

REFLEXIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS: DISEÑO DE UNA
SECUENCIA DIDÁCTICA UNA APROXIMACIÓN A LOS FENÓMENOS DE
SUPERFICIE MEDIADA POR LA HISTORIA DE LA QUÍMICA

Katherin Gissell Morales Fuentes

Silvia Leonor Álvarez Villa

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA QUÍMICA

Bogotá, D.C. – 2022

REFLEXIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS: DISEÑO DE UNA
SECUENCIA DIDÁCTICA UNA APROXIMACIÓN A LOS FENÓMENOS DE
SUPERFICIE MEDIADA POR LA HISTORIA DE LA QUÍMICA

Katherin Gissell Morales Fuentes

Silvia Leonor Álvarez Villa

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de
Licenciada en Química

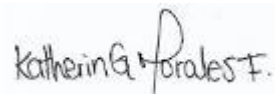
Director:

MSc. Diego Alexander Blanco Martínez

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA QUÍMICA
Bogotá, D.C. – 2022

Este trabajo sin duda alguna es el resultado de años de esfuerzo, se lo dedicó a la mujer que me formó como persona, que me entregó su amor incondicional y me enseñó que se debe soñar y trabajar para lograrlo, mi abue Maye; además a mis hijos Danilo y Valeria, quienes son el motor de mi vida, y en quienes veo el orgullo cuando dicen mi mamá es profe.

Me gustaría agradecer en estas líneas; en primer lugar, a Dios por la vida, a mis padres por su apoyo incondicional, a mis hijos, Danilo y Valeria, por no dejarme rendir en esta aventura, a mis hermanos y mi familia por estar siempre. Así mismo a mis compañeros por compartir estos años y acompañarnos en cada traspasada y risa, a Silvia la amiga que me regaló la universidad y con la que descubrí que juntas somos imparables; y cerrando con los profesores que me formaron en cada etapa, que se convirtieron en un ejemplo profesional y especialmente al profesor Diego Blanco, quien nos aguantó este tiempo, nos guio y nos enseñó a creer en que somos capaces de lograr todo lo que nos proponemos.

A handwritten signature in black ink that reads "Katherin G. Morales F." The signature is written in a cursive style with a large initial 'K'.

Katherin Gissell Morales Fuentes

Quiero dedicar este trabajo de grado a cada una de las personas que han sido una fuente constante de apoyo y motivación a lo largo de esta travesía. Este logro no hubiera sido posible sin el amor, el apoyo y la confianza de mi familia, mis padres, mi esposo y mi hija. Les agradezco de todo corazón y espero que este trabajo sea un tributo a su amor y dedicación.

Quiero agradecer a mis padres, quienes desde siempre han sido mi mayor inspiración y motivación, gracias por su amor incondicional y por ser el pilar fundamental en mi formación académica y personal. A mis hermanos que entre burlas y risas me mostraban su confianza y determinación de que cuando me propongo puedo lograr lo inalcanzable. A mi esposo, por su paciencia, comprensión y por estar siempre a mi lado en los momentos más difíciles, gracias por ser mi compañero de vida y por alentarme a perseguir mis sueños. A mi amada hija Salomé, quien me ha enseñado el valor de la dedicación y la perseverancia, gracias por ser mi motor y por hacer de cada día una experiencia única e inolvidable. Por otro lado, a mis compañeros que los días que más frustrada y cansada me vieron, me brindaron un apoyo para no desfallecer, A TI Kathe por querer compartir este camino a mi lado. A cada uno de los profesionales que aportaron para formarme y en especial a los que marcaron mi camino para dar lo mejor de mí siempre y ejemplo para el profesional que aspiro llegar a ser, por último, al profesor Diego que sin cansancio ni duda siempre confió en nuestras habilidades y nos alentó para no darnos nunca por vencidas.

Silvia Álvarez Villa

Silvia Leonor Álvarez Villa

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	8
INTRODUCCIÓN	9
JUSTIFICACIÓN.....	12
ANTECEDENTES.....	14
MARCO REFERENCIAL	18
Enseñanza y didáctica de la química	18
Secuencia didáctica	19
Fenómenos de superficie	22
Tensión superficial	24
Adsorción	25
Cohesión y adhesión.....	27
Evolución histórica de los fenómenos de superficie	29
DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	34
Elementos de la historia de la ciencia en la enseñanza de fenómenos de superficie	35
OBJETIVOS.....	36
Objetivo general	36
Objetivos específicos	36
METODOLOGÍA	37
Enfoque.....	37
Tipo de investigación.....	37
Diseño de investigación	38
Proceso de investigación	39
Técnicas e instrumentos para la recolección de la información	39
Fases de la investigación	40
Evaluación de la secuencia.....	41
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	42

Evaluación de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química	42
Diseño de una secuencia didáctica.....	46
Actividad 1	47
Actividad 2	48
Actividad 3	50
Actividad 4	51
Actividad 5	54
CONCLUSIONES	55
Recomendaciones	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS.....	61
Anexo 1.....	61
RUBRICA EVALUADORES JUCIO DE EXPERTOS.....	61
Anexo 2.....	68
SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA INICIAL	68
Actividad 1 – Foro diferenciación conceptos de adsorción y absorción.....	69
Actividad 2: Evolución histórica de los fenómenos de superficie.....	70
Actividad 3: Plenaria.....	73
Actividad 4: Experimento tensión superficial de Agnes Pockels adaptado.....	74
Actividad 5: Reconstrucción a la actualidad de la carta de Agnes Pockels.....	75
Anexo 3.....	77
SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA FINAL.....	77
Actividad 1 – Introducción a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción	78
Actividad 2: Hitos históricos de los fenómenos de superficie	81
Actividad 3: Experimentando.....	88
Actividad 4: ¿Cómo aplicar los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales?	91
Actividad 5: Proyecto de innovación.....	94
Anexo 4.....	96
EVIDENCIAS PILOTAJE	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Actividades de la secuencia didáctica.....	20
Figura 2: Modelo didáctica de planeación didáctica.....	22
Figura 4: Adsorción, tipos de surfactantes	26
Figura 5: Cohesión y adhesión.	28
Figura 6: Perspectiva para abordar la historia de la ciencia en la educación científica.....	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Objetivos de las actividades de la secuencia didáctica.....	68
Tabla 2: Matriz evaluación actividad 1.....	69
Tabla 3: Matriz evaluación actividad 2: Evolución histórica de los fenómenos de superficie.	72
Tabla 4: Matriz evaluación actividad 3: Plenaria.....	73
Tabla 5: Matriz evaluación actividad 4.....	74
Tabla 6: Matriz evaluación actividad 5.....	75
Tabla 1: Actividades y sus objetivos dentro de la secuencia.	77
Tabla 2: Matriz evaluación actividad 1.....	80
Tabla 3: Matriz evaluación actividad 2.....	88
Tabla 4: Matriz evaluación actividad 3.....	90
Tabla 5: Matriz evaluación actividad 4.....	93
Tabla 6: Matriz evaluación actividad 5.....	95

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Brown, LeMay, Bursten y Murphy (2009) “La química es la ciencia que se encarga del estudio de la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia, así como de las reacciones químicas que tienen lugar entre las sustancias. La química se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, desde la elaboración de productos farmacéuticos hasta la producción de materiales y energía. La investigación química también es importante en el desarrollo de nuevas tecnologías y en la solución de problemas ambientales y de salud.” (p. 2). Queda en evidencia el amplio campo de esta ciencia. Día a día, las personas están inmersas en una gran cantidad de acciones que se relacionan de forma directa o indirecta con esta disciplina. Desde que cepillan sus dientes, preparan un tinto y utilizan un lápiz para realizar una anotación. Sin embargo, para muchos hombres y mujeres lo anterior pasa desapercibido.

Parte del problema radica en la apreciación que se tiene de la química a nivel social ya que se le considera, al igual que la física y las matemáticas, una de las materias más “difíciles”, tanto que, históricamente, se han denominado las “tres marías”. En este orden de ideas, Quijano y Navarrete (2022) señalan:

Sobre los aspectos encontrados, que actúan como barreras frente a la comprensión de la química se hallan: (1) Desconocimiento de los estudiantes sobre la importancia de la química en la vida académica, personal y profesional, (2) Desconcentración en clases, debido a que los contenidos de la química son considerados repetitivos y excesivos, (3) Falta de estrategias didácticas que logren motivar e interesar a los estudiantes por aprender, (4) Uso de contenidos extensos y con poca interacción animada, (5) Clases monótonas y repetitivas (P. 2).

Lo anterior obliga a una especie de reingeniería en la práctica docente. De allí la necesidad de innovar de manera permanente en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Bajo esta perspectiva, resalta en el contexto de la química, la denominada química inorgánica. Nyholm (1956) la definió como “el estudio integrado por la formación, composición, estructura y reacciones de los elementos químicos y sus compuestos exceptuando la mayoría de los del carbono” (p. 341). Un campo amplio, pero, de mucha relevancia sobre todo en el campo de la industria. La validación de esta fue realizada en el año 2007, cuando la Academia Sueca otorgó el Nobel de Química a Gerhard Ertl. De acuerdo con el Comité del Nobel (2007):

El químico alemán ha sido galardonado por descubrir cómo utilizar distintos métodos experimentales para obtener un cuadro completo de una reacción química sobre las superficies. Según destacó la Academia, estos métodos

son de especial relevancia en la industria química y ayudan a comprender procesos tan distintos como la oxidación del hierro, el funcionamiento de las células de combustión o el del catalizador en el automóvil (Diario La Vanguardia, 2007, p. 1).

En este marco contextual, al profundizar en el tema de los fenómenos de superficie de acuerdo con Bautista et al. (2018) “La química física de superficies consiste fundamentalmente en el estudio químico físico de las interfases derivadas de las tres fases de la materia: sólido, líquido y gas” (p. 4). De esta manera las reacciones consideradas se visualizan en fenómenos tales como corrosión, lubricación, catálisis heterogénea, sistemas coloidales y procesos electroquímicos, entre otros.

Los fenómenos de superficie están implicados en una gran cantidad de procesos físicos y químicos que se producen día a día, no solo a nivel industrial, sino en gran cantidad de actividades cotidianas (como la oxidación de un material ferroso, el uso de una batería o al lubricar una superficie). En consecuencia, ante la relevancia de este tema, se consideró como tema de esta investigación, la reflexión teórica y metodológica para el diseño de una secuencia didáctica introductoria a los fenómenos de superficie mediada por la historia de la química. Reconociendo así, la relevancia del contexto y de la evolución de las teorías, como herramientas que pueden facilitar la comprensión por parte de los estudiantes de estos hechos.

En este orden de ideas, a partir de la revisión documental, se llevó a cabo un proceso de reflexión sobre la teoría de los fenómenos de superficie (FS). De esta manera, se desarrolla una secuencia didáctica con una metodología que permita identificar e incorporar elementos conceptuales basados en la historia de la química con la finalidad de lograr una mejor comprensión de los FS por parte de los estudiantes de educación media.

La estructura del estudio comprende, la justificación, los antecedentes, la pregunta guía de la investigación, los objetivos, aspectos metodológicos, la secuencia didáctica y conclusiones.

La justificación del diseño de una secuencia didáctica relacionada con los fenómenos de superficie mediada con la historia integra la historia de la química en el aprendizaje de los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción; facilitando a los estudiantes comprender mejor cómo se han desarrollado estos conceptos a lo largo del tiempo y cómo han sido aplicados; la historia de la química proporciona un contexto para el aprendizaje de los conceptos, lo que permite a los estudiantes ver el proceso de desarrollo y evolución; los estudiantes pueden sentirse más motivados al aprender sobre los científicos y descubrimientos que han llevado al desarrollo de estos conceptos, lo que les permite ver la relevancia y aplicabilidad de lo que están aprendiendo; la historia de

la química ayuda a los estudiantes a valorar la ciencia y la química, y a entender cómo estas disciplinas han contribuido al progreso de la humanidad.

Los antecedentes en la integración de la historia de la química en el aprendizaje de los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie tienen sus inicios en la educación científica. Uno de los primeros enfoques en la educación científica fue el enfoque histórico-social, que se centra en cómo la ciencia se desarrolla en diferentes contextos culturales y sociales. En este enfoque, se considera que el estudio de la historia de la ciencia ayuda a los estudiantes a comprender mejor los conceptos y su relevancia en la sociedad. Desde entonces, se ha continuado investigando en el uso de la historia de la ciencia para mejorar el aprendizaje de los conceptos científicos. Por ejemplo, estudios han demostrado que la integración de la historia de la ciencia en el aprendizaje de los conceptos de química mejora la comprensión y la retención de la información en los estudiantes.

La pregunta guía para la investigación sobre el diseño de una secuencia didáctica relacionada con los fenómenos de superficie mediada por la historia de la química surgió a partir de la correlación entre las diferentes redes semánticas que se desarrollaron teniendo en cuenta cada uno de los aspectos implicados. De allí, se consideraron varios aspectos metodológicos para garantizar la eficacia de la enseñanza, como lo son, actividades y recursos que ayuden a los estudiantes a comprender los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción, así como diferentes hechos históricos que permitieron formar la explicación del fenómeno; integración de la historia de la química, para proporcionar un contexto y una mayor comprensión; actividades prácticas para que los estudiantes puedan relacionar con los conceptos incluidos en la secuencia y aplicados en situaciones concretas; evaluar el progreso de los estudiantes a lo largo de la secuencia didáctica mediante cada una de las actividades allí propuestas; flexibilidad con las necesidades y habilidades de los estudiantes, y adaptar la secuencia didáctica para asegurar que los estudiantes tengan éxito en el aprendizaje de los conceptos.

En el apartado de resultados se puede evidenciar las observaciones realizadas por la evaluación de juicio de expertos y como se ajusta la secuencia didáctica teniendo en cuenta sus comentarios, de allí que se puede evidenciar la reestructuración de las actividades que contiene la secuencia didáctica. Por otro lado, se escoge realizar el pilotaje de la actividad experimental de la secuencia didáctica planteada inicialmente (Experimento adaptación experiencia Agnes Pockels), con el fin de determinar que los objetivos planteados para la actividad se cumplan y detectar posibles mejoras o ajustes necesarios. El proceso de evaluación incluye la observación de los estudiantes durante la realización de la actividad, la recolección de datos mediante un informe, y la revisión de los resultados obtenidos.

JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con Machicado (1997):

La química de superficies tiene un gran impacto en nuestra vida cotidiana. Su existencia es tan antigua como la formación del universo, pero es nueva en el sentido en que recién va tomando un cuerpo de conceptos que explican estos fenómenos; en las últimas décadas se desarrollaron teorías que permiten predecir el comportamiento de estos sistemas, para aplicarlos mejor y con más ventajas (p. 1).

En el contexto industrial el tema de las superficies es muy importante, por ejemplo, en la fabricación de embarcaciones, vehículos, así como material de recubrimiento de esas áreas (pigmentos, anticorrosivos, pinturas, entre otros). En este sentido, el campo de aplicación de esta área –la química de superficie– es diversa y comprende, entre otras actividades la fabricación de jabones y detergentes, el estudio de los suelos y su química, la industria del papel y fotográfica, entre otras (Machicado, 1997).

En otro orden de ideas, abordar los fenómenos de superficie desde la perspectiva de la historia de la química, puede facilitar una mejor comprensión del tema por parte de los estudiantes, ya que se revisa su evolución y los hitos en su desarrollo. A este respecto Cuellar, Quintinilla y Marzábal (2010) afirman:

Es necesario que las prácticas docentes de educación química posibiliten al estudiantado comprender el indudable carácter histórico de la química, es decir, la idea de que el conocimiento científico ‘está vivo’ aunque esté escrito en los libros, que la química como ciencia es dinámica y progresivamente mutable, que los conceptos, modelos y teorías científicas que constituyen el entramado de la química terminan siendo sustituidos por otros, y que los marcos ideológicos que fundamentan el conocimiento en cada época sufren igualmente un proceso de cambio conceptual o paradigmático natural, sistemático, continuo e irreversible (p. 279).

Al diseñar secuencias didácticas con base en la evolución histórica de los fenómenos de superficie, los estudiantes pueden obtener un conocimiento contextualizado y aproximarse a la comprensión de estos en la medida en que revisan aspectos de su desarrollo en el tiempo. Es decir, se le muestran de forma progresiva y en contexto, lo que puede facilitar el aprendizaje y traducirse en un mejor rendimiento académico.

Por otra parte, esta investigación se justifica por el hecho de que, al realizar la búsqueda de referentes bibliográficos, no hay disponibilidad de muchos recursos

didácticos relacionados con el tema de los fenómenos de superficie y el uso de la historia como herramienta didáctica.

De esta forma, la secuencia a desarrollar puede ser aprovechada por los estudiantes de educación media en el aprendizaje de la química.

Así mismo, este estudio implica hacer uso de conocimiento relacionado con la ciencia química, la educación y el diseño de recursos didácticos orientados al mejoramiento de la enseñanza y aprendizaje de esta importante disciplina. Lo anterior en línea con lo dispuesto en el numeral 1, del Artículo 2, de la Ley 53 de 1973, Ejercicio de la química en Colombia, el cual establece:

La ejecución y dirección de la investigación científica destinada a establecer nuevos hechos y principios y adquirir mejores conocimientos acerca de la naturaleza, composición y propiedades de las sustancias naturales o sintéticas, como también acerca del comportamiento y de las transformaciones que dichas sustancias pueden sufrir frente a los diversos agentes físicos, químicos y bioquímicos, naturales o inducidos, las sustancias naturales o sintéticas, con excepción de los clasificados como medicamentos (Numeral 1, Artículo 2, Ley 53, 1973, p. 1).

