y con esmalte se deforma y se daña</u>”</p> <p>Construcción de una narrativa con relación a los cambios.</p> <p>“el muñeco que tiene sal no ha podido crecer lo cual me hace pensar que <u>la sal no lo deja absorber agua</u>”</p> <p>“<u>disminuyo el agua porque se la absorbió</u>”</p> <p>“el muñeco con agua <u>absorbe</u> el agua, mientras que los demás <u>no absorben tan rápido el agua</u>”</p>
<p>La capa de esmalte como un límite</p>	<p>● Grabaciones y seguimiento a los montajes realizados.</p> <p>● Bitácoras</p>	<p>Mención de un límite o impedimento para el transporte de sustancias u absorción de estas.</p> <p>“<u>con esmalte no ha crecido</u> , pero si ha cambiado, parece en mal estado”</p> <p>Construcción de una narrativa con relación a los cambios.</p> <p>“...El esmalte <u>produjo un encogimiento</u> de las patas <u>hacia el centro</u>”</p> <p>“el esmalte impide el crecimiento...por pocos días”</p>

Relación del medio con el cambio del volumen	<ul style="list-style-type: none"> ● Grabaciones y seguimiento a los montajes realizados. ● Bitácoras 	<p>Mención del medio como factor en la variación del volumen.</p> <p><i>“en agua y sal la figura no cambia su tamaño”</i> <u>“la sal impide el crecimiento normal... es posible que esto se dé al mezclar la sal con el agua”</u></p> <p><i>“el huevo crece más si le hechas aguas sin nada... el cambios. <u>agua con sal impide el crecimiento”</u></i></p> <p><i>“la figura... no creció <u>porque la sal retrasa el crecimiento de esta</u>”</i></p> <p><i>“la sal altera el crecimiento... lo retrasa”</i></p>
	Construcción de una narrativa con relación a los	

Fuente propia

Nota: Descripción de la fase de exploración con respeto al cambio de volumen

En esta primera fase puede observarse que los estudiantes hacen una relación directa entre las características en torno al volumen de los orbes y las características de los medios en los que se hallaban. En relación al desarrollo epistémico hecho en la revisión disciplinar puede verse como una de las preocupaciones iniciales que constituyeron la ósmosis como objeto de estudio era el cambio del protoplasma debido a los medios en los que se podía encontrar la célula.

Fase 2. Aproximación al fenómeno osmótico

En el planteamiento de las hipótesis se ve de manera general que los niños asocian el medio con el cambio de tamaño y apariencia del oso de goma, quizá esto se debe al ejercicio realizado en la fase uno en donde realizaron la descripción de los cambios que sufrió para ese caso el orbe, así mismo, es interesante ver que las hipótesis solo las realizaron para el oso de goma, en ninguna de ellas hacen referencia a los trozos de papa, solo uno de los estudiantes hizo alusión a los dos denominándolos objetos y elementos, sin embargo, no diferenció entre ellos al realizar su hipótesis, esto podría indicar que los estudiantes no diferencian entre las propiedades de un límite respecto a otro al plantear sus hipótesis. Por último, solo uno de los niños asocia la concentración y el medio con un proceso de difusión, se considera que esta apreciación se debe a explicaciones dadas sobre tipos de transporte celular en grados anteriores.

De igual forma como se puede ver , después de las experiencias los estudiantes enriquecen lo descriptivo de las características físicas de los

materiales en un medio determinado y pasaron a hacer relaciones más concretas hacia el fenómeno osmótico, en esta fase los niños utilizan expresiones como pérdida o ganancia de agua, asocian los cambios de volumen a las concentraciones de soluto y de manera superficial logran caracterizar y diferenciar el material utilizado como límite en la experiencia. De igual forma, asumieron las gomas de oso y los bastones de papa como células y construyeron sus explicaciones con base en esto, de esta manera, se aproximaron a la explicación del fenómeno osmótico, de las condiciones en las cuales ocurre y de los factores que inciden para que este suceda como lo es la concentración de solutos, sin que fuese necesario hablar previamente de la membrana celular como se enseña usualmente. En ese sentido, se cumple el objetivo de que la ósmosis se conciba como un sistema de interacción entre tres componentes que son el agua, los solutos y la membrana, si bien, los estudiantes no hacen explícitamente referencia a este si diferenciaron en cada experiencia el límite.

Tabla 4.

Fase 2. Aproximación al fenómeno osmótico

Agrupaciones	Registros	Descripciones hechas por los estudiantes
Caracterización de otras cualidades (color, textura)	Cartilla de laboratorio. Construcciones narrativas	Mención del cambio de apariencia de los materiales <i>“Los solutos cambian algunas propiedades de las sustancias depende cuanto soluto”.</i>
Variación del volumen y su relación con la variación del peso.	Cartilla de laboratorio. Construcciones narrativas	Mención del cambio de volumen, tamaño y peso de los materiales <i>“todo objeto sumergido en agua crece tanto en peso, altura, ancho y diámetro”</i> <i>“en el agua con sal disminuye la cantidad de agua por el peso, ancho en la gomita... y también que aumenta el peso, largo y ancho en el agua porque la gomita absorbe el agua”.</i>
Comparación en el tamaño de los materiales utilizados dulces de goma y tejidos vegetales.	Cartilla de laboratorio. Construcciones narrativas	Mención de las diferencias del cambio de volumen entre un material y otro <i>“en el experimento de las gomitas...en verdad creció la que estaba en el agua normal...disminuyó de tamaño cuando estaba en agua con sal”</i> <i>“La papa que estaba en agua creció y la que estaba en agua con sal disminuyó su tamaño”</i>
Asociaciones con el fenómeno osmótico	Cartilla de laboratorio. Construcciones narrativas	Mención de la osmosis como fenómeno biológico asociado a las experiencias realizadas <i>Osmosis: “Los osos y las papas representan célula, demuestran que con mucho soluto se pierde agua y con poco gana agua”</i>
Asociación de los cambios en los materiales con la concentración de solutos en el medio	Cartilla de laboratorio. Construcciones narrativas	<i>“descubrí o identifiqué que el agua se mueve a donde hay más soluto”</i> Mención del cambio de volumen o tamaño de los materiales usados en relación con el medio <i>“Las variaciones en la papa se deben a las concentraciones de los solutos en los medios que hacen que esta gane o pierda agua”.</i> <i>“dependiendo de la sal el objeto gana o pierde agua”</i> <i>“puedo deducir que si uno le hecha agua, agua con sal y agua azucarada, el objeto puede crecer, estar normal o disminuir su tamaño”</i>
Asociación de la difusión con otras variables como la temperatura y la concentración de solutos.	Construcciones narrativas Vídeos	Mención de la velocidad de difusión en relación a la temperatura y la concentración de solutos. <i>“cuando el agua está caliente la difusión es más rápida”</i> <i>“las moléculas tienen más energía cuando aumenta la temperatura”</i>

Fuente propia

Nota: Resultados de experiencias sobre el fenómeno osmótico en relación a la temperatura y la concentración.