Por último, la secuencia didáctica que se diseñó está dirigida a estudiantes de educación media. En este orden de ideas, puede facilitar que comprendan un tema relevante en el contexto de la química, con muchas aplicaciones a nivel industrial. De esta manera, se puede realizar una contribución a la educación en química de los jóvenes lo que pudiese incidir en una mejora de su rendimiento académico.

La red semántica de los fenómenos de superficie soporta el diseño de la secuencia didáctica relacionada con los fenómenos de superficie mediada desde la historia de la química, ya que permite organizar de manera aproximada los diferentes conceptos entrelazados con los fenómenos de superficie. Esto permite a los estudiantes ver las relaciones entre los conceptos y cómo estos evolucionan con la historia de la química.

La red semántica también permite identificar los conceptos clave y las relaciones entre ellos, lo que facilita la caracterización de los temas y contenidos que deben ser incluidos en la secuencia didáctica. En síntesis, la red semántica de los fenómenos de superficie es una herramienta valiosa para el diseño de la secuencia didáctica relacionada con la aproximación a los fenómenos de superficie mediada por la historia de la química, ya que permite organizar de manera estructurada los conceptos y facilitar su comprensión.

ANTECEDENTES

Con base en el tema de investigación –reflexiones teóricas y metodológicas para el diseño de una secuencia didáctica relacionada con la aproximación a los fenómenos de superficie, mediada por la historia de la química-, se inició la búsqueda de la documentación relacionada con el mismo. Fue realizada en bases de datos como Scielo, Eric, y el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional; la finalidad fue que los documentos seleccionados fueran el sustento bibliográfico del presente trabajo de grado.

Se realizó un rastreo, de los últimos diez años. Se observó que las publicaciones obtenidas eran nulas, esto determinó que en el contexto de estas bases de datos no se encontraron documentos que relacionarán la historia, los fenómenos de superficie o didáctica, como tesauros de búsqueda. Al revisar en detalle las diferentes bases de datos consultadas la constante fue la anterior, se decidió entonces llevar a cabo la búsqueda por temas separados para poder realizar una aproximación a estos. Se inició por la entrada de los fenómenos de superficie y química de superficie, en la biblioteca electrónica científica en línea Scielo se hallan un total de quinientos ochenta y ocho (588) entradas en países asociados. Luego, en la base de datos ERIC, no se halló ninguna entrada que relacionara la enseñanza, con los fenómenos de superficie, dentro de estas, veinticinco en la Journal of Chemical Education teniendo estas como entradas propias de la educación en química, y doce publicaciones en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional. Resalta el hecho de que en ninguna de las bases de datos consultada se encontró algún documento que relacionará los fenómenos de superficie con su historia.

En relación con los elementos teóricos de la historia en la didáctica de las ciencias, especialmente la química, consideraron como antecedentes, diversos artículos de Jensen, Talanquer y Chamizo recopilados en el seminario internacional en la Química: Historia, filosofía y educación; organizado en la Universidad Pedagógica Nacional y por la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, bajo el año de la química 2011. Estos artículos consolidan en términos generales una visión de los años 60's, donde, se realizan las primeras integraciones de la historia de las ciencias en la enseñanza, para no profesionales de las ciencias en la educación media y superior, esta enseñanza contextualizada aplicando el método científico. En este orden de ideas Talanquer (2011) expone:

El análisis histórico y filosófico de nuestra disciplina también podría ayudarnos a diseñar estrategias de enseñanza que reflejen de manera más auténtica la química, resaltando el carácter híbrido de esta disciplina, ciencia

y tecnología, disciplina abstracta y oficio práctico, ejercicio teórico y arte manual (p. 37).

El aporte de este trabajo de Talanquer al presente trabajo de grado radica en la exposición de la importancia del uso de elementos de la historia para la enseñanza de la química. En este orden de ideas, se cuenta con diferentes referentes sobre la forma que puede utilizarse esa información con la finalidad de incidir en la mejora de la enseñanza de la ciencia.

Por otra parte, Izquierdo et al. (2016) al exponer sobre el uso de la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias, señalan lo siguiente:

Hay diversas razones de peso para justificar la relación íntima que debería existir entre la enseñanza de las ciencias y la historia de las ciencias enriquecida por la filosofía de las ciencias. La Filosofía de las Ciencias (FC), una disciplina emergente en el siglo XX permite a la historia de la ciencia comprender de mejor manera las relaciones que se establecen entre las diversas acciones que confluyen en la actividad de 'hacer ciencia' (p. 15).

De acuerdo con la cita precedente, hacer ciencia, por una parte y, enseñar ciencia, por la otra, no se trata solo de conceptos, relaciones y resolución de problemas. En este orden de ideas, se hace ciencia en un contexto determinado y luego de haber transitado un recorrido que, por lo general es largo. A este respecto es pertinente citar la frase que se le atribuye a Newton "Si he llegado a ver más lejos que otros es porque me subí a hombros de gigantes".¹ En esta línea de pensamiento, tener conocimiento de los hechos históricos de la ciencia y de su evolución pueden facilitar el aprendizaje de los estudiantes e incluso despertar su curiosidad intelectual.

En cuanto al uso de la historia de la ciencia como recursos didácticos, Romero (2020) en el trabajo fin de master (TFM) "La historia de la ciencia como recurso didáctico para la enseñanza de la física y de la química", diseño dos actividades, la primera sobre la electricidad y la otra sobre la historia de la tabla periódica. En la construcción de las actividades se basó en el constructivismo. Una de las conclusiones a las que llegó el autor fue que al "emplear el recurso aporta un plus al conocimiento del alumnado, reduciendo a lo necesario las clases magistrales, al fomentar metodologías más activas" (p. 67). El estudio de Romero permite contar

¹ De acuerdo con Durán (2017, p. 1), esa frase puede ser rastreada hasta Juan de Salisbury (s. XII), quien en su *Metalogicon* (1159) citando a Bernardo de Chartres escribió: «Somos como enanos sentados sobre los hombros de gigantes para ver más cosas que ellos y ver más lejos, no porque nuestra visión sea más aguda o nuestra estatura mayor, sino porque podemos elevarnos más alto gracias a su estatura de gigantes».

con un referente basado en el uso de la corriente educativa denominada constructivismo. De esta forma se puede utilizar conocimientos previos de los estudiantes y elementos de la historia de las ciencias para la construcción de aprendizajes significativos. Bajo esta perspectiva, la historia facilita la comprensión en la medida en que los estudiantes pueden visualizar la forma como han evolucionado los hechos.

En el contexto de la Universidad Pedagógica Nacional, Barragán (2010) en el artículo “El empleo de la historia de la Química como eje fundamental para su enseñanza en Educación Básica”, expone que el estudio tuvo como propósito integrar las perspectivas históricas y epistemológicas a la enseñanza de la ciencia. Una de las conclusiones a las que llegó el autor:

Al interrelacionar la historia de una disciplina con su enseñanza queda palpablemente evidenciado que es una alternativa para generar un aprendizaje significativo, ya que se puede apelar a la enseñanza del estatuto epistémico que posea mayor construcción, aportando herramientas utilizables para la resolución de problemas y una mejor comprensión de una disciplina científica con las peculiaridades de coexistencia de concepciones como lo presenta la Química (Barragán, 2010, p. 26).

Otro antecedente de la Universidad Pedagógica Nacional, fue el artículo de Rubiano y Quintero (2016) “Estrategia metodológica de enseñanza desde la historia y epistemología de la química de las propiedades periódicas, a través de la experimentación bajo el alineamiento constructivo”, estos autores señalan que a partir del reconocimiento de la historia y epistemología de la química, se pretende que los participantes logren comprender el devenir histórico que permita entender las propiedades periódicas. A manera de conclusión, señalan que el hecho de que los estudiantes conozcan el marco de referencia –histórico y epistemológico- facilita la comprensión de las ideas principales lo que puede facilitar la experimentación.

Estos dos últimos referentes -realizados por investigadores relacionados con la Universidad Pedagógica Nacional- se basan en la epistemología. De esta forma los estudiantes cuentan con información que facilita la construcción de conocimiento. Al aplicar esta información en la enseñanza de las ciencias, los jóvenes a quienes estará dirigida la secuencia didáctica pueden darse cuenta dónde se originan los conceptos y la forma como se construyen el corpus de teorías de la ciencia.

En la creación de secuencias didácticas sobre fenómenos de superficie se relacionan principalmente con la enseñanza de la química y la física. Desde la antigüedad, se han realizado investigaciones sobre los comportamientos de las sustancias y los materiales en contacto con la superficie, como la tensión superficial y las propiedades de la capilaridad. En la actualidad, se han desarrollado diferentes modelos y teorías para comprender estos fenómenos y su aplicación en diferentes

ámbitos, incluyendo la tecnología y la medicina. En cuanto a la enseñanza de estos conceptos, se han utilizado diferentes estrategias didácticas, como la experimentación, la resolución de problemas y la reflexión, con el objetivo de fomentar la comprensión y la aplicación de los conceptos en situaciones cotidianas. Por lo tanto, la creación de secuencias didácticas sobre fenómenos de superficie se basa en una combinación de los avances científicos y las estrategias pedagógicas más efectivas para lograr un aprendizaje significativo y duradero.

MARCO REFERENCIAL

El marco referencial de este trabajo de grado permite exponer aspectos relacionados con algunos conceptos que permite una aproximación a los fenómenos de superficie. La finalidad es precisar el significado de los conceptos de manera que al diseñar la secuencia didáctica exista claridad respecto a los términos y así poder generar experiencias educativas que faciliten la comprensión de un importante tema en el contexto de la ciencia química. El presente apartado comprende los siguientes temas: enseñanza y didáctica de la química, secuencia didáctica, fenómenos de superficies (FS) y evolución histórica de los FS.

Enseñanza y didáctica de la química

Uno de los tópicos que se desarrolla en este marco referencial es lo relacionado con la enseñanza y didáctica de la química. En una primera aproximación estos términos hacen referencia a la forma como los docentes enseñan los conceptos, teorías y experimentos que permiten a los estudiantes comprender la naturaleza de esta ciencia. Por otra parte, con la incorporación de estrategias centradas en la historia de la química para la enseñanza.

En el proceso educativo una de las actividades más relevantes es la enseñanza. Tradicionalmente, se considera como responsabilidad exclusiva de los docentes. En esta actividad los profesionales de la docencia con base en las didácticas específicas buscan transmitir conocimientos a los estudiantes, pero también desarrollar habilidades y destrezas en las personas; así como competencias.

Desde esta perspectiva, la enseñanza de la química no es sólo la actividad de utilizar una pizarra para “enseñar” sobre los elementos, reacciones y resolver problemas. Es parte de un proceso complejo, que debe tener intencionalidad y objetivos claros. En este orden de ideas, Pernía citado por Rodríguez (2017) expone:

Se refiere a los conocimientos, que contribuyen tanto a enriquecer y estructurar los significados de los conceptos, como a la organización y planificación para que sean enseñados y utilizados por los ciudadanos en general. Como actividad social, se realiza en determinadas instituciones educativas y se lleva a cabo por profesionales cualificados. Comprende la totalidad de acciones, conjunto de conocimientos, procesos y condiciones que facilitan las interacciones profesor- alumno, sobre un tema específico favoreciendo tanto los procesos de la enseñanza y aprendizaje como el desarrollo profesional de los docentes en esta área (p. 87).

Para profundizar en el concepto de enseñanza, de acuerdo con Coll, citado en Página Web Magisterio Colombiano (2020), la enseñanza “es entendida actualmente como un proceso de ayuda a la construcción que llevan a cabo los discentes. En la perspectiva constructivista, busca ajustar el tipo y la intencionalidad de ese apoyo en proporción de las vicisitudes del proceso de elaboración de significados” (p. 2). En consecuencia, enseñar es un proceso dialógico, de intercambio de conocimientos y significados.

A este respecto, Monereo et al. (2020) señalan:

Enseñar se refiere a la acción de comunicar algún conocimiento, habilidad o experiencia a alguien, con el fin de que lo aprenda, empleando para ello un conjunto de métodos, técnicas, en definitiva, procedimientos que se consideran apropiados. Agrega que esta noción es perfectamente aplicable a la función mediadora que realizan los adultos con los miembros más jóvenes de la comunidad. Aun cuando esta enseñanza carezca del rigor teórico, sistematización metodológica e intencionalidad educativa, estos aspectos deberían caracterizar la práctica profesional (p. 3).

En consecuencia, enseñar implica comunicar, dialogar y compartir conocimientos. En el contexto de la química, todo lo relacionado con las dimensiones estructura, composición, propiedades de la materia, energía y tiempo, y considerando los niveles molar, molecular y eléctrico. Respecto a la didáctica de la química Carriazo y Saavedra (2004) indican:

Atendiendo la concepción de ciencia presentada y de didáctica de las ciencias experimentales, es posible hablar de una didáctica de la química, como una disciplina científica que está emergiendo quizá paralelamente a la didáctica de las ciencias (p. 4).

Por consiguiente, se está en presencia de una disciplina que está en evolución y que persigue que los estudiantes comprendan los conceptos y fenómenos de esta ciencia. Se busca así, incidir en el aprendizaje y en el rendimiento de los estudiantes.

Se procede a catalogar la estructura de una secuencia didáctica y así tener en cuenta los lineamientos que debe seguir el diseño de la secuencia propuesta.

Secuencia didáctica

Definir el término secuencia didáctica (SD) permite tener claridad respecto a la desarrollada en este trabajo de grado. Al hablar de “secuencia” se hace referencia a una serie de pasos. Estos deberían ser progresivos e ir de lo más básico a lo más

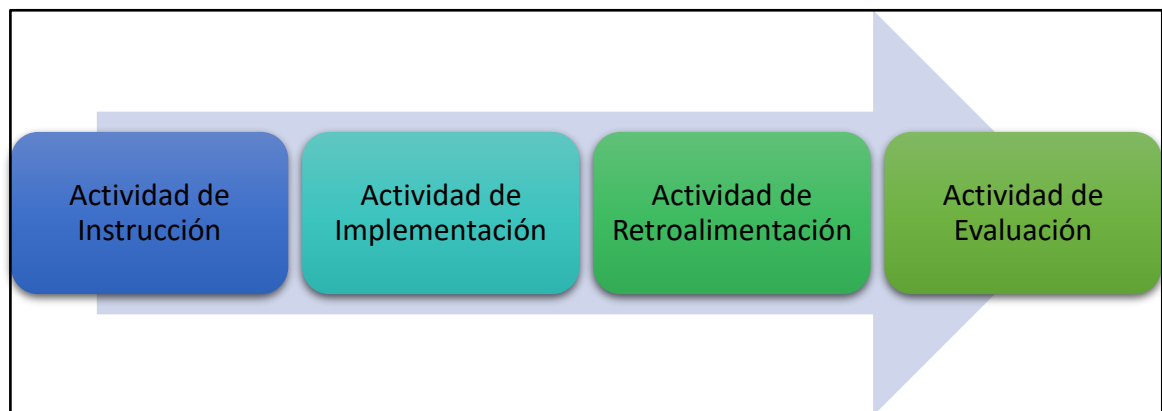
complejo; deben tener una estructura lógica y por lo general se busca desarrollar temas afines o uno solo.

De acuerdo con el Centro Virtual Cervantes (2022) “se entiende por secuencia didáctica una serie ordenada de actividades relacionadas entre sí. Esta serie de actividades, que pretende enseñar un conjunto determinado de contenidos, puede constituir una tarea, una lección completa o una parte de ésta” (p. 1). Bajo esta perspectiva, una SD comprende las siguientes fases: la presentación o introducción, la explicación (que facilita su comprensión), una parte práctica y, por último, una o varias actividades para lograr la transferencia del conocimiento. Se puede añadir a lo anterior, una última actividad de evaluación o autoevaluación con la finalidad de medir el grado de aprovechamiento por parte de los estudiantes.

Una SD surge como resultado de diseñar un conjunto de actividades que tiene como finalidad que las personas aprendan, pero, deben tener orden y coherencia entre sí. No se trata de una colección de temas inconexos, sino que deben guardar relación. Por otra parte, se espera que la SD tenga sentido para los estudiantes, es decir, que sea significativa. En este orden de ideas, la idea es que estos se involucren en la SD y lleven a cabo diversas tareas (Díaz-Barriga, 2013).

De acuerdo con la Figura 1, una SD comprende tres actividades básicas apertura, desarrollo y cierre. Cada una de ellas es necesaria porque permiten que el estudiante tenga una primera aproximación, reconozca cuál es su finalidad y el conocimiento que se espera logre, competencias, habilidades o destrezas. Luego, en la fase intermedia, se llevan a cabo los experimentos o las tareas que permiten lo establecido en la primera etapa. Por último, en el cierre, se busca que el participante logre la revisión de los hechos, que pueda reflexionar sobre lo que llevo a cabo y el aprendizaje que pudo alcanzar.