En esta fase se encuentra que los estudiantes hacen una relación de las características de los medios y las características de las sustancias de esos medios en función del desplazamiento del agua. Se observa que existe una relación con lo encontrado en la revisión epistémica ya que muchas de las experiencias iniciales estuvieron encaminadas a mostrar la relación entre sustancias y desplazamiento del agua. Este es el caso de las experiencias de Nolle en las que expuso vejigas de cerdo en contacto con agua y alcohol evidenciando que el agua se desplazaba en dirección a donde se hallaba el alcohol. Asimismo, los estudiantes hacen una relación entre las características de las sustancias y el desplazamiento del agua, así como el reconocimiento de un límite que permite el paso de las sustancias. Al respecto Nolle a partir de su diseño experimental menciona que la vejiga de cerdo permite el paso de algunos componentes e impide la difusión de otros.

Fase 3 Asociación de experiencias a fenómenos biológicos y socialización.

De esta manera describieron algunos fenómenos desde modelos gráficos a partir de la lectura de textos continuos y discontinuos relacionándolos con términos como la plasmólisis, la turgencia, la crenación en relación con medios hipertónicos, isotónicos e hipotónicos. Finalmente, aplican sus propias construcciones desde contextos problémicos en función de las pautas evaluativas de la institución. Los estudiantes establecieron relaciones entre sus explicaciones sobre el cambio de volumen con los medios hipertónicos, isotónicos e hipotónicos, así como relaciones de sus explicaciones con el funcionamiento celular y el transporte de agua a través de la membrana sin la necesidad de hablar previamente de está

Tabla 7

Fase 3. Asociación de experiencias a fenómenos biológicos y socialización

Agrupación	Registros	Descripción
Reconocimiento del gradiente de concentración en función del movimiento de agua.	Actividades de aula, uso de modelos que relacionan lo trabajado de forma experiencial.	“En un medio hipertónico hay muchas sustancias disueltas que se llaman solutos” “La difusión permite que las sustancias pasen a favor de su gradiente de concentración” “ Para que una célula no pierda o gane agua en exceso es mejor que este en un medio isotónico”
Relación entre membrana, agua y solutos en el fenómeno osmótico	Evaluación diagnóstica diseñada por agente externo al trabajo de aula.	Análisis de diversas situaciones en las cuales los estudiantes logran extrapolar sus experiencias a modelos evaluativos tradicionales. Ver anexo

Fuente propia

Nota: descripción de las fases de asociación y resultados obtenidos

6 Producción discursiva

Las condiciones técnicas y teóricas que dan lugar al estudio de la ósmosis se han desarrollado históricamente desde diferentes postulados, en los que inicialmente no había una conexidad entre los propósitos establecidos y los resultados encontrados, pero dada la consecuencia de los experimentos realizados por diferentes teóricos desde el siglo XVIII, con los hallazgos obtenidos, se dio inicio no solo al concepto osmótico, sino también y con el paso del tiempo al de membrana celular. A estos fenómenos no se les ha otorgado una importancia significativa en la enseñanza del área de biología, por lo que se les reconoce solo como referentes de descubrimientos, pero no integrados al proceso de construcción de explicaciones.

Por lo anterior, en este acápite se hará un análisis crítico de los resultados obtenidos en la documentación del desarrollo histórico del fenómeno osmótico y la membrana celular, más adelante se hace una relación de estos elementos biológicos con la práctica pedagógica desde la escuela. En adelante, con ese fundamento, se reconocerá argumentativamente la intervención realizada en el aula de grado sexto del Colegio Anglo Americano y sus efectos en la construcción de explicaciones en los estudiantes.

Las evidencias históricas del fenómeno de la osmosis fueron encontradas al realizar pruebas que no iban en búsqueda de estudiar este fenómeno, dado que los experimentos perseguían intereses diferentes cada uno. De esta manera, los propósitos iniciales emprendidos por diferentes autores buscaron establecer, por ejemplo: los puntos de ebullición, el comportamiento de una misma sustancia separada por una vejiga y/o la influencia mediante la corriente eléctrica, y finalmente, la naturaleza química de las sustancias; así, en el mismo orden de ideas, en su lugar lo que encontraron los teóricos fue: el primero, Abbe Nollet (como se cita en Hinton, 1755), identificó la variación del volumen con relación a la interacción de las sustancias; el segundo, Porret (como se cita en Partington,

1972), relacionó la variación del flujo de una misma sustancia a través de una membrana por acción de una corriente eléctrica, junto a su naturaleza química; y el tercero, Fischer (como se cita en Doumerc, 1881), observó una reacción de óxido-reducción entre el hierro y la solución de cobre, mostrando signos de densidad, polaridad, entre otros, respectivamente.

Lo anterior muestra un acercamiento al fenómeno osmótico, inclusive previo al de membrana celular, lo que en efecto coadyuvó en la elaboración de algunos elementos de la ósmosis. De esta manera, diferentes autores tomaron como base los conocimientos previos. Así, Henri Dutrochet, como se cita en los autores Doumerc (1881), Partington (1972) y Hagendijk (2015), nombró y desarrolló los contenidos del endosmómetro, exosmosis y la endósmosis, a su vez realizó experimentos en los que profundizó en los hallazgos de los anteriores teóricos, analizando variables como la velocidad, la fuerza, la temperatura; igualmente, analizó el fenómeno con diferentes ácidos, como: el ácido oxálico, sulfúrico, clorhídrico, nítrico y sulfhídrico, dando prelación a la interacción de diferentes sustancias respecto de un límite.

Los fundamentos dados por Dutrochet fueron profundizados por: Magnus (como se cita en Doumerc, 1881), con la variación del volumen en relación con la concentración de las sustancias; Vries y Pfeffer (como se cita en Kleinzeller, 1999), con la permeabilidad en relación con el tipo de soluto; finalmente, con Overton (como se cita en Kleinzeller, 1999), desde la diferenciación del volumen en relación con la presión de la solución y la relación entre la membrana celular y la solubilidad de las sustancias.

Sin embargo, en la práctica educativa, los aportes realizados por los teóricos referidos no son tomados en cuenta por los docentes de biología para mejorar sus prácticas de enseñanza y proponer experiencias a los estudiantes, por lo que no se buscan escenarios propicios para la construcción de explicaciones sobre el fenómeno de la ósmosis. Así, habitualmente los experimentos que se hacen en el aula se limitan necesariamente a la enseñanza de la membrana y al

transporte de agua a través de esta para explicar los medios isotónicos, hipertónicos e hipotónicos.

Ahora bien, las evidencias muestran como el constructo de la membrana celular se dio en el momento en el que tuvo relación con el fenómeno osmótico, por tanto históricamente se relacionó con el cambio de volumen: inicialmente con la denominación de “barrera osmótica”, por cuanto delimitaba el protoplasma de las células vegetales con el exterior, según lo estableció Vries en 1871; seguidamente, se le identificó como piel plasmática en 1877, por la capacidad de regular el intercambio de solutos según Pfeffer (como se cita en Kleinzeller, 1999); más adelante, con Overton, que profundizó en que la barrera osmótica es la que presenta una permeabilidad determinada por la capa lipídica del protoplasma, demostrando que existe una relación entre la permeabilidad y la naturaleza química de una sustancia (como se cita en Kleinzeller, 1999); después, con Nägeli en 1885, que distinguió que en la mayor parte de células vegetales había una pared celular de una delgada capa de protoplasma (como se cita en Kleinzeller, 1995); Finalmente, Schwann en 1839 expuso algunas propiedades de las membranas animales y vegetales.

Por lo anterior, se observa que la conceptualización realizada de la membrana celular se dio en términos de configurarla para apoyar la explicación del fenómeno osmótico, lo que en efecto, se buscó establecer más adelante desde todos los modelos construidos de membrana celular; entre ellos el paucimolecular representado por Danielli y Davson, el de membrana unitaria de Robertson, y el de Mosaico fluido propuesto por Jonathan Singer y Garth Nicolson, donde existió una estrecha relación entre los campos de estudio del fenómeno osmótico y la construcción de dichos modelos de membrana. Esto reafirma la hipótesis de este trabajo de grado mostrando como todas las explicaciones alrededor de la ósmosis requieren la construcción empírica y conceptual de la membrana celular.

El modelo de mosaico fluido es el más reconocido para describir la membrana celular, en la escuela se enseña desde una perspectiva estática, en la que por una parte, las características de los fosfolípidos y su posición diferenciada entre porciones hidrofóbicas e hidrofílicas que explican la separación entre el medio interno y externo de la célula, estos son enseñadas en el aula de clase sin relación alguna con el contexto, con un enfoque reduccionista, en el sentido de que la célula se comprende separada del organismo, como si fuese una suma de entidades que funcionan de forma aislada. Por otra parte, las proteínas son conceptualizadas como canales, por los cuales pueden pasar moléculas que son de mayor tamaño y por esa razón no pueden atravesar los espacios entre los fosfolípidos, esto conlleva a que los estudiantes asuman estas estructuras como canales que se mantienen abiertos para el paso de dichas sustancias.

De esta manera se reafirma la necesidad existente de concebir el fenómeno osmótico como un sistema complejo en el cual interactúa el agua, los solutos y la membrana, que como se refirió anteriormente permite la caracterización de estos componentes, para que así se interrelacionen diferentes fenómenos como la presión osmótica, las leyes de la termodinámica, las soluciones, entre otros, con el propósito de enseñar los fenómenos naturales un conjunto de procesos que dan lugar a la construcción de explicaciones y no como algo aislado.

Ahora bien, en el abordaje de los fenómenos que se estudian en el campo académico se encuentra una alta valoración al aprendizaje de conceptos, teorías y fórmulas, en la que se privilegian la respuesta de interrogantes sin procesos analíticos sino con un enfoque de únicamente responder a las exigencias establecidas en las políticas institucionales. Por lo que, la descripción, caracterización y explicación de la ósmosis muestra una necesidad de la construcción empírica y conceptual de la membrana celular, para concebirlo como uno de los elementos que permitió la conceptualización de la célula y la definición de la teoría celular.

Desde un punto de vista del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias naturales ha sido un proceso de desaprender y aprender nuevas estrategias y alternativas de enseñanza en el aula, las cuales se han constituido en un reto para la labor docente que se desarrolla en el CAA. Dentro de esta institución los tiempos con los que se cuenta para el desarrollo de cada temática son muy cortos lo que tuvo gran incidencia en la ruta conceptual seguida, ya que la intervención debió hacerse de forma paralela con la revisión epistémica y los estudiantes realizaron dos de sus experiencias en casa teniendo en cuenta también esta restricción. Sin embargo, a pesar de este limitante logró alcanzarse el objetivo propuesto para el trabajo y además avalarse la hipótesis planteada. Otro factor a tener en cuenta es que este trabajo abre posibilidades a seguir estudiando en torno al transporte de sustancias a través de la membrana no sólo desde el desplazamiento del agua.

Para comenzar, con la profundización en el aspecto disciplinar debe hacerse una mirada crítica desde la historia y la construcción de los fenómenos de la naturaleza como objetos de estudio teniendo en cuenta las condiciones teóricas y experimentales que dieron lugar al mismo; si bien no es tarea sencilla se constituye en un proceso enriquecedor que transforma la práctica del docente cambiando la imagen de ciencia positivista que muchas veces permea su quehacer, buscando trascender en la renovación de dicha práctica educativa en el aula de clase y en general de la escuela.

En el caso de los estudiantes abre nuevas posibilidades en la construcción de sus propias explicaciones potenciando sus capacidades y permitiendo que a partir de sus descripciones logren desarrollar habilidades para comunicar lo comprendido desde su propia mirada conllevando a que construyan su conocimiento. Según Orozco, y otros, (2003), de esta forma se pone de manifiesto que damos un significado y una representación al mundo para poder dar cuenta de éste, y de las vivencias que nos ocurren.

Es importante tener en cuenta que desde la mirada de mi práctica docente este trabajo enriqueció mi posición frente a la enseñanza de las Ciencias, frente a mi labor dentro del aula, ya que al entender la misma como una construcción social me permitió visionar todo tipo de transformaciones que se deben dar en su enseñanza comprendiendo que soy un sujeto de conocimiento al igual que mis estudiantes y que por tanto dentro de la escuela no transmito conocimientos, sino construyó explicaciones con mis estudiantes.