Figura 1: Actividades de la secuencia didáctica.

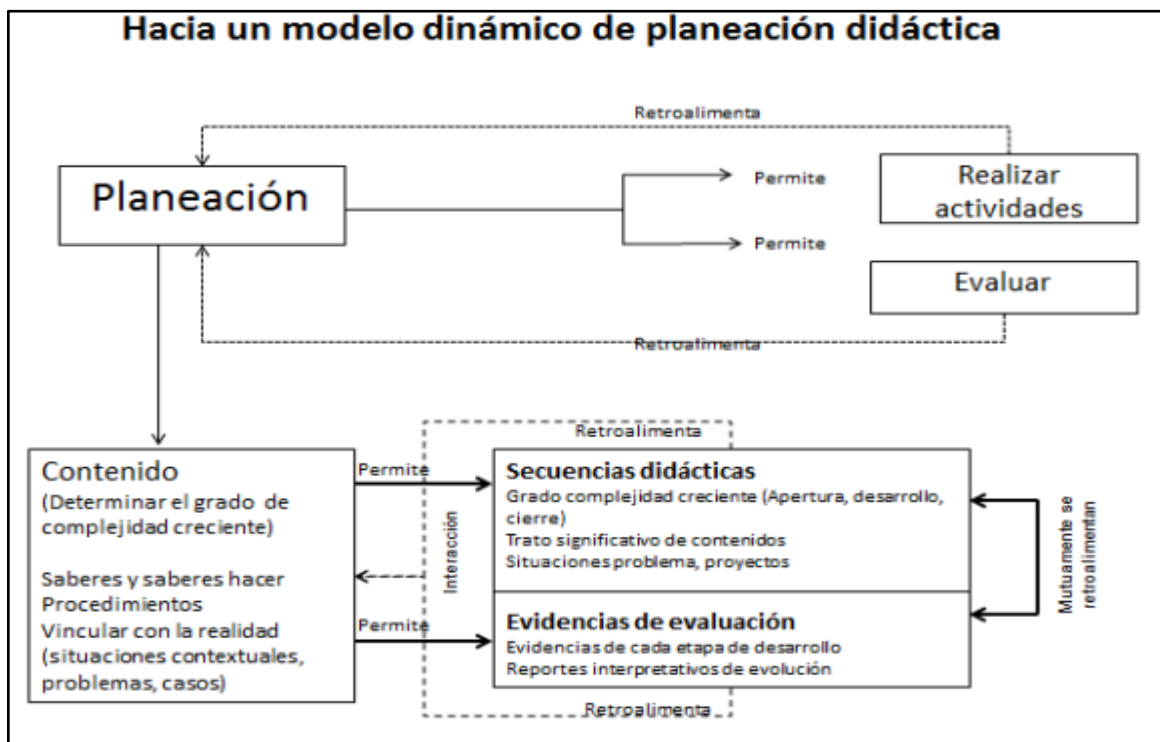


Nota. Fuente: Elaboración propia con base en Fernández González et al. (1999)

Lo plasmado en la Figura 1, está inmersa en el proceso global de la planeación didáctica. Se busca de manera sistémica, realizar un esfuerzo intencional con la finalidad de relacionar los contenidos, con las actividades a realizar y la evaluación. En este aspecto, es necesario puntualizar que se debe tener claro que no se trata de actividades independientes y separadas las unas de las otras; por el contrario, al diseñar una SD se debe establecer los contenidos a desarrollar y la forma como se espera o se prevé comunicar la información. De igual manera, se debe considerar la forma como se evaluará a los estudiantes; pero, teniendo siempre presente que la finalidad es generar un aprendizaje significativo más que evaluar a los participantes (Díaz - Barriga, 2013).

En la Figura 2, se puede apreciar el ciclo que considera Díaz-Barriga (2013). Este especialista considera un modelo dinámico, el cual comprende la planeación que permite realizar las actividades y evaluarlas. Se deben tener en cuenta los contenidos y planear con base en estos. En consecuencia, no es igual una SD en el ámbito de clases de inglés, psicología o química. El diseño de la SD en sí, que comprenda las tres fases que se mencionaron (planeación, contenidos y evaluación). Por último, la forma como se llevará a cabo la evaluación. Díaz Barriga, señala que tanto la SD y las actividades evaluativas, se realimentan las unas a las otras. Por otra parte, se puede afirmar que los docentes pueden realizar ajustes en la medida en que consultan a los participantes sobre las actividades que llevan a cabo. De esta forma para futuras ocasiones la SD pudiera ser más efectiva.

Figura 2: Modelo didáctica de planeación didáctica.



Nota. Fuente: Díaz-Barriga. (2013).

En este orden de ideas, como se señaló en párrafos precedentes, el contenido debe ser la base para el diseño de la SD; por otra parte, no se trata de un compromiso sino de actividades dinámicas que pueden ser ajustadas en la medida en que faciliten la comprensión del tema por parte de los estudiantes.

Continuando se realiza una búsqueda de información para recopilar hechos históricos importantes para los avances de los conceptos presentes en la secuencia didáctica propuesta, partiendo desde la red semántica realizada con anterioridad.

Fenómenos de superficie

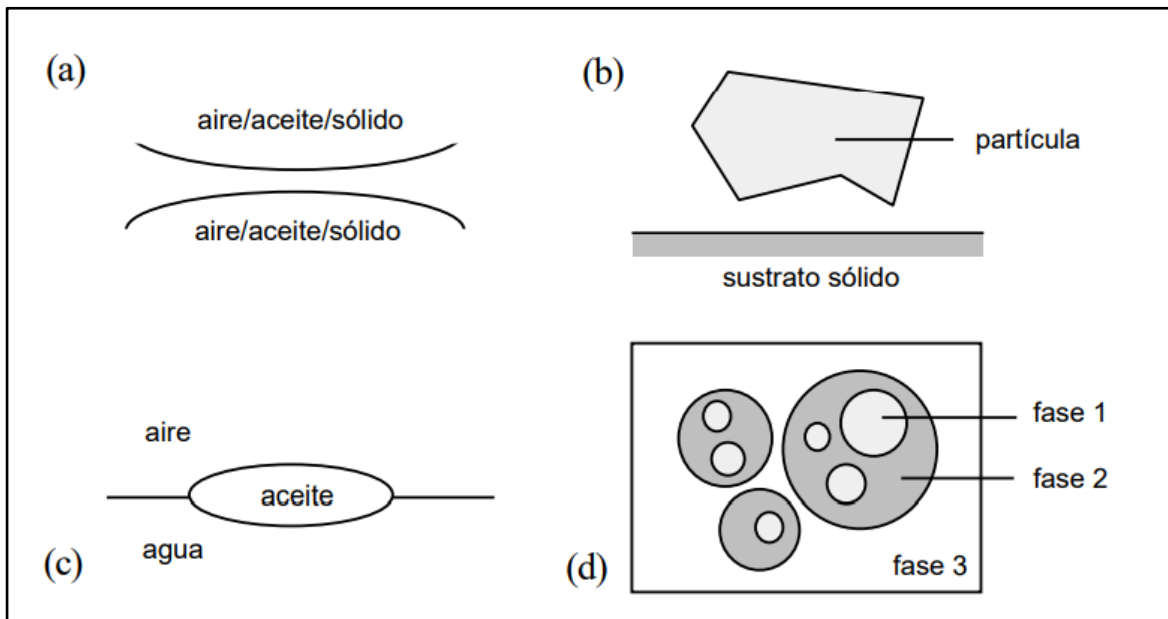
Castañena et al. (2018) exponen que “la química física de superficies consiste fundamentalmente en el estudio de las interfases derivadas de las tres fases de la materia: sólido, líquido y gas” (p. 4). A lo que agrega Múnera (2006):

El límite que separa dos fases se conoce como superficie o interfase. Las superficies presentan propiedades especiales que son distintas de las que se observan dentro de las fases en sí. Una propiedad importante de las superficies líquidas es la tensión superficial que se debe a las fuerzas de

adhesión y cohesión. Un resultado de la tensión superficial es la tendencia de ciertos líquidos a elevarse en un tubo capilar, efecto conocido como capilaridad (p. 133).

Es decir, los fenómenos de superficie son todas las interacciones que pueden ser específicas o no específicas (Figura 3). Castañeda et al. (2018) establecen las siguientes interfases: 1) Sólido – sólido, 2) sólido – líquido, 3) sólido – gas, 4) líquido – líquido, 5) líquido – gas.

Figura 3: Fenómenos de superficie.



Nota. Fuente: Salaguer (2002).

De forma precisa Castañeda et al. (2018) señalan:

Un fenómeno interfacial puede definirse como aquel relacionado a la interacción de por lo menos el seno de una fase (sólida o líquida) con otra fase (sólida, líquida o gas) o con el vacío, en la región estrecha en que sucede la transición de una fase a la otra (interfase) (p. 5).

Los principales conceptos que se incluyeron en la SD para la aproximación a la comprensión de los fenómenos de superficie son la tensión superficial, adsorción y cohesión

Tensión superficial

La tensión superficial es una propiedad física de las sustancias líquidas causada por las interacciones de las moléculas que componen el líquido. Estas interacciones causan una fuerza de cohesión entre las moléculas, lo que resulta en una superficie tensa o no tensa. Esta tensión hace que las moléculas de la superficie estén más unidas entre sí que las moléculas en el interior del líquido. Esto se debe a que las moléculas en la superficie no tienen moléculas adyacentes en todas las direcciones, por lo que están más unidas entre sí para compensar esto. La tensión superficial es lo que permite que los líquidos se mantengan juntos y no se desparramen fácilmente. (Educa-Ciencia, s.f.).

Hay una fuerza de atracción entre las moléculas en líquidos, y los líquidos pueden fluir hasta que adquieren la forma que maximiza esta fuerza de atracción. Debajo de la superficie del líquido, la fuerza de la cohesión entre las moléculas es igual en todas las direcciones. Las moléculas en la superficie del líquido, sin embargo, sienten una fuerza neta de atracción que tira de ellas nuevamente hacia dentro del cuerpo líquido. Consecuentemente, el líquido intenta adquirir la forma que tiene el área superficial más pequeña posible, es decir la forma de una esfera. La magnitud de la fuerza que controla la forma del líquido se llama la tensión superficial. Cuánto más fuertes son los enlaces entre las moléculas en el líquido, más grande es la tensión superficial (Jaramillo, 2007).

La tensión superficial se puede medir a través del método del tubo capilar. En este sentido, el líquido en el tubo ascenderá o descenderá una distancia relativa a la ecuación 1:

$$l = \frac{2 * \tau}{\rho * r * g} \quad (\text{ecuación 1})$$

Dónde: l : distancia, τ : tensión superficial, ρ : densidad, r : radio y g : gravedad.

Este concepto de la tensión superficial se puede observar en un vehículo que ha sido “encerado”, cuando le cae agua se observa cómo se forman placas del líquido en la superficie y como la misma corre. De igual manera, cuando en los limpiaparabrisas de los vehículos se agregan aditivos para que el agua de lluvia “corra” y facilite la visibilidad.

Adsorción

La adsorción es el proceso en el cual las moléculas o iones de una sustancia se adhieren a la superficie de un sólido o líquido (en este caso se puede decir que aplica más el fenómeno de tensión superficial, aunque va a depender de algunas propiedades de los líquidos entre ellos la solubilidad). La adsorción puede ser física o química, dependiendo de la naturaleza de la interacción entre la sustancia adsorbida y la superficie adsorbente.

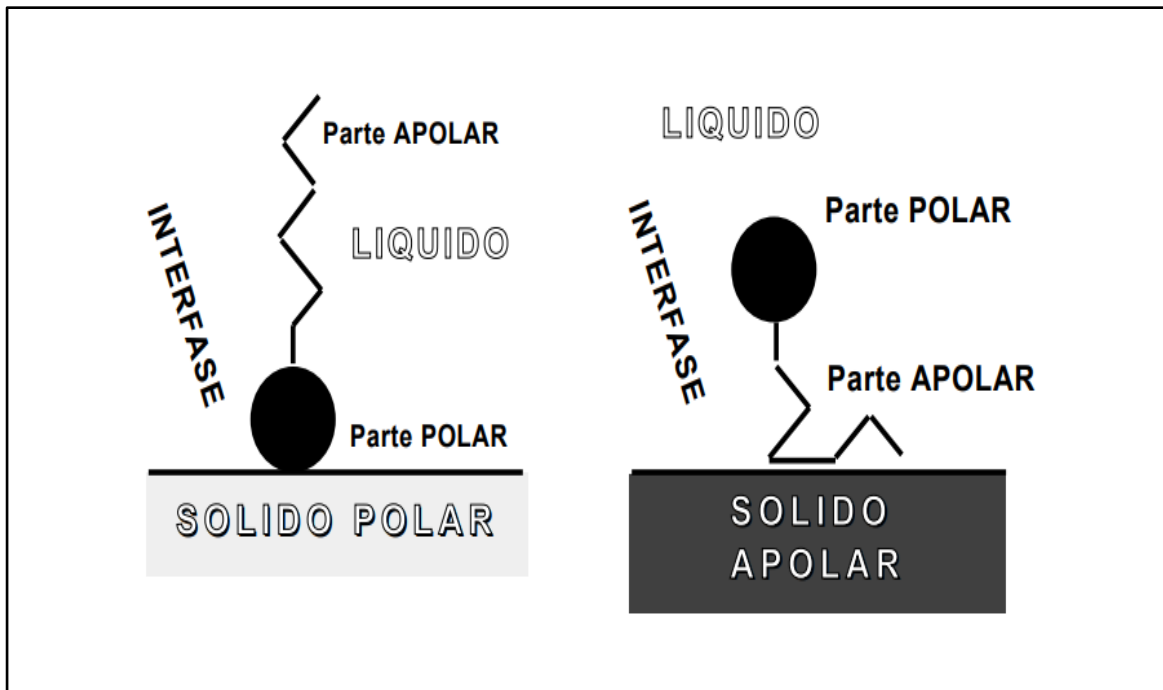
La adsorción física se refiere a la adhesión de moléculas a la superficie debido a la atracción van der Waals. La adsorción química se refiere a la adhesión de moléculas a la superficie debido a la formación de enlaces químicos.

La adsorción es utilizada en una variedad de aplicaciones, como la purificación de agua y aire, la eliminación de contaminantes, la separación de mezclas, la catálisis y la síntesis química. Además, se utiliza en la fabricación de productos como materiales de filtración, catalizadores, y medicamentos (EcuRed, s.f.).

La capacidad de una superficie para adsorber una sustancia puede ser determinada utilizando una variedad de técnicas, como espectroscopía y microscopía.

El proceso inverso a la adsorción se conoce como desorción. No debe confundirse con la Absorción ya que la característica que las distingue es que en un proceso de adsorción el fluido no se incorpora al volumen del material, sino que es retenido en su superficie y en la absorción las moléculas o átomos de una fase penetran casi uniformemente en los de otra fase constituyéndose una "solución" con esta segunda (EcuRed, s.f.).

Figura 4: Adsorción, tipos de surfactantes



Nota. Fuente: Salager (2002).

La adsorción se establece debido a las fuerzas de atracción entre las moléculas de fluido y la superficie sólida. Si las fuerzas son de tipo van der Waals, conllevan una fisisorción sobre la superficie del adsorbente, resultado de interacciones intermoleculares débiles entre el sólido y el fluido. La adsorción activada o quimisorción ocurre cuando se forman enlaces químicos entre las moléculas de fluido y la superficie adsorbente (figura 4). Normalmente, la quimisorción provoca la adsorción de una monocapa sobre la superficie adsorbente. La energía de adsorción en fisisorción es muy inferior a la que se implica en un enlace químico, y por tanto la reversibilidad del proceso se obtiene, bien sometiendo al sistema a un calentamiento o bien a vacío, de forma que se disminuya la presión del adsorbato. La fisisorción es un fenómeno exotérmico, aunque la energía puesta en juego es siempre superior a la correspondiente al fenómeno de condensación. Cuando la adsorción se produce en poros de pequeño tamaño, la energía implicada aumenta considerablemente (Universidad de Salamanca, s.f.)

La absorción es un proceso químico en el cual una sustancia se incorpora en otra. La absorción puede ser física o química, dependiendo de la naturaleza de la interacción entre las sustancias involucradas. La absorción física se refiere a la incorporación de una sustancia en otra debido a la atracción física entre las moléculas. Un ejemplo de absorción física es la absorción de un gas en un líquido. La absorción química se refiere a la incorporación de una sustancia en otra debido

a la formación de enlaces químicos entre las moléculas. Un ejemplo de absorción química es la absorción de un gas tóxico en una solución de un compuesto químico que actúa como un absorbente.

La absorción es un proceso importante en una variedad de aplicaciones, como la purificación de aire y agua, la eliminación de contaminantes, la separación de mezclas y la síntesis química. Además, se utiliza en la fabricación de productos como materiales de filtración, catalizadores y medicamentos. Y puede ser determinada utilizando una variedad de técnicas, como espectroscopía y microscopía.

Adsorción y absorción son dos procesos fisicoquímicos diferentes que tienen lugar en las superficies y en el interior de las sustancias.