De esta manera, el trabajo que se realizó con la población de sexto generó en los estudiantes diversas maneras de explicar un fenómeno biológico en este caso el osmótico, no solo desde su propia interpretación sino desde herramientas que le ofrece su cotidianidad. Por tanto, según Orozco, et al. (2003), se establece que este tipo de trabajos permite que los educandos fortalezcan todo tipo de habilidades y construyan sus propias explicaciones, desdibujando la mirada trasmisionista que aún se conserva en la escuela de forma general. Estas fases de la intervención, se estructuraron con el fin de permitir a los estudiantes elaborar un pensamiento propio y enriquecido desde sus propias experiencias lo que se tradujera en la comprensión de dicho fenómeno desde sus propias miradas.

Por tanto, este trabajo generó alternativas y aportes para los estudiantes de grado sexto del Colegio Angloamericano, haciendo uso de la experiencia, de su cotidianidad y de las representaciones de lo que conocen. Mediante esta intervención de aula, se concluye que no necesariamente van en contraposición de los currículos de Ciencias y de los estándares de educación ya que a pesar de que la intervención se aleja de los parámetros del colegio donde se trabajó, los resultados en términos de competencias fueron sobresalientes midiéndolos desde las herramientas de evaluación del mismo. Esto nos permite reflexionar acerca de nuestras prácticas ya que en diversas ocasiones manifestamos que lo que hacemos dentro del aula se nos impone desde las políticas educativas y por ende se convierte en un obstáculo de transformación de nuestro quehacer, por ello no generamos estrategias que permitan un cambio en la dinámica del aula

imposibilitando a nuestros educandos una construcción propia de su conocimiento. Sin embargo, lo encontrado en los procesos evaluativos del colegio Angloamericano con respecto al aprendizaje del fenómeno osmótico contradice esta mirada, ya que se evidencia como los estudiantes desde una construcción propia y desde una transformación de la enseñanza memorística a un aprendizaje mediado por sus experiencias pudieron dar cuenta del objeto de estudio dando cuenta del mismo desde evaluaciones tipo saber. (Ver anexo pruebas estandarizadas).

Referencias Bibliográficas

- Audesirk, T., Audesirk, G., y Byers, B. (2008). *Biología: La vida en la tierra*. México: Pearson.
- Avila , A. (s.f.). *Fisicoquímica I*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Bacherlard, G. (1978). *Conocimiento común y conocimiento científico*. En G. Bacherlard, *El racionalismo aplicado*. Buenos Aires: Paidós.
- Becker, W. (2006). *El mundo de la célula*. Alhambra: Pearson.
- Cristina (2010). *Biología celular*. [Blogs], obtenido de Modelo de membrana: <http://biologiadelmaestria2010.blogspot.com/2010/11/modelo-demembrana.html>
- Böddeker, K. (2018). *Liquid Separations with Membranes. An Introduction to Barrier Interference* (2 ed.). Hamburg, Germany: Springer. doi.org/10.1007/978-331997451-4
- Bolard, J. (2012). *L'osmose et la vie selon Dutrochet*. Bibnum. Recuperado de: <http://journals.openedition.org/bibnum/508>
- Colegio Anglo Americano. (Mayo de 2019). *Resultados ICFES*. Recuperado de: <https://www.angloamericanobogota.edu.co/icfes.php>
- Campbell , N., & Reece, J. (2004). *Biología*. Madrid: Editorial médica panamericana.
- Castro, A., & Ramírez, R. (2012). *Docentes vs. estudiantes. Contradicciones en la enseñanza de las ciencias naturales para el desarrollo de competencias científicas*. *Revista Interamericana de Educación y Pedagogía* , 5(1), 43 - 64.
- Davidson , A. (1934). *A simple presentation of the concepts of osmosis, osmotic pressure, and osmotic work*. *Journal of Chemical Education*, 499 - 502.
- Deamer, D., Kleinzeller, A. y Fambrough, D. (1999). *Membrane permeability: 100 years since Ernest Overton* . California: Academic Press.

- Doumerc, E. (1881). *Étude sur l'osmose des liquides ou point de vue historique, physique et de ses principales applications*. Bordeaux: Gounouilhou.
- Espinosa, G. (Julio-diciembre de 2017). La escuela no es una empresa, ni la educación un negocio. *Praxis pedagógica* (21), 65-78.
- Ferreirós, J., y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 47- 86.
- Flores, E. (2017). Un fundamento teórico sobre los datos: Aporte para la reflexión epistemológica en el laboratorio didáctico de ciencias. *Investigações em Ensino de Ciências*, 22(2), 17-32. doi:10.22600/1518-8795.ienci2017v22n2p17
- François J. (1974) *La lógica de lo viviente y la historia de la biología*, 61-69.
- Giordan, A. y Gagliardi, R. (1986). La historia de las ciencias: Una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 253 - 258.
- Giordan, A., Raichvarg, D., Drouin , J.-M., Gagliardi , R. y Canay , A. (1988). *Conceptos de biología. 1 La respiración. Los microbios. La neurona*. Madrid: Labor S.A. .
- Gómez, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas escolares. *Educación y pedagogía*, 18(45), 73 - 83.
- GUNNING, B.E.S.; STEER, M.W. 1996. *Plant cell biology: Structure and function*. Jones and Bartlett ediciones, Sudbury, MA. 130p.
- Guijarro, M. V. (2001). *Petrus Van Musschenbroek y la física experimental del siglo XVII*. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.
- Hagendijk, T. (2015). *Transcending the margins. The discovery of osmosis and ensuing controversy (1820s - 1840s)*. Rotterdam: Utrecht University.
- Hernández, L. (2014). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 68-82.
- Hinton, J. (1755). *Universal Magazine for Knowledge and Pleasure*. Universal Magazine for

- Knowledge and Pleasure, 16, 1-330. Obtenido de <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=nyp.33433081663399&view=1up&seq=85>
- Izquierdo, M. (1994). ¿Cómo contribuye la historia de las ciencias en las actitudes del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias? Aula de innovación educativa .
- Khun, T. (1988). Tensión esencial. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Kleinzeller, A. (1995). The postulate of the cell membrane. En A. Kleinzeller, A History of Biochemistry: Exploring the cell membrane pp. 27- 90. Amsterdam: Elseiver.
- Kleinzeller, A. (1999). Charles Ernest Overton's Concept of a Cell Membrane . En A. Kleinzeller, D. Fambrough, & D. Benos, Current topics in membranes, membrane permeability 100 years since Ernest Overton pp. 1-18. California: Academic Press.
- Larrosa, J. (2011). Experiencia y alteridad en educación, pp.13 - 44.
- Latorre, R. (1996). Biofísica y fisiología celular. Universidad de Sevilla .
- Levine, I. (2014). Principios de fisicoquímica . México: Mc Graw Hill.
- Malagón, S., Ayala, M. y Sandoval, O. (2011). El experimento en el aula. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Marzábal , A., Merino, C. y Rocha, A. (2013). El obstáculo epistemológico como objeto de reflexión para la activación del cambio didáctico en docentes de ciencias en ejercicio.
Revista electrónica de investigación en educación en ciencias, pp.70-83.
- Maturana , H. (2001). Emociones y lenguaje en educación y política. Dolmen Ensayo.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2006). Estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. Ministerio de Educación Nacional .
Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Derechos básicos de aprendizaje. Ministerio de Educación Nacional, Colombia. Recuperado de http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Natural

[es.pdf](#)

- Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2018). La calidad educativa en Colombia sigue avanzando. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá. D.C.: Mineducación. Recuperado de: <https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-printer-364324.html>
- Nelson, P. (2017). Osmosis and thermodynamics explained by solute blocking. *European Biophysics Journal*, pp. 59-64.
- Niño, N., y Pedraza, N. (2015). Construcción de explicaciones en clase de ciencias: la experiencia en el humedal el burro. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Partington, J. (1972). *A history of chemistry* (Vol. 4). Londres: The Macmillan Press.
- Popham, J. (1999). ¿Por qué las pruebas estandarizadas no miden la calidad educativa? *Educational Leadership*, 56(6).
- Pozo, & Crespo. (1998). Enfoques para la enseñanza de la ciencia.
- Requena, A. (01 de Mayo de 2016). Academia de Ciencias de la Región de Murcia. Obtenido de Experiencia y experimentos: <https://www.um.es/acc/experiencia-y-experimentos/>
- Richards, R. (1979). Chemical Potential and Osmotic Pressure. *Journal of Chemical Education*, 579.
- Ruiz, O. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1341/134112600004.pdf>
- Sandoval, S. (2008). La comprensión y construcción fenomenológica: una perspectiva desde la formación de maestros de ciencias. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- SEP. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. En *Teoría y práctica curricular de la educación básica*. Mexico: Dirección General de Desarrollo Curricular.

Solaz, P. (2010). LA naturaleza de las ciencias y los libros de texto de ciencias: Una revisión.

Educación XXI, pp. 65-80.

Spinelli, M., Morales, C., Merino, C., y Quiroz, W. (2016). Realist ontology and natural processes: a semantic tool to analyze the presentation of the osmosis concept in science texts. *Chemistry Education Research and Practice*, pp.646-655 .

Timberlake, K. (2011). *Química. Una introducción a la química general, orgánica y biológica* (10 ed.). Madrid , España: Pearson.

Universidad Pedagógica Nacional de Colombia . (s.f.). Universia. Obtenido de Maestría En Docencia de las Ciencias Naturales - SNIES 90608 Universidad Pedagógica Nacional, Recuperado de: <https://www.universia.net.co/estudios/universidadpedagogicanacional/maestria-docencia-ciencias-naturales-snies-90608/st/244800>

Valencia , S., Méndez , O., y Jiménez , G. (2008). ¿Enseñanza de las ciencias por disciplinas o interdisciplinariedad en la escuela? *Tecné, Episteme y Didaxis* , pp. 78 - 88.

Valencia, S. (2006). Los saberes de la representación, o de cómo imaginar la escuela. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 1-10. Obtenido de <http://www.aufop.com/aufop/home/>

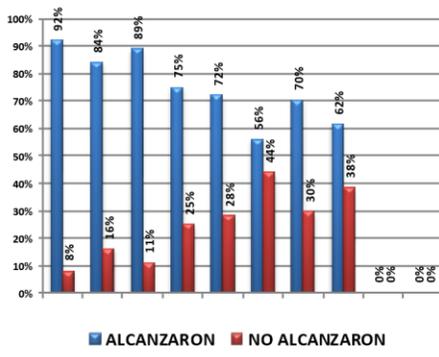
Valencia, S., Orozco , J., Méndez , O., Jiménez , G., y Garzón , J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 29 - 42. doi:<https://doi.org/10.17227/ted.num14-5574>

Van de Velde, H. (2008). *Sistematización*. Volens América.

Vargas , M., Méndez , O., Jiménez , G., Sandoval , S., Ariza , É., Pedreros Rosa, . . . Valencia Steiner. (2018). Panorama de la formación posgradual de docentes en ciencias naturales. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis (Extraordinario)*.

ANEXOS

	COLEGIO ANGLO AMERICANO PROYECTO FORJADOR DE VALORES PARA UNA NUEVA SOCIEDAD INFORME DE RESULTADOS DE EVALUACIONES				
Código: FA.F.55	Versión: 09	Fecha: 20/12/16	Páginas: 2		
TIPO DE EVALUACIÓN:	DIAGNÓSTICA <input checked="" type="checkbox"/>	POR NECESIDAD <input type="checkbox"/>	OTRO: <input type="checkbox"/>		
DEPARTAMENTO:	Ciencias Naturales y Educación ambiental	ASIGNATURA:	Biología		
PROFESOR:	Ana Maritza Forero	CURSOS:	A-B-C-D		
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
PROFESOR:		CURSOS:			
INDICADORES DE LOGRO	Explica los factores que pueden afectar un proceso biológico. Compara fenómenos de la naturaleza, sus variables y los relaciona con los conceptos teóricos. Compara los resultados a partir de la pregunta problema para llegar a conclusiones válidas.				
RESULTADOS Y VALORACIÓN					
CURSO/ ENFASIS	EST. QUE ALCANZARON LA MAYORÍA DE LOS LOGROS		EST. QUE NO ALCANZARON LA MAYORÍA DE LOS LOGROS		ESCALA INSTITUCIONAL
	N°	%	N°	%	
A	23	92%	2	8%	SUPERIOR
B	21	84%	4	16%	ALTO
C	24	89%	3	11%	SUPERIOR
D	17	75%	9	25%	BÁSICO
E	18	72%	7	28%	BÁSICO
F	14	56%	11	44%	BAJO
G	19	70%	8	30%	BÁSICO
H	16	62%	10	38%	BÁSICO
TOTAL	152	75%	54	25%	