En conclusión, la adsorción se refiere al proceso en el cual las moléculas o iones de una sustancia se adhieren a la superficie de un sólido o líquido, mientras que la absorción se refiere al proceso en el cual una sustancia se incorpora en otra. Ambas son procesos fisicoquímicos, pero la adsorción es un proceso superficial y la absorción es un proceso que se lleva a cabo en el interior de una sustancia.

Cohesión y adhesión

La cohesión es un fenómeno físico que se refiere a la atracción entre las moléculas de una sustancia debido a sus fuerzas. En el caso de los líquidos, la cohesión es la fuerza que mantiene unidos a las moléculas del líquido y les permite mantener una superficie tensa o no tensa. La cohesión es un fenómeno intrínseco a la naturaleza de las moléculas de una sustancia, y no depende de la presencia de una superficie. (Vite, 2012).

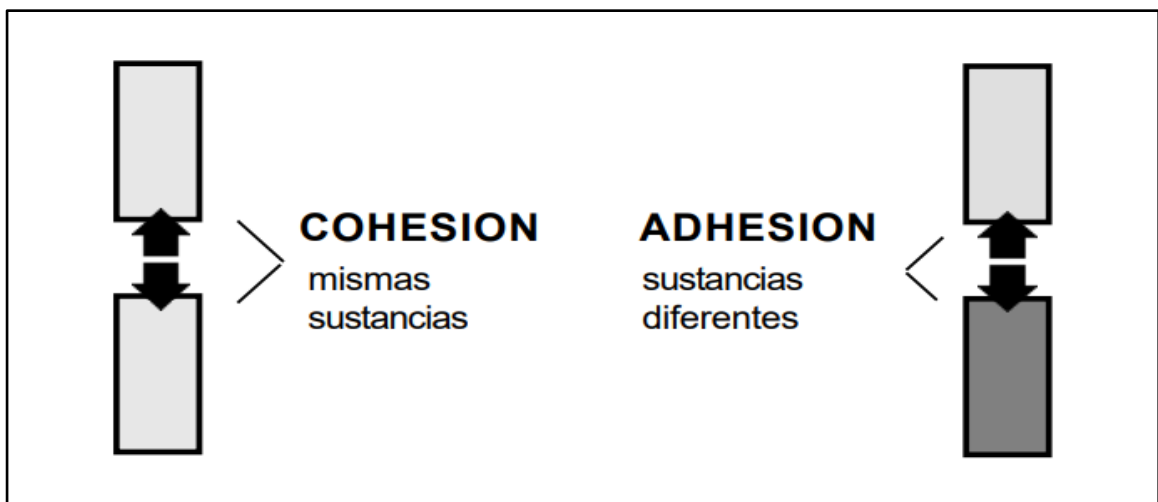
Sobre las moléculas de los líquidos no actúan solamente las fuerzas de cohesión; actúan, además, fuerzas de repulsión, que les impiden situarse demasiado cerca unas de otras y, o el peso actúa sobre ellas, obligando a las capas superiores del líquido a resbalar sobre las inferiores, hasta alcanzar el mismo nivel en la superficie. La tensión superficial, por otro lado, es un fenómeno de superficie fisicoquímico que se refiere a la tensión o no tensión en la superficie de un líquido debido a las interacciones entre las moléculas en la superficie y en el interior del líquido. La tensión superficial es causada por la combinación de la cohesión entre las moléculas del líquido y la adhesión entre las moléculas del líquido y la interfaz líquido-aire. (Vite, 2012).

La cohesión entre las moléculas de un fragmento de una sustancia se debe a las llamadas fuerzas de interacción molecular de Van der Waals. Estas fuerzas son el "cemento" de la materia y actúan a muy corta distancia, típicamente en función del inverso de la sexta potencia de la distancia. Existen tres tipos de fuerzas de Van der Waals, llamadas de Keesom (La fuerza de Keesom entre dos moléculas polares depende de la magnitud y dirección de los momentos dipolares de cada molécula, y de la distancia entre ellas. En general, cuanto mayor sea la magnitud del momento dipolar y mayor sea la distancia entre las moléculas, menor será la fuerza de atracción. Son un subtipo de las fuerzas de van der Waals y están relacionadas con la presencia de momentos dipolares permanentes en las moléculas y su alineamiento, pero no están relacionadas directamente con la geometría de las moléculas.), de Debye (interacción entre dipolo permanente y dipolo inducido) y de London (fuerzas de dispersión). Las dos primeras involucran moléculas polares y poseen valores del orden de algunas kcal/mol, mientras que la tercera se aplica a moléculas apolares y tienen un valor diez veces menor (Salager, 2002, p. 15).

Adhesión, por el contrario, se refiere a la atracción entre las moléculas de una sustancia y las moléculas de otra sustancia diferente. La adhesión se da en la interfaz entre dos sustancias diferentes, como un líquido y un sólido, o entre dos líquidos diferentes.

En síntesis, la cohesión es la atracción entre las moléculas de una misma sustancia, mientras que la adhesión es la atracción entre las moléculas de diferentes sustancias. La cohesión es responsable de la tensión o no tensión en el interior de un líquido, mientras que la adhesión es responsable de la tensión o no tensión en la superficie de un líquido. (Figura 5)

Figura 5: Cohesión y adhesión.



Nota. Fuente: Salager (2002).

Evolución histórica de los fenómenos de superficie

La evolución histórica de los fenómenos fisicoquímicos de la superficie terrestre se refiere a los cambios en las características físicas y químicas de la tierra, el agua y el aire a lo largo del tiempo. Esto incluye cambios en la composición de la atmósfera, la temperatura, la salinidad del agua, la composición del suelo y la cantidad de nutrientes.

La historia de la Tierra es dividida en diferentes períodos geológicos, cada uno con características distintas en cuanto a los fenómenos fisicoquímicos de la superficie. Durante el período Arcaico, la atmósfera estaba compuesta principalmente de dióxido de carbono, metano y vapor de agua, y la temperatura era más alta debido al efecto invernadero. Durante el período Proterozoico, se produjo la formación de oxígeno a través de la fotosíntesis, lo que cambió la composición de la atmósfera y permitió la aparición de vida.

Durante el período Paleozoico, se produjo un cambio en la salinidad del agua debido a la formación y erosión de los continentes y la evolución de los océanos. Durante el período Mesozoico, la temperatura se mantuvo alta debido al aumento del dióxido de carbono en la atmósfera. En el período Cenozoico, la temperatura disminuyó y la composición de la atmósfera cambió debido a la formación de los polos y la erosión de los continentes.

Los cambios en los fenómenos fisicoquímicos de la superficie son causados por una variedad de factores, incluyendo la tectónica de placas, la actividad volcánica, el cambio climático y la actividad humana. Los científicos utilizan diferentes métodos, como la datación de rocas y la medición de los niveles de dióxido de carbono en el aire, para estudiar cómo cambiaron los fenómenos fisicoquímicos de la superficie a lo largo del tiempo.

A lo largo de la historia, los científicos han realizado una variedad de experimentos para estudiar los fenómenos fisicoquímicos de la superficie terrestre. Algunos ejemplos incluyen:

- Experimentos de datación: Los científicos utilizan técnicas como la datación por radiocarbono y la datación por isótopos para medir la edad de las rocas y los fósiles, lo que les permite entender cómo cambiaron los fenómenos fisicoquímicos de la superficie a lo largo del tiempo.

- Experimentos de análisis de suelo: Los científicos analizan la composición química del suelo para entender cómo cambió la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo y cómo esto afectó a la vida en la superficie.
- Experimentos de análisis de agua: Los científicos analizan la salinidad, la temperatura y la composición química del agua para entender cómo cambiaron los océanos y los ríos a lo largo del tiempo.
- Experimentos de análisis de la atmósfera: Los científicos utilizan técnicas como el análisis de gases y la medición de la concentración de dióxido de carbono en el aire para entender cómo cambió la composición de la atmósfera y la temperatura a lo largo del tiempo.
- Experimentos de modelado climático: Los científicos utilizan modelos matemáticos para simular cómo se comporta el clima y cómo se relaciona con los cambios en los fenómenos fisicoquímicos de la superficie.

Estos experimentos han permitido a los científicos entender cómo cambiaron los fenómenos fisicoquímicos de la superficie a lo largo del tiempo y cómo estos cambios afectaron a la vida en la Tierra. Sin embargo, también hay muchos desafíos y limitaciones en cuanto a la precisión y la fiabilidad de estos experimentos, y hay muchos aspectos de los fenómenos fisicoquímicos de la superficie que aún no entendemos completamente.

Entrando a los fenómenos de superficie que se integran en la SD, se realiza una breve recopilación histórica comenzando con la adsorción entendiéndose como un proceso fisicoquímico en el cual una sustancia se adhiere a una superficie sólida. A lo largo de la historia, los científicos han realizado una variedad de experimentos para estudiar la adsorción y entender cómo funciona. Algunos ejemplos incluyen:

- Experimentos de adsorción de gases: Los científicos han estudiado cómo los gases se adsorbían en diferentes materiales sólidos, como carbones y zeolitas, para entender cómo se podrían utilizar estos materiales para purificar gases y almacenar gases comprimidos.
- Experimentos de adsorción de líquidos: Los científicos han estudiado cómo los líquidos se adsorbían en diferentes materiales sólidos, como los hidrogeles, para entender cómo se podrían utilizar estos materiales para purificar agua y almacenar líquidos.
- Experimentos de adsorción de iones: Los científicos han estudiado cómo los iones se adsorbían en diferentes materiales sólidos, como los materiales de intercambio iónico, para entender cómo se podrían utilizar estos materiales para purificar agua y separar iones.

- Experimentos de adsorción de moléculas orgánicas: Los científicos han estudiado cómo las moléculas orgánicas se adsorbían en diferentes materiales sólidos, como los polímeros y los silicatos, para entender cómo se podrían utilizar estos materiales para separar y purificar moléculas orgánicas.
- Experimentos de cinética de adsorción: Los científicos han estudiado el proceso de adsorción en el tiempo, por ejemplo, mediante la medición de la tasa a la que se adsorben las moléculas o iones en una superficie, para entender mejor cómo la adsorción se da en condiciones reales.

Estos experimentos han permitido a los científicos entender los mecanismos y las leyes que rigen la adsorción, y han proporcionado información valiosa sobre cómo se pueden utilizar los materiales adsorbentes en aplicaciones prácticas. Sin embargo, hay muchos desafíos y limitaciones en cuanto a la precisión y la fiabilidad de estos experimentos, y aún existen aspectos de la adsorción que no entendemos completamente.

Uno de los hechos que marco la concepción del fenómeno de adsorción es el comportamiento del agua con el aceite. Desde la antigüedad, la observación de la interacción entre agua y aceite ha sido objeto de estudio en diferentes culturas. Por ejemplo, en la antigua Grecia, Aristóteles describió la separación de dos líquidos inmiscibles en su obra "Meteorología". Además, también se describieron los fenómenos de superficie en la obra "Timaeus" de Platón.

Durante la Edad Media, la interacción entre agua y aceite continuó siendo objeto de estudio en la alquimia y la filosofía natural. Sin embargo, no fue hasta el siglo XVII que se realizaron estudios más rigurosos sobre estos fenómenos. En este siglo, el científico francés Pierre de Fermat investigó el comportamiento de la luz en la superficie de un líquido y describió los fenómenos de reflexión y refracción en la superficie de la interfaz entre dos líquidos.

Con el surgimiento de la ciencia moderna en el siglo XVIII, la interacción entre agua y aceite se convirtió en un tema importante de estudio en la física y la química. El científico sueco Erik Christoffer Bitencourt investigó la tensión superficial en los líquidos y describió el comportamiento de los líquidos en la superficie. Además, el físico británico Thomas Young describió la ley de interferencia en la superficie de la interfaz entre dos líquidos.

En el siglo XX, los avances en la tecnología permitieron realizar experimentos más detallados sobre la interacción entre agua y aceite. Esto llevó a una comprensión más profunda de los conceptos fisicoquímicos de los fenómenos de superficie, como la tensión superficial, la viscosidad y la adsorción. Además, estos estudios también

permitieron desarrollar aplicaciones prácticas, como la fabricación de productos cosméticos y farmacéuticos.

A continuación, se encuentra un breve recorrido histórico de los fenómenos de superficie citados que se han llevado a cabo. Algunos ejemplos incluyen:

En el siglo XIX, el químico francés Michel Chevreul estudió la adsorción de grasas en fibras textiles y desarrolló la teoría de la adsorción.

En el siglo XX, el químico polaco Jerzy Haber investigó la catálisis heterogénea, en la que los catalizadores se encuentran en un estado sólido y los reactivos en fase líquida o gas.

En la década de 1950, el químico estadounidense Langmuir desarrolló un modelo para describir la adsorción en una monocapa, conocido como la ley de Langmuir.

El concepto de adsorción ha evolucionado a lo largo de la historia a medida que se han desarrollado nuevas teorías y técnicas para medir y comprender este fenómeno.

En el siglo XIX, el químico suizo Jacob Berzelius fue uno de los primeros en investigar la adsorción al observar que los átomos de un gas se adherían a la superficie de un metal. A finales del siglo XIX, el químico francés Marcelin Berthelot y el químico alemán Fritz Haber desarrollaron una teoría cinética para explicar cómo los gases se adsorbían en las superficies sólidas.

En el siglo XX, los científicos comenzaron a utilizar técnicas más avanzadas para determinar la capacidad de algunos sólidos, incluyendo la espectroscopía de infrarrojos y la microscopía electrónica. Estas técnicas permitieron medir la cantidad de sustancia adsorbida en una superficie y estudiar la estructura de la capa adsorbida.

En los años 50 y 60, el químico físico estadounidense Irving Langmuir y el químico físico ruso Boris Derjaguin desarrollaron una teoría cinética de la adsorción basada en la interacción entre las moléculas adsorbida y la superficie adsorbente.

En la actualidad, la teoría de la adsorción se basa en la combinación de estos enfoques teóricos y en la utilización de técnicas experimentales avanzadas para medir la adsorción en una variedad de sistemas, desde sólidos simples hasta sólidos poliméricos y catalizadores. Además, se estudian nuevos mecanismos y procesos de adsorción como la adsorción química y la adsorción en materiales porosos y superficies modificadas.

El concepto de tensión superficial ha evolucionado a lo largo de la historia a medida que se han desarrollado nuevas teorías y técnicas para medir y comprender este fenómeno.

En el siglo XVII, el científico italiano Evangelista Torricelli fue uno de los primeros en investigar la tensión superficial al observar que el agua se mantenía en un tubo de vidrio con una altura específica, debido a la tensión en la superficie del líquido.

En el siglo XIX, el físico belga Joseph Plateau y el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac realizaron experimentos detallados sobre la tensión superficial de los líquidos y desarrollaron las primeras teorías para explicar este fenómeno.

En el siglo XX, los científicos comenzaron a utilizar técnicas más avanzadas para medir la tensión superficial, incluyendo la técnica de la gota pendiente y la técnica de la capilaridad. Estas técnicas permitieron medir la tensión superficial con mayor precisión y permitieron investigar una variedad de sustancias líquidas.

En los años 30, el físico suizo Fritz London propuso una teoría de las interacciones de las moléculas de los líquidos, que explicaba la tensión superficial en términos de las interacciones entre las moléculas en la superficie y en el interior del líquido.

En los años 50, el físico teórico israelí David Derjaguin y el físico ruso V. M. Muller desarrollaron una teoría de la tensión superficial basada en la teoría de las interacciones de las moléculas de London y las interacciones entre las moléculas en la interfaz líquido-aire.

En la década de los 60, el físico teórico estadounidense David Tabor y el químico británico Geoffrey Ingram Taylor desarrollaron una teoría de la tensión superficial basada en la estadística de las interacciones moleculares.

En la actualidad, la teoría de la tensión superficial se basa en la combinación de estos enfoques teóricos y en la utilización de técnicas experimentales avanzadas para medir la tensión superficial de una variedad de sustancias líquidas, desde líquidos simples hasta soluciones y emulsiones.

DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde la didáctica de las ciencias es relevante conocer los recorridos históricos que involucran los fenómenos químicos, y desde esta perspectiva, comprender los fenómenos de superficie, resaltando la importancia de los experimentos que se llevaron a cabo.

En la química, la discusión ha llevado a mostrar la existencia de concepciones que parecen ya haber sido superadas históricamente, pero que aún influyen en los modelos representacionales de la misma. Así pues, de acuerdo con Barragán (2001) estos presupuestos históricos dan resultado a explicaciones de diverso tipo, con fundamentos teóricos y experimentales frente a las preguntas planteadas. Según Jensen (2011) cómo se puede apreciar en la figura 6, se consigue aplicar en la educación científica como modelo para abordar la historia de las ciencias.

Figura 6: Perspectiva para abordar la historia de la ciencia en la educación científica

Perspectivas para abordar la historia de la ciencia en la educación científica		
Comprensión conceptual	Comprensión procedimental	Comprensión contextual
<ul style="list-style-type: none">• Conocer sobre cómo se construye el conocimiento científico.• Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico.• Problematicación y relación de los contenidos con la naturaleza de la ciencia.	<ul style="list-style-type: none">• Procesos y diseño de experimentos.• Dinámicas de las comunidades científicas.• Procesos de conclusiones e inferencias.	<ul style="list-style-type: none">• Intereses y actitudes positivas hacia la ciencia.• La actividad química en la relación con los aspectos individuales y colectivos.

Nota: Fuente: Jensen (2011).

La aproximación de los fenómenos de superficie está ligado a los diferentes niveles representacionales de acuerdo con lo expuesto por Jensen (2011). En este orden de ideas, es recomendable hacer énfasis entre la interacción de los procesos experimentales y la educación contextualizada con la finalidad de facilitar la construcción conceptual propia. De allí que se considere relevante realizar un recorrido histórico resaltando los experimentos y sus aportes más importantes.

Es necesario no apartar, ni hacer ajeno los conceptos e interpretaciones de las diferentes áreas del conocimiento ya que, desde todas las miradas del desarrollo cognitivo que tiene el estudiante se puede realizar una comprensión eficaz y asertiva de los conceptos de la ciencia, entre ellas la química. En consecuencia, por esto nace el objeto de estudio de este trabajo de grado ya que, al conocer el recorrido histórico de los fenómenos de superficie, enfocado desde los diferentes procesos

experimentales, al estudiante se le puede facilitar comprenderlos y aplicarlos en su contexto.

Elementos de la historia de la ciencia en la enseñanza de fenómenos de superficie

La elaboración de una secuencia didáctica relacionada con los fenómenos de superficie mediada por la historia de la química se basa en varias reflexiones teóricas y metodológicas. Algunas de ellas son:

- Enfoque histórico-cultural: la enseñanza de la química a través de la historia permite contextualizar los conceptos y conectar el pasado con el presente.
- Aprendizaje basado en problemas: la presentación de problemas relacionados con los fenómenos de superficie y su resolución mediante la historia de la química fomenta el pensamiento crítico y la creatividad.
- Aprendizaje significativo: la relación entre los fenómenos de superficie y su evolución a lo largo de la historia permite al estudiante conectar nuevos conocimientos con los conocimientos previos y darle sentido a la información.
- Enseñanza basada en proyectos: el diseño de proyectos relacionados con los fenómenos de superficie y su relación con la historia de la química fomenta el trabajo colaborativo y el desarrollo de habilidades de investigación.
- Uso de diferentes recursos didácticos: el uso de recursos didácticos como textos, imágenes, videos, y experimentos permite a los estudiantes visualizar y comprender mejor los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie.

Con base en lo expuesto, se establece la siguiente pregunta guía de la investigación:

¿Qué elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química se deben incorporar en una secuencia didáctica para la aproximación a los fenómenos de superficie en estudiantes de educación media?

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se deben incorporar en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en estudiantes de educación media.

Objetivos específicos

- Identificar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se deben incorporar en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media.
- Diseñar una secuencia didáctica fundamentada en estrategias de enseñanza mediadas por la historia de la química y una aproximación a los fenómenos de superficie.
- Validar la secuencia didáctica a través de juicio de expertos y el pilotaje de una de las actividades en términos de la pertinencia de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados.

METODOLOGÍA

En el apartado correspondiente a la metodología se desarrolla lo relacionado con el enfoque de la investigación, tipo, diseño y proceso se tuvo en cuenta para el diseño de la secuencia didáctica y poder lograr los objetivos. La importancia de esta sección radica en la exposición de la forma cómo se llevaron a cabo las diversas actividades que permitieron dar respuesta a la pregunta guía.

Enfoque

El enfoque de esta investigación se basa en el paradigma cualitativo. En referencia a este, Hernández, Fernández y Baptista (2014) expresan:

En la búsqueda cualitativa, en lugar de iniciar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si ésta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza examinando los hechos en sí y en el proceso desarrolla una teoría coherente para representar lo que observa (Esterberg, 2002). Dicho de otra forma, las investigaciones cualitativas se basan más en una lógica y proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas). Van de lo particular a lo general. Por ejemplo, en un estudio cualitativo típico, el investigador entrevista a una persona, analiza los datos que obtuvo y saca conclusiones; posteriormente, entrevista a otra persona, analiza esta nueva información y revisa sus resultados y conclusiones; del mismo modo, efectúa y analiza más entrevistas para comprender el fenómeno que estudia. Es decir, procede caso por caso, dato por dato, hasta llegar a una perspectiva más general. (p. 8).

En esta investigación, se visualizó una situación problema en el ámbito del aprendizaje y enseñanza de la química esto fue el objeto de investigación de este trabajo para mejorar la comprensión de los estudiantes en la introducción al tema de los fenómenos de superficie (FS).

Tipo de investigación

En cuanto al tipo de investigación, Palella y Martins (2012) exponen “el tipo de investigación se refiere a la clase de estudio que se va a realizar. Orienta sobre la finalidad general del estudio y sobre la manera de recolectar las informaciones o datos necesarios” (p. 88). Esta investigación es documental. En referencia a esta

tipología en el Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela (2016) se afirma lo siguiente:

Se entiende por Investigación Documental, el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo, principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos. La originalidad del estudio se refleja en el enfoque, criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones, recomendaciones y, en general, en el pensamiento del autor (p. 20).

En esta investigación la fuente primaria son los diversos documentos, artículos y libros que desarrollan los temas de los fenómenos de superficies y estrategias de enseñanza abordadas desde la historia de las ciencias y de la química.

Diseño de investigación

Desde el enfoque cualitativo, el diseño de esta investigación corresponde a la investigación – acción. De acuerdo con el criterio de Hernández, Fernández y Baptista (2014):

La finalidad de la investigación-acción es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente (...) Asimismo, se centra en aportar información que guíe la toma de decisiones para proyectos, procesos y reformas estructurales. Sandín (2003) señala que la investigación-acción pretende, esencialmente, propiciar el cambio social, transformar la realidad (social, educativa, económica, administrativa, etc.) y que las personas tomen conciencia de su papel en ese proceso de transformación. Por ello, implica la total colaboración de los participantes en: la detección de necesidades (ya que ellos conocen mejor que nadie la problemática a resolver), el involucramiento con la estructura a modificar, el proceso a mejorar, las prácticas que requieren cambiarse y la implementación de los resultados del estudio (McKernan, 2001). (p. 496 – 497).

¿Por qué el diseño de este trabajo de grado investigación – acción? Porque a través de una secuencia didáctica, fundamentada en la historia de la química tienen como objetivo que los estudiantes comprendan los fenómenos de superficie. En este orden de ideas, se seleccionó un tema de investigación, se profundizó en el mismo y se diseñó una solución. En este caso, una secuencia didáctica para que los estudiantes comprendan que son los fenómenos de superficie. De esta manera, se

buscó incidir en la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje de algunos conceptos relacionados con los fenómenos de superficie.

Proceso de investigación

El proceso de esta investigación se basa en lo expuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2014):

El proceso detallado (...); la mayoría de los autores lo presentan como una “espiral” sucesiva de ciclos (Pavlish y Pharris, 2011; Adams, 2010; Somekh, 2008; Sandín, 2003; y León y Montero, 2002). Los ciclos son:

- Detectar el problema de investigación, clarificarlo y diagnosticarlo (ya sea un problema social, la necesidad de un cambio, una mejora, etcétera).
- Formulación de un plan o programa para resolver el problema o introducir el cambio.
- Implementar el plan o programa y evaluar resultados.
- Realimentación, la cual conduce a un nuevo diagnóstico y a una nueva espiral de reflexión y acción. (p. 498).

Al tratarse de investigación – acción se hace necesario desarrollar una propuesta, en este caso una secuencia didáctica con base en la historia de la química que permita la comprensión de los fenómenos de superficie.

Técnicas e instrumentos para la recolección de la información

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en el desarrollo de la investigación son explicados a continuación. Sin embargo, es importante señalar a que se refiere cada término, Hurtado (2012), señala que las técnicas “tienen que ver con los procedimientos utilizados para la recolección de los datos, es decir, el cómo. Estas pueden ser de revisión documental, observación, encuestas y técnicas sociométricas, entre otras”. (p. 161). Mientras que los instrumentos, de acuerdo con Hurtado (2012) “representan la herramienta con la cual se va a recoger, filtrar y codificar la información, es decir, el con qué” (p. 161).

Las técnicas utilizadas fueron la revisión documental por tratarse de la historia de la química y los fenómenos de superficie. En este orden de ideas, los instrumentos

utilizados fueron las matrices de registro, análisis y categorías. Con base en esa información se procedió a diseñar la secuencia didáctica.

Fases de la investigación

- Identificar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se incorporaron en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media. Para el logro de este primer objetivo específico se llevó a cabo un proceso de revisión documental con la finalidad de encontrar los elementos teóricos relacionados con los fenómenos de superficie, la didáctica y la enseñanza de la química, así definir la estructura de la secuencia didáctica, se estructuraron las matrices de acuerdo a las actividades propuestas y lo que se espera cumplir con cada una de ellas teniendo presente las diferentes dimensiones del conocimiento y expresiones de los estudiantes en la abstracción y observación de los conceptos involucrados.
- Diseñar una secuencia didáctica fundamentada en estrategias de enseñanza medias por la historia de la química y los fenómenos de superficie. El diseño se basa en el modelo de diario de clase para el profesor que propone (Fernández González et al., 1999) en el libro ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras? Este modelo permite incorporar la enseñanza de la química mediante la historia y los fenómenos de superficie. Los elementos que tuvieron en cuenta para el diseño de la secuencia son: establecer los objetivos de aprendizaje donde sean claros y concretos de qué se quiere lograr de los estudiantes. No se puede dejar a un lado aquellos conocimientos previos que los estudiantes tengan sobre los fenómenos de superficie y sobre química en general. Se evaluó diseñar actividades que permitan a los estudiantes experimentar y comprender de manera práctica los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie. Las estrategias didácticas son relevantes y apropiadas para la edad de los estudiantes de educación media y para el cumplimiento del objetivo de aprendizaje. Asimismo, se incluyeron criterios de evaluación claros y objetivos para determinar el éxito de la secuencia didáctica. Se incorporó la historia de la ciencia y cómo se desarrollaron los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie para comprender la naturaleza interdisciplinaria de la ciencia y su evolución.

Bajo el diseño de investigación – acción educativa se proponen cinco actividades mediadas por la Taxonomía de Bloom donde se analizan los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie por estudiantes de educación media.

- Analizar la pertinencia de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados en la secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media. Para lograr el tercer objetivo específico, se diseñó un instrumento para evaluar la secuencia didáctica diseñada mediante la técnica de juicio de expertos y el pilotaje de una de las actividades en modalidad remota. En este orden de ideas, los criterios utilizados para llevar a cabo la evaluación fueron los siguientes:
 - Claridad de los elementos de la historia de las ciencias incorporados en la secuencia didáctica.
 - Evidencia de los elementos didácticos de la historia de las ciencias incorporadas en la secuencia didáctica.
 - Identificación de los elementos conceptuales tenidos en cuenta para el diseño de la secuencia didáctica.
 - Coherencia de las actividades y capacidad de respuesta de estas a los objetivos propuestos.
 - Concordancia de las actividades desde la perspectiva didáctica con la edad de la población a la cual están orientadas (jóvenes que cursan educación media).
 - Rúbricas de evaluación acordes a las actividades propuestas.

Evaluación de la secuencia

Se establece que para medir la pertinencia de la secuencia didáctica diseñada teniendo en cuenta las actividades propuestas, sus objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación se decide someterla a juicio de expertos; para la selección se tuvo en cuenta a profesionales con las competencias académicas que permita evaluar la secuencia didáctica en el área de la fisicoquímica y de la historia de las ciencias, que le aporte a la construcción de dicha secuencia y el pilotaje, se debe describir la actividad que se pilotó en correspondencia con el elementos o elementos incorporados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Evaluación de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química

Los derechos básicos de aprendizaje incluyen el derecho a una educación de calidad, que promueva el desarrollo integral de los estudiantes. La enseñanza de los fenómenos de superficie, como parte de la física y la química, es esencial para el desarrollo de habilidades y conocimientos en ciencias, incluyendo la resolución de problemas, la observación y la experimentación.

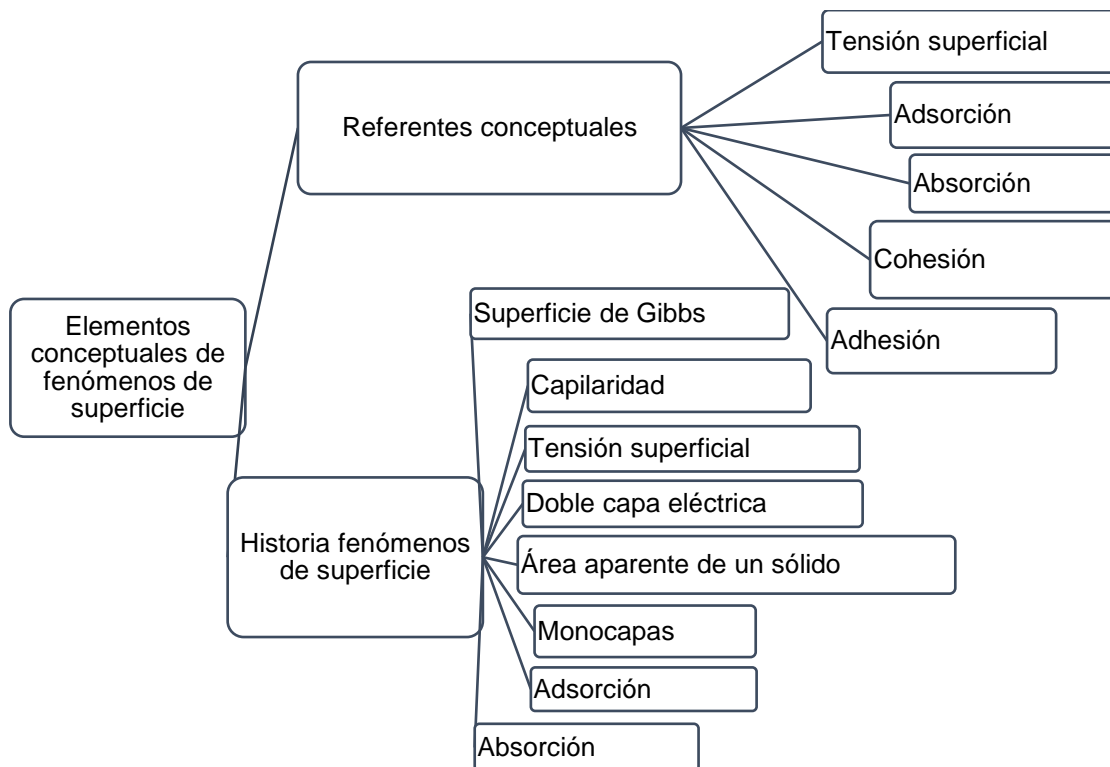
Además, los estándares de educación nacional de Colombia establecen que los estudiantes de educación media deben tener una comprensión básica de la física y la química, incluyendo los fenómenos de superficie. La enseñanza de estos fenómenos contribuye a desarrollar habilidades en pensamiento crítico, resolución de problemas y aprendizaje autónomo, habilidades esenciales para el desarrollo de una sociedad democrática y avanzada.

Además, los fenómenos de superficie tienen aplicaciones prácticas en diferentes campos, como la ingeniería, la biotecnología y la nanotecnología, por lo que es importante que los estudiantes comprendan estos conceptos para poder desempeñarse en estos campos en el futuro.

Para identificar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se tuvieron en cuenta para incorporar en la secuencia didáctica hacia la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media, se consideraron los siguientes aspectos:

En el contexto de la enseñanza de la química, una secuencia didáctica permite seleccionar un tema, en este caso, los fenómenos de superficie (FS) con la finalidad de enseñar a los estudiantes redes conceptuales asociadas a la tensión superficial, cohesión, adsorción, entre otros.