Curso/Enfasis	Alcanzaron (%)	No Alcanzaron (%)
A	92%	8%
B	84%	16%
C	89%	11%
D	75%	25%
E	72%	28%
F	56%	44%
G	70%	30%
H	62%	38%
TOTAL	75%	25%

* Diseño de la prueba según Coordinación Académica:

* Fecha de evaluación diagnóstica: 28 DE JULIO Fecha de evaluación por necesidad:

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS RESULTADOS					
Indagación: Los estudiantes reconocen las hipótesis más acertadas frente a una situación experimental, identifican las conclusiones de los mismos, y el título más apropiado (Pregunta 5-7-9). Se evidencia avance en el reconocimiento de variables y fenómenos de causalidad (PREGUNTA 16). Explicación de fenómenos: A partir de lecturas de contexto se muestra que logran extraer la información relevante para dar solución a la pregunta problema (Pregunta 12).					
Uso comprensivo del conocimiento científico: Identifican con claridad las causas que origina un huracán (PREGUNTA 1). Relacionan los fenómenos que se dan en las células en medios con diversas concentraciones de solutos. Identifican las diferencias en las consecuencias de la ósmosis en células animales y vegetales.					
DIFICULTADES:	Uso comprensivo del conocimiento científico: Se evidenció dificultad para reconocer las relaciones entre las estructuras de la membrana celular y su funcionamiento. (PREGUNTA 11). Los estudiantes no reconocen los factores que posibilitan los fenómenos de división celular... (PREGUNTA 18). Explicación de fenómenos: Se les dificulta el diseño de preguntas problemas a partir de gráficos de resultados en relación al proceso de mitosis. No reconocen los colectores que facilitan la disposición de desechos en el laboratorio.				
Teniendo en cuenta las características de estos grupos se hace necesario que se sigan trabajando los análisis de gráficos que posibilite a los estudiantes la elaboración de descripciones de las mismas, fortaleciendo su capacidad para reconocer fenómenos de causalidad entre diversas variables. Además de ello se propone hacer uso de plataformas virtuales que semanalmente le permitan al estudiante un trabajo autónomo adicional teniendo en cuenta que por su edad son más visuales. Por optimización de los tiempos se puede trabajar las correcciones sin centrar la mirada al reconocimiento de la competencia de cada pregunta, ni a la construcción de tablas. Debe fortalecerse el manejo de vocabulario científico.					
RECOMENDACIONES:					

Resultados pruebas estandarizadas

EJERCICIO DE JUSTIFICACION		
SEXTO/ SEGUNDO BIMESTRE/ 2019		
Estudiante: <u>Antonia Millán Serna</u>	Curso: <u>6E</u>	Fecha: <u>Abril 23/2019</u>
Indicadores de logro:		
• Identifica las características de un proceso biológico		
Tiempo previsto: <u>20 minutos</u>	Elaboró: <u>Maritza Forero</u>	

1. Con las siguientes palabras elabora un párrafo de 8 renglones para explicar qué ocurre cuando introduces el objeto en cada uno de los recipientes.

Frasco 1: Agua, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo.

Frasco 2: Agua, sal, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo.

Frasco 1

Frasco 2

Si se deja un objeto (osito de goma) en agua corriente por cierto tiempo, las moléculas de agua que se encuentran en el exterior (frasco) se transportan a la superficie e interior del osito ya que este tiene más solutos que el ambiente y el agua siempre se atrae al objeto con más solutos. Así que el osito aumenta su tamaño.

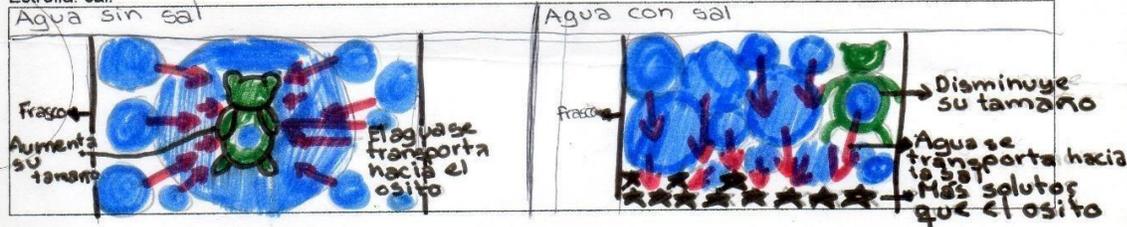
Si se deja un objeto (osito de goma) en agua con sal por cierto tiempo, el agua en el interior del osito, la superficie del objeto y el agua en el exterior, se transportan a la sal ya que esta tiene más solutos que el objeto y el agua se atrae al objeto con más solutos. Así que el osito disminuye su tamaño.

2. Elabora una representación gráfica para explicar cómo ingresa o por qué no ingresa el agua en cada uno de los objetos, puedes utilizar símbolos como los siguientes para cada uno de los elementos que quieras representar:

Objeto: Caimán, Goma de oso, Rebanada de papa

Círculo azul: agua

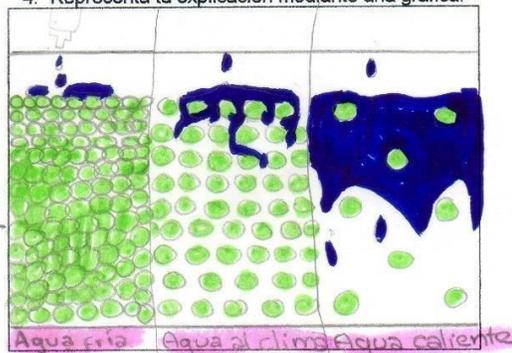
Estrella: sal.



Explica qué sucede para que el tinte se difunda en el agua, y cómo se ve afectado esto por la temperatura. La velocidad en la que se difunde el tinte se ve afectado por la temperatura porque por ejemplo, el tinte se difunde rápidamente en el agua caliente porque al estar cerca de evaporarse, esta tiene sus partículas separadas facilitando la entrada del tinte.

4. Representa tu explicación mediante una gráfica.

● = Átomos de agua
● = Azul de metileno



5. Explica por qué el objeto que estaba cubierto con esmalte no aumento tanto su tamaño, como si lo hizo el objeto que estaba sin esmalte, y en agua corriente?

El objeto cubierto con esmalte no aumenta en tamaño porque el esmalte crea una capa protectora que impide la entrada o salida del agua al objeto. En cuanto a el objeto sin esmalte, sucede lo mismo que en el punto 1, frasco 1.