Figura 7: “Elementos conceptuales de fenómenos de superficie”

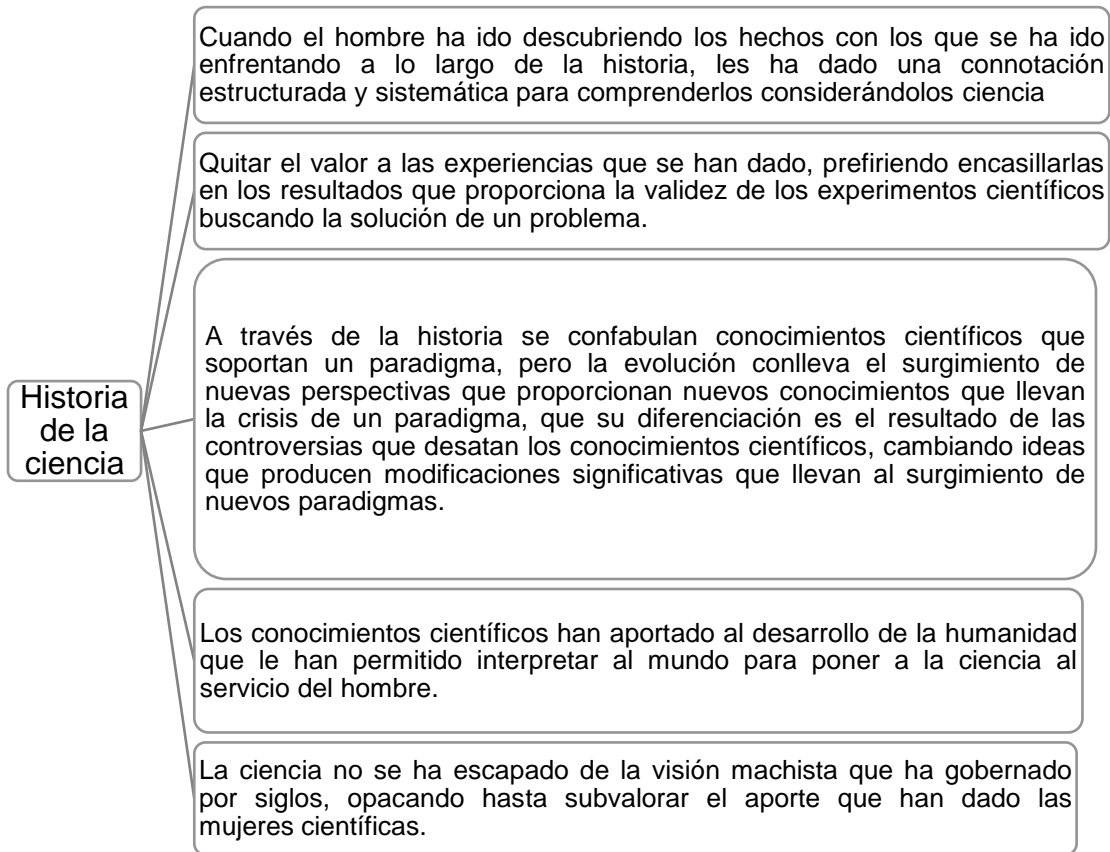


Nota. Fuente: Elaboración propia.

Partiendo de la figura 7 se incorporan desde las actividades de introducción de la SD que son los FS y los hitos históricos asociados a los mismos. Luego en la fase de implementación se profundiza en la comprensión de términos y experimentos. Por último, en las actividades de evaluación y retroalimentación se evalúa a los estudiantes para medir su grado de aprendizaje y comprensión.

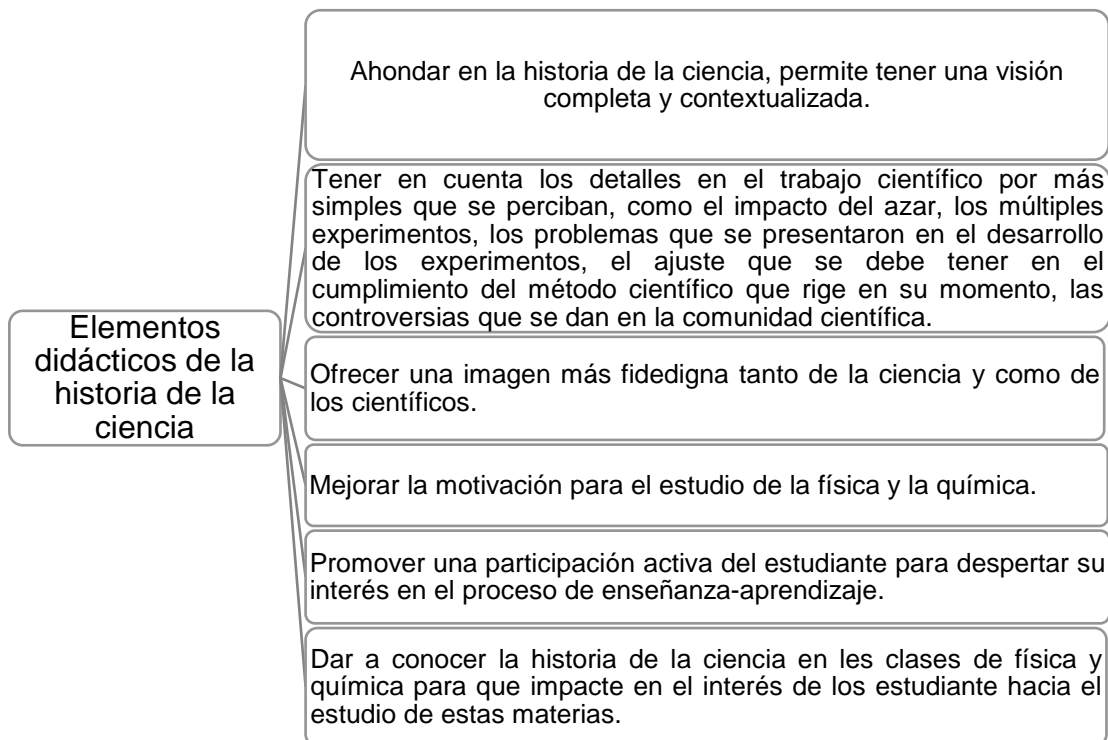
Las siguientes figuras muestran los referentes históricos de la ciencia, elementos de la historia de la ciencia y elementos de la didáctica de la historia de la ciencia que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la secuencia didáctica. (Adaptados de: (Solbes & Traver, 2001, 151-162).

Figura 8: "Elementos de la historia de las ciencias"



Nota. Fuente: Elaboración propia con base en Solbes & Traver (2001, 151-162).

Figura 9: "Elementos didácticos de la historia de la ciencia"



Nota. Fuente: Elaboración propia con base en Solbes & Traver (2001, 151-162).

En la figura 8 se observan los elementos que se consideran a partir de la historia de la ciencia para entender el desarrollo e impacto en la sociedad a través de los avances científicos y tecnológicos; se abarca a partir de la resolución de problemas que conlleven a interpretar al mundo para poner a la ciencia al servicio de la humanidad. Y en la figura 9 de los elementos didácticos de la historia de la ciencia principalmente se tuvo en cuenta los trabajos científicos por más simples que se perciban, como el impacto del azar, los múltiples experimentos, los problemas que se presentaron en el desarrollo de los experimentos, el ajuste que se debe tener en el cumplimiento del método científico que rige en su momento, las controversias que se dan en la comunidad científica, para alcanzar promover una participación activa del estudiante para despertar su interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para establecer la incidencia de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados en la secuencia didáctica, se decide implementar diferentes métodos de evaluación, como el juicio de expertos y se realizó un pilotaje.

El juicio de expertos implica la evaluación de la secuencia didáctica por parte de profesores especialistas en el tema que tienen experiencia en la enseñanza de los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie y la historia de la química.

Estos expertos proporcionaron una evaluación crítica y fundamentada de la secuencia didáctica, identificando las fortalezas y debilidades, sugiriendo cambios y mejoras, los cuales se tuvieron presentes sobre el diseño inicial.

Además de los expertos, también se realizó un pilotaje de una de las actividades incluidas en la secuencia didáctica inicial a unos estudiantes bajo la modalidad de educación remota, para determinar la comprensión de los conceptos de acuerdo con los criterios de evaluación planteados.

Diseño de una secuencia didáctica

Se empieza con una breve descripción de la secuencia diseñada inicialmente, presentando diferentes actividades de acuerdo con la propuesta de (Fernández González et al., 1999). Dando paso a la identificación de los elementos históricos y mitológicos que se tuvieron presentes, luego la valoración y recomendación de la mirada de juicio de expertos finalizando con la reconstrucción de la SD.

Para analizar los criterios que se implementaron en la evaluación de juicio de expertos de la secuencia didáctica diseñada, se contó con la participación de 4 profesionales en el área. Resultados que se pueden ver en la tabla 1

Tabla 1: Evaluación bajo juicio de expertos según los criterios propuestos

Criterios	Indicador			Total
	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple	
1. Son claros los elementos de la historia de las ciencias incorporados en la secuencia didáctica.		3	1	4
2. Se evidencian los elementos didácticos de la historia de las ciencias incorporadas en la secuencia didáctica.	1	3		4
3. Se identifican los elementos conceptuales tenidos en cuenta para el diseño de la secuencia didáctica.	1	1	2	4
4. Las actividades diseñadas tienen coherencia y responden a los objetivos propuestos.		4		4

5. Las actividades propuestas concuerdan desde la perspectiva didáctica a la edad de la población a la cual están orientadas.		3	1	4
6. Las rúbricas de evaluación están acorde a las actividades propuestas.	1	2	1	4

Actividad 1

SD inicial: Foro diferenciación conceptos de adsorción y absorción. Los objetivos de la actividad es identificar las ideas previas de los estudiantes con respecto a los conceptos de adsorción y absorción, y describir las diferencias entre los fenómenos de adsorción y absorción. (Se espera que con las actividades propuestas en esta primera parte los estudiantes construyan un concepto sobre el significado de los fenómenos de adsorción y absorción).

Los aportes de la actividad consisten en realizar un proceso de observación y contextualización sobre los conocimientos previos que tiene el estudiante y realizar una retroalimentación con la construcción a través de diferentes elementos en la historia de la ciencias para facilitar su diferenciación. Promoviendo una participación activa del estudiante para despertar su interés en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la rúbrica de juicio de expertos comentan que los elementos de la historia de las ciencias incorporados en la SD no son claros, esto sugiere que no se han incluido suficientes detalles sobre el desarrollo histórico de los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie; esto podría dificultar la comprensión de los estudiantes sobre cómo y por qué los conceptos se desarrollaron a lo largo del tiempo.

Otra posible razón que se infiere desde los comentarios es que los elementos históricos están presentes, pero no están organizados de manera clara y lógica, lo que dificulta la comprensión de los estudiantes.

Teniendo en consideración este aporte, es importante tener en cuenta esta retroalimentación de los expertos y considerar la incorporación de información histórica más detallada y organizada en la SD para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie y su

desarrollo histórico; la cuál es evidente en la nueva estructura de la SD presentada en el anexo 3.

SD final: Introducción a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, que tiene como objetivo comprender los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción mediante la aplicación de experiencias de estos conceptos en situaciones cotidianas. (Se espera que con las actividades propuestas en sea un introductorio a los estudiantes de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción mediante la aplicación de experiencias de estos conceptos en situaciones cotidianas)

Para su diseño se tuvo en cuenta el elemento didáctico de la historia de las ciencias: “Tener en cuenta los detalles en el trabajo científico por más simples que se perciban, como el impacto del azar, los múltiples experimentos, los problemas que se presentaron en el desarrollo de los experimentos, el ajuste que se debe tener en el cumplimiento del método científico que rige en su momento, las controversias que se dan en la comunidad científica.” Tomando en cuenta referentes teóricos de las experiencias que se hicieron a través de la historia diferentes científicos para la comprensión de los conceptos desde la observación del fenómeno.

Actividad 2

SD inicial: Evolución histórica de los fenómenos de superficie, el objetivo de esta actividad es presentar la temática fenómenos de superficie. (Con una respectiva lectura sobre las observaciones realizadas por Agnes Pockels en la tensión superficial y su repercusión en los fenómenos de superficie se espera que los estudiantes mediante una representación gráfica puedan asociar e interpretar la importancia de este).

Los aportes tenidos en cuenta para el desarrollo de la actividad desde la representación histórica de la química, visibilizando los hitos que ayudaron a la evolución de los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie, teniendo en cuenta que la inclusión de la historia de las ciencias, permite al estudiante tener una visión completa y contextualizada, según el referente de elementos de la didáctica en la ciencia.

El elemento que se toma como referencia de la historia de la ciencia en la actividad “Cuando el hombre ha ido descubriendo los hechos con los que se ha ido enfrentando a lo largo de la historia, les ha dado una connotación estructurada y sistemática para comprenderlos considerándolos ciencia.”

Se presenta una recopilación de las observaciones realizadas por los expertos frente a este criterio:

“La escasez en los elementos de la historia de las ciencias incorporados en la SD es un indicador de que no se han definido de manera clara y precisa los objetivos de aprendizaje relacionados con el tema. Además, puede ser un signo de que los contenidos históricos no están adecuadamente seleccionados o presentados, o que no se ha considerado cómo estos contenidos se relacionan con los conceptos relacionados con los fenómenos de superficie. Por otro lado, la falta de evidencias de los elementos didácticos de la historia de las ciencias incorporados en la SD exterioriza que no se han considerado estrategias pedagógicas adecuadas para desarrollar estos contenidos, o que las actividades propuestas no están diseñadas para lograr los objetivos de aprendizaje relacionados con estos temas. En ambos casos, es necesario repensar el diseño de la SD y asegurar que se establecen conexiones claras entre los contenidos históricos y los fenómenos de superficie estudiados, así como utilizar estrategias pedagógicas adecuadas para desarrollar estos contenidos de manera significativa para los estudiantes.”

El comentario anterior atiende a las observaciones dadas por los expertos en cuanto al criterio evaluado, tomándolo en cuenta para el rediseño, el cual incluye variedad de actividades, experimentos e hitos a través de la historia de la ciencia y que transversalmente han aportado a la concepción de los fenómenos de superficie.

SD final: Hitos históricos de los fenómenos de superficie, el cual tiene como fin Identificar de la historia de la química los científicos que han contribuido al desarrollo de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción. (Proporcionando ejemplos y referentes conceptuales los estudiantes identifiquen de la historia de la química los científicos que han contribuido al desarrollo de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción).

Los elementos que se añadieron acatando las recomendaciones del juicio de expertos de la historia de la ciencia es “Cuando el hombre ha ido descubriendo los hechos con los que se ha ido enfrentando a lo largo de la historia, les ha dado una connotación estructurada y sistemática para comprenderlos considerándolos ciencia”, y elementos didácticos al ofrecer una imagen más fidedigna tanto de la ciencia y como de los científicos.

Actividad 3

SD inicial – Plenaria. Los objetivos de la actividad son realizar el levantamiento histórico del fenómeno de tensión superficial como base para el desarrollo de diferentes fenómenos de superficie y diagramar una réplica del experimento de Agnes Pockels, realizar el respectivo análisis conceptual de lo que se logró en la época para el desarrollo del fenómeno de tensión superficial. (Con las actividades incluidas realizadas, se espera que los estudiantes contemplen la importancia histórica del proceso del experimento de Agnes Pockels y cada una de las ideas se someterá a una comparación mediante una deliberación que permita examinar las implicaciones que tuvo, la utilización y el desarrollo que este haya podido otorgar a los fenómenos de superficie).

Los aportes que se consideraron resaltar están de acuerdo con resaltar el papel de la mujer en los aportes en la ciencia tal como lo señala el apartado de la historia de la ciencia “la ciencia no se ha escapado de la visión machista que ha gobernado por siglos, opacando hasta subvalorar el aporte que han dado las mujeres científicas.” Y desde la didáctica “mejorar la motivación para el estudio de la física y la química”

Los expertos han señalado que las actividades no concuerdan desde una perspectiva didáctica con la edad de la población a la que están orientadas.

Respecto a este criterio, las 5 actividades diseñadas están relacionadas con el tema de los fenómenos de superficie, pero pudieran no facilitar la comprensión del tema. Con este aspecto, se hace necesario revisar lo relacionado con los contenidos y la planeación de la SD; el tema de los fenómenos de superficie posee un grado alto de dificultad que puede representar un reto para los docentes y estudiantes de educación media.

SD final – Experimentando, que tiene como meta del estudiante argumentar desde un análisis crítico la comparación de resultados obtenidos por los estudiantes vs los realizados por los científicos. (Se espera que los estudiantes logren argumentar desde un análisis crítico la comparación de resultados obtenidos por los estudiantes vs los realizados por los científicos, en diferentes procesos experimentales)

Los ajustes que se realizan al diseño de la actividad de acuerdo con las recomendaciones abordadas por el juicio de expertos nos llevan a incluir mas aportes conceptuales y metodológicos en el diseño de la actividad. Los apartados se contextualizan desde el elemento “quitar el valor a las experiencias que se han dado, prefiriendo encasillarlas en los resultados que proporciona la validez de los

experimentos científicos buscando la solución de un problema.” Comprendiendo que la experimentación permite fortalecer un conocimiento científico dinámico.

Actividad 4

SD inicial - Experimento tensión superficial de Agnes Pockels adaptado, que busca comparar grupal e individualmente los resultados obtenidos en la práctica experimental con los obtenidos en la época de Agnes Pockels, así, los estudiantes lograrán un nivel mayor de síntesis y desarrollo de pensamiento crítico. (Con la guía de laboratorio adaptada del experimento tensión superficial de Agnes Pockels se espera que los estudiantes realicen un escrito donde planteen individualmente su postura sobre la guía trabajada).

Esta actividad fue la que se realizó en el pilotaje. (Experimento adaptación experiencia Agnes Pockels). La evaluación de una actividad mediante un pilotaje consiste en probar y evaluar la actividad antes de su implementación en el aula con un grupo reducido de estudiantes.

El objetivo es determinar la pertinencia de la actividad en relación con los objetivos propuestos; el proceso de evaluación incluye la observación de los estudiantes durante la realización de la actividad, la recolección de datos mediante un informe, y la revisión de los resultados obtenidos. A la actividad propuesta inicialmente se le realizaron algunos ajustes ya que se implementa la última actividad de la SD por lo que los estudiantes no llevaban el progreso de las actividades anteriores, entre ellos, unas preguntas orientadoras teniendo en cuenta que el pilotaje es implementado en educación remota. La guía de la experiencia diseñada se puede evidenciar en el siguiente enlace: https://www.canva.com/design/DAFSIqrf99w/a_dNvUn4yyIVG1Wc2iPxsQ/view?utm_content=DAFSIqrf99w&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton.