Estudiante: Sofía Córdoba Herrera

Curso: 6^ºA

Fecha: Abril 23

Indicadores de logro:

- Identifica las características de un proceso biológico

Tiempo previsto: 20 minutos

Elaboró: Maritza Forero

1. Con las siguientes palabras elabora un párrafo de 8 renglones para explicar qué ocurre cuando introduces el objeto en cada uno de los recipientes.

Frasco 1: Agua, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo.

Frasco 2: Agua, sal, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo.

Frasco 1

En este frasco solo hay agua al colocar el objeto en la superficie de esta, con el tiempo se puede evidenciar un gran crecimiento a causa de que este objeto absorbió el agua que en su interior permitió que tuviera un tamaño mucho más considerable. El agua se transportó al interior del objeto.

Frasco 2

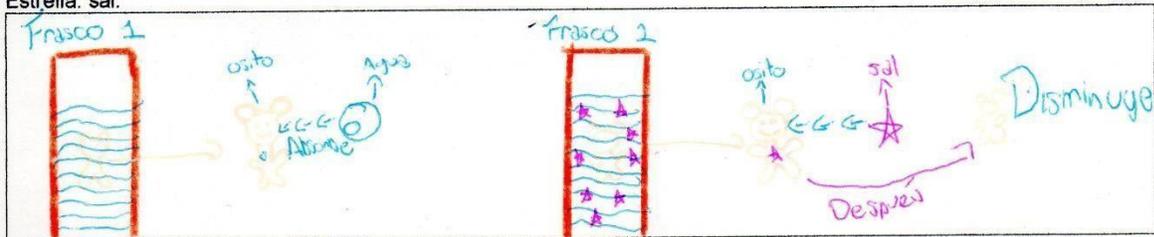
En este frasco hay agua con sal, al colocar el objeto en la superficie de esta mezcla, con el tiempo disminuyó un poco el tamaño, en la superficie del objeto ya no se puede evidenciar la sal, esta retiene el crecimiento, por lo tanto el interior del objeto no se ve afectado. El agua se transportó desde el objeto hacia el frasco.

2. Elabora una representación gráfica para explicar cómo ingresa o por qué no ingresa el agua en cada uno de los objetos, puedes utilizar símbolos como los siguientes para cada uno de los elementos que quieras representar:

Objeto: Caimán, Goma de oso, Rebanada de papa

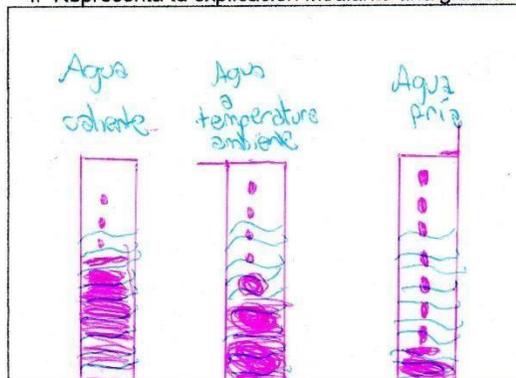
Círculo azul: agua

Estrella: sal



Explica qué sucede para que el tinte se difunda en el agua, y cómo se ve afectado esto por la temperatura. A mayor temperatura el tinte se difunde más rápidamente, y a menor tarda más en difundirse. En cambio en temperatura ambiente el tinte se disuelve a un tiempo medio.

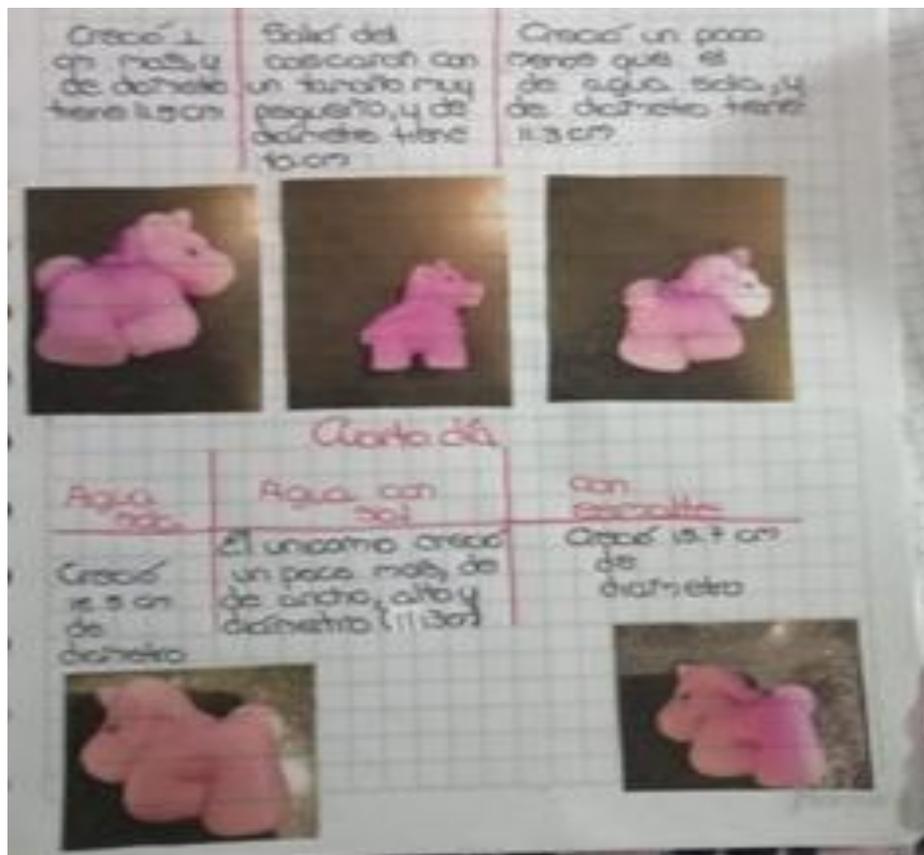
4. Representa tu explicación mediante una gráfica.



5. Explica por qué el objeto que estaba cubierto con esmalte no aumentó tanto su tamaño, como si lo hizo el objeto que estaba sin esmalte, y en agua corriente?

Ya que al cubrirlo con esmalte el objeto recibe una especie de escudo que no permite que el agua pueda ingresar a este objeto.







Segundo día

Agua solo	Agua con sal	con esmalte
No ha aumentado en tamaño	Abrió el cascarón por la ranura	Abrió el cascarón, y salió de color morado y rosado





No puedo vivir sin agua y nunca me lleva al mar porque moriría

Lu 201 no absorbe el agua. Dejenlo que muera

Luisa fue llevada ante las autoridades de este nuevo planeta para explicarles por qué no puede hacer lo que desea. ¿Luisa necesita tu ayuda? ¿Qué razones les darías?