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con los criterios planteados para la actividad:

Tabla 2: Rúbrica de evaluación actividad pilotaje

Instrumento de evaluación N° 4	
Experimento tensión superficial de Agnes Pockels adaptado	
Nombre:	Curso:

Desde la guía de laboratorio de la adaptación del Experimento tensión superficial de Agnes Pockels realizar un escrito donde plantee individualmente su postura sobre la guía trabajada y argumenta por qué tiene esa postura			
** actividad con criterios consensuados con los estudiantes.			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Realiza la réplica de la adaptación del Experimento tensión superficial de Agnes Pockels	12		
2. Tiene sentido realizar un escrito donde se observen descripciones cada vez más precisas considerando las condiciones del contexto	8	4	
3. Identifica en forma clara uno o varios problemas de investigación, y los argumenta acorde con los desarrollos conceptuales y metodológicos.	10	2	
** 4. Envía evidencia fotográfica del procedimiento realizado	12		

Posteriormente se realizan comentarios de las respuestas de las preguntas orientadoras entregadas a los estudiantes:

- ¿Se aprecia alguna diferencia entre las soluciones? Con esta pregunta se buscaba que el estudiante realizara el montaje del experimento de manera adecuada y sin necesidad de una explicación adicional para su elaboración y de allí pudiera observar si se evidenciaba algún cambio en la superficie. Se evidencia que los estudiantes realizan el montaje del procedimiento establecido, y así conllevan a realizar el análisis del trozo de aluminio al ponerlo en la superficie de las diferentes soluciones. Según sus análisis y evidencia visual se puede decir que el resultado esperado de los estudiantes es el esperado.
- ¿Qué sucede exactamente con la tensión superficial del agua y en cada una de las soluciones preparadas? Se espera del estudiante que del montaje y la curiosidad a partir de la observación que realice logre un análisis con el resultado obtenido.
Aquí vale la pena aclarar que la actividad se utilizó como una actividad de cierre frente a la temática que estaban aprendiendo sobre las propiedades

físicas de los materiales. Los estudiantes relatan y comparan la situación que se le presenta en cada una de las superficies.

- ¿Aprecia alguna diferencia en la superficie del agua en comparación con cada una de las soluciones? Como se dijo en el numeral anterior fue una actividad aplicada de cierre en la cual los estudiantes tenían un aprendizaje comparativo de las propiedades físicas de los materiales y las propiedades intrínsecas del agua.

Se evidencia que los estudiantes logran un buen análisis al comparar los diferentes resultados obtenidos en las diferentes soluciones preparadas en comparación al agua.

En el caso de esta actividad se evidencia la comprensión del concepto de tensión superficial a través de la realización del experimento y análisis de los resultados junto con unas preguntas orientadoras propuestas, esta experiencia permitió que los estudiantes pusieran en práctica la concepción teórica que tenían de tensión superficial, evidenciando la capacidad para llevar a cabo el experimento de forma autónoma y un pensamiento científico crítico de los resultados obtenidos

En base a los criterios evaluados por el juicio de expertos, se puede concluir que la actividad diseñada inicialmente presenta debilidades en cuanto a la claridad y coherencia de los elementos de la historia de la química incorporados, así como en la relación entre el diseño y los objetivos planteados. Además, se observa una desconexión con la edad de la población a la cual están orientadas las actividades.

SD final - ¿Cómo aplicar los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales? Para explicar las aplicaciones de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales. (Se espera de los estudiantes que puedan explicar las aplicaciones de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales).

Partiendo desde el elemento de la didáctica en la historia de las ciencias “Tener en cuenta los detalles en el trabajo científico por más simples que se perciban, como el impacto del azar, los múltiples experimentos, los problemas que se presentaron en el desarrollo de los experimentos, el ajuste que se debe tener en el cumplimiento del método científico que rige en su momento, las controversias que se dan en la comunidad científica.” Esto para que el estudiante aplique cada uno de los argumentos y conceptos que ha construido en cada una de las actividades anteriores realizadas.

Actividad 5

SD inicial – Reconstrucción de la carta de Agnes Pockels en el contexto actual, que tiene objetivos confrontar las ideas favorece la construcción de argumentos y explorar contextos permite a los estudiantes que expresen su punto de vista frente a lo que ellos consideran determinante en la historia de las ciencias, y en el aprendizaje de conceptos nuevos; evidenciando el nivel superior de la taxonomía de Bloom al reconstruir un fenómeno desde un contexto distinto. (Se espera de los estudiantes reconstruyan la carta de Agnes Pockels en el contexto actual junto los argumentos que sostienen la afirmación: “Cocina o laboratorio”. Además de la capacidad para redactar sus propios conocimientos y plasmarlos de manera escrita).

Para la construcción de la actividad se tuvieron en cuenta los aportes de la historia de las ciencias “La ciencia no se ha escapado de la visión machista que ha gobernado por siglos, opacando hasta subvalorar el aporte que han dado las mujeres científicas.” Dándole relevancia al contexto que vivían las mujeres en la antigüedad para el aporte de conocimientos científicos.

Los expertos observan una falta de claridad en los elementos conceptuales de la historia de las ciencias incorporados en la SD. Además, las actividades diseñadas no presentan suficiente coherencia y no se puede establecer una relación directa con los objetivos propuestos.

En consecuencia, se hace necesario poner de manera explícita los conceptos o iniciar la SD con una actividad que facilite la revisión y comprensión, de la teoría relacionada con los fenómenos de superficie.

Bajo esta perspectiva, el dominio conceptual es una de las áreas claves para la construcción de conocimiento y poder avanzar hacia en aprendizaje significativo de los estudiantes.

SD final - Proyecto de innovación, la cual busca diseñar un proyecto de innovación en el que se apliquen los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible. (Se espera de los estudiantes diseñen un proyecto de innovación en el que se apliquen los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible).

Siguiendo con la jerarquía y orden de las actividades se decide concluir el proceso de aprendizaje de los estudiantes incorporando elementos didácticos de la historia

de la ciencia ahondando la historia que le permita al estudiante tener una visión completa y contextualizada para analizar las interacciones del hombre a medida que ha ido descubriendo los hechos con los que se ha ido enfrentando a lo largo de la historia, les ha dado una connotación estructurada y sistemática para comprenderlos considerándolos ciencia.

Por último, se revisan las rúbricas para asegurar que estén alineadas con los objetivos y contenidos de la SD garantizando su efectividad, recordando que están diseñadas para que cualquier lector pueda identificar su utilidad sin necesidad de una explicación. Esto desde la recomendación de las observaciones de los expertos que determinan que no son claras las rúbricas de evaluación utilizadas en la SD diseñada, señalado que estas rúbricas no están acordes con las actividades propuestas, manifiestan no ser claras para los objetivos planteados en cada actividad, lo que dificulta la evaluación de los estudiantes y la medición de su aprendizaje.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados se puede afirmar que la secuencia didáctica incorpora elementos de la historia de la ciencia, pero deben ser explícitos, abarcar diferentes experiencias y adecuadas al nivel de educación media. La mayor debilidad de la SD es que no contempla de forma clara y explícita los aspectos conceptuales. Otro aspecto para mejorar es lo relacionado con la evaluación de las actividades. Por último, es necesario puntualizar que, si bien la secuencia didáctica cumple con lo señalado por el autor tomado como guía, es pertinente mejorar la variedad de las actividades que integran la SD, la cual se puede ver evidenciada en el diseño final en el anexo 3.

- Se identificó los conceptos clave relacionados a la aproximación de los fenómenos de superficie y cómo estos se relacionan con la historia de la química. Los conceptos que se incluyeron fueron cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, dando una introducción general al tópico principal. Desde allí se resaltó la importancia de incluir información sobre el desarrollo histórico de los conceptos clave a lo largo del tiempo, los cuáles fueron seleccionados de acuerdo con la búsqueda bibliográfica y la complejidad de su elaboración, teniendo en cuenta los elementos históricos y didácticos de la historia de la ciencia. Esto incluye los científicos y las teorías que han contribuido al desarrollo de estos conceptos.
- Se diseñó una secuencia de actividades basados en el aprendizaje significativo, se incluyeron ejemplos de cómo los conceptos se aplican en la

vida cotidiana y en tecnologías actuales para hacerlos más relevantes e interesantes para los estudiantes. Con la incorporación de actividades prácticas consiguiendo aplicar los conceptos aprendidos en situaciones concretas. Se incluye una evaluación permanente, formativa, en cada una de las actividades para conocer el progreso de los estudiantes a lo largo de la secuencia didáctica.

- Teniendo en cuenta las observaciones planteadas por los expertos se realiza una reestructuración en el diseño de la secuencia didáctica inicial. Se necesita ir de los aspectos más básicos a los más complejos. El tema de los fenómenos de superficie puede ser complicado para muchas personas que cursan química a nivel de educación media. Por eso la necesidad de incorporar la historia en su enseñanza, pero de forma sistémica e integral de manera de que la SD sea lo más comprensible para los estudiantes.

Recomendaciones

En el anexo 3 se toman en cuenta las siguientes recomendaciones, abstraídas de las observaciones brindadas en la evaluación de la secuencia inicial (anexo 2)

1. Incorporar de manera más clara y evidente los elementos de la historia de la química en la secuencia didáctica, para que los estudiantes puedan entender cómo estos conceptos han evolucionado a lo largo del tiempo.
2. Asegurar la coherencia entre las actividades propuestas y los objetivos de aprendizaje, para que los estudiantes puedan relacionar lo que están aprendiendo con lo que ya saben.
3. Adaptar las actividades a la edad y nivel de comprensión de la población estudiantil, para asegurar que las actividades sean accesibles y significativas para ellos.
4. Plantear que las rúbricas de evaluación estén alineadas con las actividades propuestas, para que los estudiantes puedan entender qué se espera de ellos y cómo serán evaluados.
5. Asegurar la retroalimentación continua con los estudiantes y docentes para mejorar la metodología y adaptarla a las necesidades del grupo.

REFERENCIAS

Agnes Pockels y Lord Rayleigh. Cwp.library.ucla.edu. Retrieved 5 September 2022, from <http://cwp.library.ucla.edu/articles/pockels/pockels.html>.

Barragán, D. (2010). El empleo de la historia de la Química como eje fundamental para su enseñanza en Educación Básica. <https://doi.org/10.17227/PPDQ.2010.num46.518>

Bautista, L.; Caervantes, M.; Dávila, L.; Delgado, B.; Sánchez, K.; Vázquez, S.; Torres, E. (2018). Físicoquímica. México: Universidad Veracruzana.

Brown, T.; LeMay, H.; Bursten, B.; y Murphy, C. (2009). Química la Ciencia Central. Decimoprimer edición. México: Pearson Educación.

Carriazo Baños, J. y Saavedra Alemán, M. (2004). La didáctica de la química: una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (15). <https://doi.org/10.17227/ted.num15-5563>.

Carriazo, J. G., Saavedra, M. J., & Molina, M. F. (2010). Propiedades adsorptivas de un carbón activado y determinación de la ecuación de Langmuir empleando materiales de bajo costo. *Educación Química*, 21(3), 224-229. [https://doi.org/10.1016/s0187-893x\(18\)30087-9](https://doi.org/10.1016/s0187-893x(18)30087-9)

Centro Virtual Cervantes. (2022). Secuencia Didáctica. https://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/diccio_ele/diccionario/secuencia_didactica.htm

Coll, C. (2020). Significado del término enseñanza. Web del Magisterio Colombiano.

Cuellar Fernández, L., Quintanilla Gatica, M., y Marzàbal Blancafort, A. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16(2), 277-291 ISSN: 1516-7313. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019497001>

Diario La Vanguardia. (2007). El investigador alemán Gerhard Ertl, Premio Nobel de Química. <https://www.lavanguardia.com/vida/20071010/53401175932/el-investigador-aleman-gerhard-ertl-premio-nobel-de-quimica.html>

Díaz-Barriga, A. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. http://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluaci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf

Durán, A. (2017). A hombros de gigantes. <https://institucional.us.es/blogimus/2017/09/a-hombros-de->

[gigantes/#:~:text=XII\)%2C%20quien%20en%20su%20Metalogicon,a%20su%20es tatura%20de%20gigantes%C2%BB](#)

EcuRed. (s.f.). Adsorción. <https://www.ecured.cu/Adsorci%C3%B3n>

Educa-Ciencia (s.f.). Tensión superficial. <https://educa-ciencia.com/tension-superficial/>

Elementos de la historia de la ciencia en la enseñanza de fenómenos de superficie

Fernández González (1999) ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?

Fernández González, J., Elortegui Escartín, N., Moreno Jiménez, T., y Rodríguez García, J. (1999). ¿cómo hacer unidades didácticas innovadoras? [Ebook] (pp. 49-52). Red de información educativa. <http://www.grupoblascabrera.org/webs/ficheros/08%20Bibliograf%C3%ADa/02%20Forprof/01%20Elaboracion%20de%20unidades%20didacticas.pdf>

González, F. J. (2013, 17 mayo). Cómo hacer unidades didácticas innovadoras. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/58320>

Indagación científica en Educación Infantil: Propuesta didáctica con agua - Repositorio Institucional de Documentos. (2020). <https://zguan.unizar.es/record/95244>

Ingeniería y Química Fácil. (2022). Todas las diferencias entre Absorción, Adsorción y Sorción (video animado y con ejemplos) [Video]. https://www.youtube.com/watch?v=4P_B8EtUrFE&ab_channel=Ingenier%C3%ADayQu%C3%ADmicaF%C3%A1cil.

Ingeniería y Química Fácil. (2022). TODAS las diferencias entre Absorción

Izquierdo, M.; García, A.; Quintanilla, M.; Adúriz, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Calda.

Jaramillo, O. (2007). Tensión superficial. <https://www.ier.unam.mx/~ojs/pub/Liquid3/node10.html>

Ley 53 de 1975. (Diciembre 18). Por la cual se reconoce la profesión de Químico y se reglamenta su ejercicio en el país. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=66174>

Monereo, C. (Coord). (2020). Estrategias de enseñanza y aprendizaje Formación del profesorado y aplicación en la escuela. Barcelona: Editorial Graó.

Múnera Tangarife, R. (2006). Físicoquímica [Ebook] (pp. 133-153). Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

<https://1library.co/article/fen%C3%B3menos-de-superficie-unad-m%C3%B3dulo-fisicoqu%C3%ADmica.z15kkrvy>.

Nyholm, R. (1956). El Renacimiento de la Química Inorgánica. <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/4706/1/EI%20Renacimiento%20de%20la%20Qu%C3%admica%20Inorg%C3%a1nica.pdf>

Pessoa de Carvalho, A. M., & Gil Pérez, D. (2018). Dificultades para la incorporación a la enseñanza de los hallazgos de la investigación e innovación en didáctica de las ciencias. *Educación Química*, 11(2), 244. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.2.66460>

Quijano, A.; y Navarrete, Y. (2022). Chemistry Teaching: Need for Strengthening and Understanding In High School Students. *Revista Oratores*. <https://revistas.umecit.edu.pa/index.php/oratores/article/view/603/1387>

Rodríguez, N. (2017). Enseñanza en las matemáticas en los nuevos tiempos. Claves de reflexión. *Revista Actualidad Educativa*. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Volumen I / N° 2 / Enero – Junio 2017.

Romero, A. (2020). La historia de la ciencia como recurso didáctico para la enseñanza de la física y de la química. Trabajo Fin de Master. Jaén: Universidad de Jaén.

https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/13288/1/TFM_Romero_Munoz_Alejandro_Historia_de_la_ciencia_como_recurso_didactico_Especialidad_fisica_y_quimica.pdf

Rubiano, D.; y Quintero, V. (2017). Estrategia metodológica de enseñanza desde la historia y epistemología de la química de las propiedades periódicas, a través de la experimentación bajo el alineamiento constructivo. 2016: VII Congreso Internacional de Formación de Profesores de Ciencias. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4552>

Salager, J. (2002). Fenómenos Interfaciales en Dispersiones Polifásicas y en Medios Porosos. <https://es.firp-ula.org/wp-content/uploads/2019/06/S122N.pdf>

Solbes, J., & Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 151-162. Retrieved 5 September 2022, from <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21726/21560>

Solbes, J., & Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 19(1), 151-162. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4020>

Talanquer, J. (2011). Educación química: escuchando la voz de la historia y la filosofía. En Bertomeu, J.; Jensen, W.; Seeman, J.; House, M.; Talanquer, J.; Chamizo, J.(2011). Química: Historia, filosofía y Educación. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Tubert, I., & Talanquer, V. (2018). Sobre adsorción. *Educación Química*, 8(4), 186. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.1997.4.66595>

Universidad de Salamanca. (s.f.). Adsorción. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/70358/fichero/CAPITULO2.pdf>

Universidad Pedagógica Nacional. (2022). Acreditación institucional. <http://aseguramientocalidad.pedagogica.edu.co/proceso-de-acreditacion-institucional/#:~:text=La%20Universidad%20Pedag%C3%B3gica%20Nacional%20recibi%C3%B3,del%20Ministerio%20de%20Educaci%C3%B3n%20Nacional>.

Vite, L. (2012). Características de los líquidos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n4/m14.html>

Yapu Machicado, W. (1997). Físicoquímica de superficies la nueva ciencia. *Revista Ciencia y Cultura*, (1), 146-154. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-33231997000100017&lng=es&tlng=es.