1. Porque el pez respira el oxígeno que está en el agua.

2. Porque en el mar hay sal y al meterlo la sal absorbe el agua y el pez se deshidrata.

¿Qué procesos biológicos se están realizando en cada uno de los experimentos? ¿Qué representan los osos y las papas en el experimento?

En el primero fue difusión (gotas metileno)

En el segundo fue osmosis (osos y papas)

¿A qué se deben las variaciones de la papa en las diferentes concentraciones de Sal?

Que cuando hay muchas solutos se pierde agua con menos solutos se gana mas agua

Solutos en el medio que esta expuesta la célula

Antes de ingresar al laboratorio diligencia los siguientes espacios...

Pregunta problema.

¿Qué cambios se pueden observar en los osos con agua y sal que en los osos de agua corriente?

Hipótesis. Plantea tu propia hipótesis, la cual es la respuesta a la pregunta problema y será sometida a prueba a partir de la práctica a realizar.

que los osos en agua con sal pueda que no crezcan más que en los de agua corriente si crecen.

Colecta y Registro De Datos. Los científicos deben llevar registros detallados de las observaciones de sus experimentos, dicha información recibe el nombre de datos.

Tabla 1.	COLOR	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)	PROFUNDIDA D (cm)	PESO
ANTES	rojo	2,5 cm	1 cm	1,3 cm	3g
Agua Corriente (1)	w "	2,5 cm	1 cm	1,3 cm	3,4g
Agua Salada (2)	w "	2,2 cm	1 cm	1 cm	2,7g
Sin agua (3)	w "	2,5 cm	1 cm	1,3 cm	3g

1. Con las siguientes palabras elabora un párrafo de 8 renglones para explicar qué ocurre cuando introduce el objeto en cada uno de los recipientes

Frasco 1: Agua, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo

Frasco 2: Agua, sal, objeto, transporte, interior, exterior, superficie objeto, tiempo.

Frasco 1

Frasco 2

En el frasco 1, cuando se introduce el objeto en el interior de este lentamente, el objeto que es un cubo de agua y lo sacamos al mismo tiempo que el objeto 2. Después de 10 minutos lo transportamos al exterior del frasco, podemos observar que la superficie del cubo está pegajosa y que ha crecido su tamaño porque se está quemando.

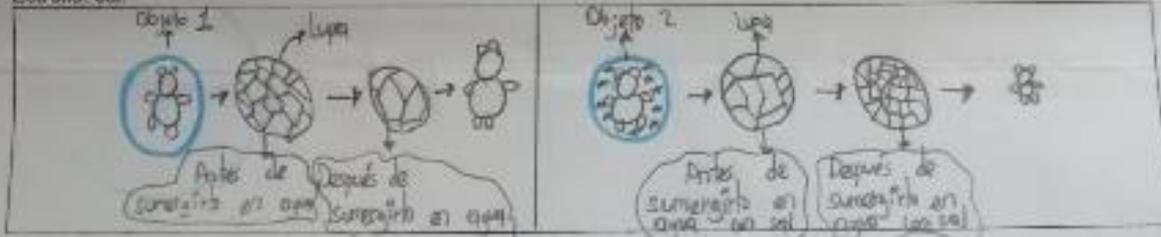
En el frasco 2, primero se introduce el objeto en el interior, luego se sumerge al mismo tiempo que el 1. Después de 10 minutos cuando lo transportamos al exterior, se puede observar que en la superficie se ve pegajosa y un poco más pequeña porque perdió agua debido a la sal.

2. Elabora una representación gráfica para explicar cómo ingresa o por qué no ingresa el agua en cada uno de los objetos, puedes utilizar símbolos como los siguientes para cada uno de los elementos que quieras representar.

Objeto: Caimán, Goma de oso, Rebanada de papa

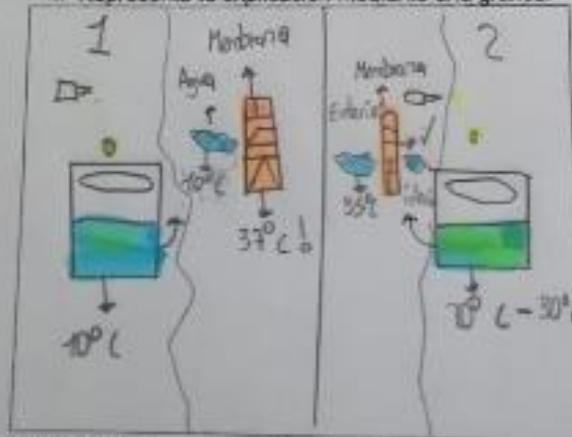
Círculo azul: agua

Estría: sal



Explica qué sucede para que el tinta se difunda en el agua, y cómo se ve afectado, esto por la temperatura. Esto se ve afectado porque en menor temperatura no se difunde tan rápido como en mayor temperatura que se difunde más rápido.

4. Representa tu explicación mediante una gráfica.



Algunas de las preguntas de investigación e hipótesis planteadas por los estudiantes fueron:

“¿Qué ocurre con los osos de goma si los colocamos en diferentes vasos con diferentes concentraciones? Si colocamos los osos de goma en diferentes concentraciones entonces podríamos ver cambios en la altura, profundidad y ancho del oso”
Sebastián Medina

*“¿el tamaño cambiara según el medio en el que se encuentren?
El medio si cambiara el tamaño”*
Sebastián Castellanos

*“¿Cuáles son los efectos de soluto en diferentes ambientes controlados?
Se puede cambiar el color, la altura, ancho, profundidad, pesos según el ambiente y la cantidad de solutos”*

Marcela Montañez “¿Qué cambios se pueden observar en los osos con agua y sal que en los osos de agua corriente?”

Que los osos en agua con sal pueda que no crezcan más que los de agua corriente si crezcan.” Sofía Plaza “¿Las diferentes concentraciones y ambientes de solutos en cada uno de los procedimientos a realizar en el

laboratorio afectan el proceso de difusión?”

Si las concentraciones y ambientes de solutos son diferentes entonces el proceso

de difusión cambia en cada uno de los procedimientos” Jacobo Coronado “¿Qué cambios sufren los diferentes objetos al mezclarlos con distintas sustancias? (sal, azúcar, temperatura, colorante, agua)

Se pueden identificar cambios, puede que los elementos queden iguales y se

pueden observar reacciones solo en algunos elementos.”