ANEXOS

Anexo 1

RUBRICA EVALUADORES JUCIO DE EXPERTOS

A continuación, se muestra el instrumento que se le envió a los profesionales para que realizaran su respectiva evaluación de acuerdo con los criterios que se escogieron debió cumplir el diseño de la secuencia didáctica

Estimado(a) docente, el trabajo evaluativo que usted realiza servirá de contribución al trabajo de grado: REFLEXIONES TEÓRICAS Y METODOLÓGICAS PARA EL DISEÑO DE UNA SECUENCIA DIDÁCTICA RELACIONADA CON LOS FENÓMENOS DE SUPERFICIE MEDIADA POR LA HISTORIA DE LA QUÍMICA, para optar por el título de Licenciado en Química de la Universidad Pedagógica Nacional; es necesario comprender algunos aspectos de su trayectoria académica y profesional en el campo de la enseñanza de las ciencias. Es importante aclarar que allí se protegerán los datos por lo que cuando se mencione dicha información se hará bajo anonimato.

Agradecemos de antemano su disposición y tiempo en este proceso.

Datos del profesor:

Nombres y apellidos	
Título de pregrado en	
Título(s) de posgrado en	
Programa en el que labora actualmente	
Institución educativa y/o universitaria	
Lugar de ubicación de la institución	
Correo de contacto	

Experiencia docente:

Años totales de experiencia profesional	
Años de experiencia docente	

Otro tipo de experiencia docente	
----------------------------------	--

Esta secuencia didáctica tiene como finalidad presentar un diseño que se basa en el modelo de diario de clase para el profesor que proponen Fernández González et al., (1999) en el libro ¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?; que responde y atiende a una revisión documental centrada en estrategias didácticas orientadas desde la historia de la química y los fenómenos de superficie. Se espera como evidencia que los estudiantes de educación media puedan obtener un conocimiento contextualizado y aproximarse a la comprensión de estos conceptos a medida que incorporan aspectos relevantes de su desarrollo en el tiempo. Es decir, se aborda una serie de actividades de forma progresiva y en contexto, lo que puede traducirse en un mejor rendimiento académico.

Bajo la investigación – acción educativa se proponen cinco actividades mediadas por la Taxonomía de Bloom como componente evaluativo en correspondencia con los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química seleccionados e incluidos en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media.

Los objetivos que se plantearon en nuestro trabajo de grado son los siguientes:

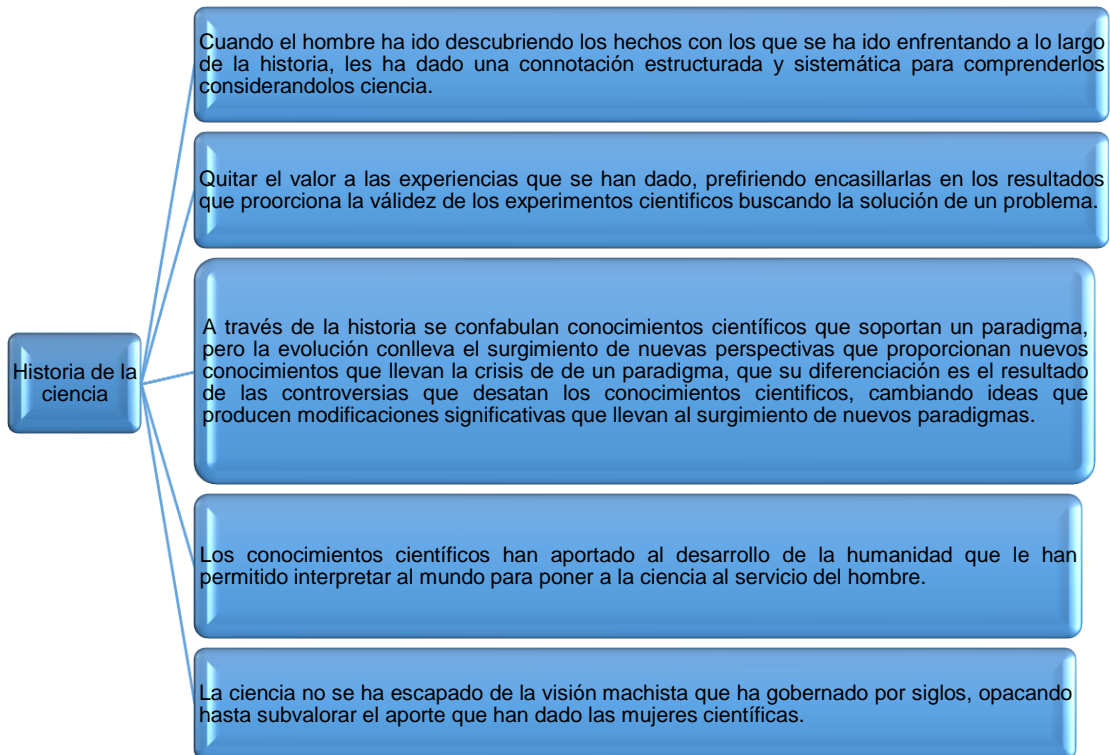
Objetivo general: Analizar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se deben incorporar en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media.

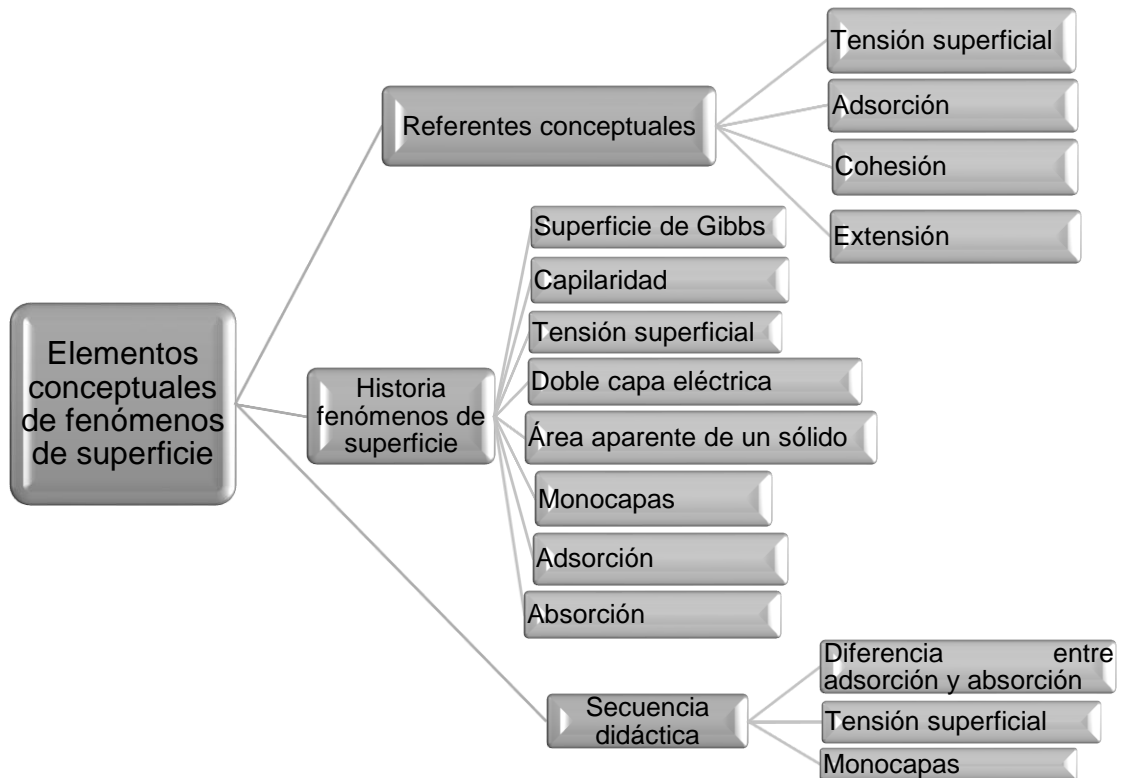
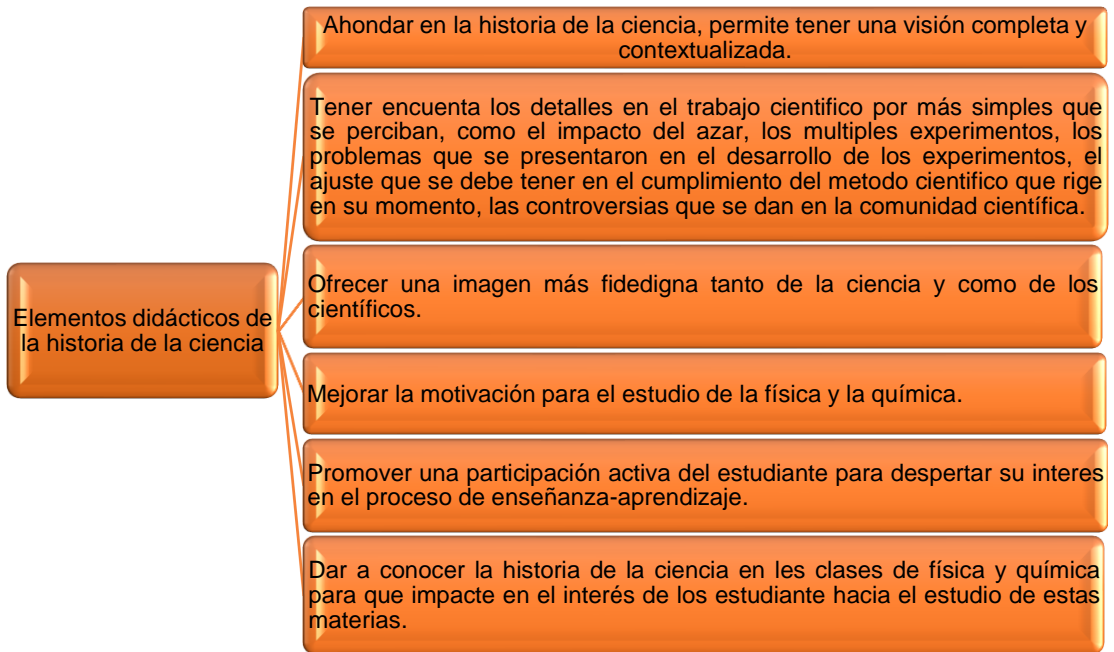
Objetivos específicos

- Identificar los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química que se deben incorporar en una secuencia didáctica para la comprensión de los fenómenos de superficie en un grupo de estudiantes de educación media.
- Diseñar una secuencia didáctica centrada en una recopilación historiográfica de los fenómenos de superficie.
- Establecer la incidencia de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados en una secuencia didáctica a través de juicio de expertos.

Elementos de la historia de la ciencia en la enseñanza de fenómenos de superficie

Los siguientes diagramas muestran los referentes históricos de la ciencia, elementos de la historia de la ciencia y elementos conceptuales que se tuvieron en cuenta para la elaboración de la secuencia didáctica. Adaptados de Solbes & Traver (2001, 151-162).





A continuación, se presentan los instrumentos diseñados con sus respectivos criterios de evaluación reflejados en la matriz evaluativa, especificada para cada actividad de conformidad con lo anteriormente citado.

Se adjunta la rúbrica de evaluación para la secuencia de actividades propuesta; en esta se evidencian los criterios que se esperan cumplir y un espacio para observaciones extra que parezcan pertinentes a los expertos.

Rubrica de evaluación diseño de secuencia didáctica			
Evaluación bajo juicio de expertos			
Establecer la incidencia de los elementos conceptuales y metodológicos de la historia de la química incorporados en una secuencia didáctica a través de juicio de expertos.			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Son claros los elementos de la historia de las ciencias incorporados en la secuencia didáctica.			
2. Se evidencian los elementos didácticos de la historia de las ciencias incorporadas en la secuencia didáctica.			
3. Se identifican los elementos conceptuales tenidos en cuenta para el diseño de la secuencia didáctica.			
4. Las actividades diseñadas tienen coherencia y responden			

a los objetivos propuestos.			
5. Las actividades propuestas concuerdan desde la perspectiva didáctica a la edad de la población a la cual están orientadas.			
6. Las rúbricas de evaluación están acorde a las actividades propuestas.			
Observaciones:			

Título de la secuencia didáctica	Secuencia didáctica basada en la historia de la química para favorecer el aprendizaje de los fenómenos de superficie en estudiantes de educación media
Autoras del diseño	Katherin Gissell Morales Fuentes Código: 2017215042 Silvia Leonor Álvarez Villa Código: 2017115002
Fecha de elaboración	3 de septiembre de 2022

Macro currículo	
Dónde educar Evaluar Contexto institucional	Institución de educación media localizada en la ciudad de Bogotá
A quién va dirigida la secuencia didáctica	Estudiantes de educación media
Para qué educar y	

evaluar	La secuencia didáctica tiene como finalidad que los estudiantes de educación media tengan una mejor comprensión de los fenómenos de superficie y de su evolución histórica
Por qué educar y evaluar	Los fenómenos de superficie tienen gran relevancia a nivel de la industria. Por otra parte, los conceptos asociados permiten a los estudiantes fortalecer su conocimiento en el área de la química inorgánica
En qué educar	Fenómenos de superficie y su evolución histórica
Cómo educar y evaluar	A través de una secuencia didáctica que comprenda aspectos teóricos y prácticos

Micro currículo	
A quién enseñar y evaluar	Estudiantes de educación media, con edades comprendidas entre los 14 y 18 años.
Para qué educar y evaluar	La secuencia didáctica tiene como finalidad que los estudiantes de educación media tengan una mejor comprensión de algunos fenómenos de superficie y de algunos hitos históricos
Por qué educar y evaluar	Los fenómenos de superficie tienen gran relevancia a nivel de la industria. Por otra parte, los conceptos asociados permiten a los estudiantes fortalecer su conocimiento en el área de la química inorgánica
Qué enseñar	Fenómenos de superficie Algunos hitos históricos de los fenómenos de superficie
Cómo enseñar y evaluar	A través de las actividades especificadas a continuación

Anexo 2

SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA INICIAL

De acuerdo con el modelo propuesto por Díaz-Barriga (2013), se propuso una secuencia didáctica que comprende introducción, desarrollo y cierre a través de 5 actividades. En la siguiente Tabla (Tabla 1) se exponen los objetivos individuales de cada actividad.

Tabla 3: Objetivos de las actividades de la secuencia didáctica.

Actividad	Objetivo
Actividad 1 (AI) y (AIM)	Identificar las ideas de los estudiantes con respeto a los conceptos de adsorción y absorción
Actividad 1 (AR) y (AE)	Introducir la temática de adsorción y absorción
Actividad 2 (AI); (AIM); (AR) y (AE)	Introducción y desarrollo de la temática fenómenos de superficie
Actividad 3 (AI)	Realizar el levantamiento histórico del fenómeno de tensión superficial como base para el desarrollo de diferentes fenómenos de superficie.
Actividad 3 (AIM); (AR) y (AE)	Por medio de un trabajo grupal analizar y diagramar una réplica del experimento de Agnes Pockels, realizar el respectivo análisis conceptual de lo que se logró en la época para el desarrollo del fenómeno de tensión superficial
Actividad 4 (AI); (AIM); (AR) y (AE)	Desde la construcción de argumentos grupales e individuales los estudiantes lograrán un nivel mayor de síntesis y desarrollo de pensamiento crítico.
Actividad 5 (AI) y (AIM)	La confrontación de las ideas favorece la construcción de argumentos.
Actividad 5 (AR) y (AE)	La exploración de contextos permite a los estudiantes que expresen su punto de vista frente a lo que ellos consideran determinante en la historia de las ciencias, y en el aprendizaje de conceptos nuevos; evidenciando el nivel superior de la taxonomía de Bloom al reconstruir un fenómeno desde un contexto distinto.

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

A continuación, se muestran las cinco actividades que integran la secuencia didáctica diseñada por las estudiantes.

Actividad 1 – Foro diferenciación conceptos de adsorción y absorción

- **(AI)** Elaboración de grupos de trabajo de 4 estudiantes el cual deben hablar y generar un párrafo sobre lo que entienden cuando escuchan las palabras “adsorción y absorción”, en el deben tener el significado, diferenciación y utilidades para la vida diaria.
- **(AIM)** Presentación del vídeo “TODAS las diferencias entre Absorción, Adsorción y Sorción (video animado y con ejemplos)” (tomado de: https://www.youtube.com/watch?v=4P_B8EtUrFE&ab_channel=Ingenier%C3%ADayQu%C3%ADmicaF%C3%A1cil) el cual les da un breve resumen de la concepción del significado, diferencia y ejemplos de los conceptos de adsorción y absorción.
- **(AR)** Analizar en los grupos de trabajo lo presentado en los vídeos y compararlo con los párrafos redactados por ellos mismos, posteriormente eligen un representante. Estando todos los representantes enfrente del salón, cada uno va a leer lo que escribieron con sus compañeros. Los otros estudiantes (los que están escuchando) tienen derecho de realizar preguntas e intervenciones a los representantes de cada grupo, esto se hará al final de que todos lean sus redacciones para ello deben prestar atención y hacer las respectivas anotaciones.
Cerrando el docente unificara las informaciones de todos y generara un mapa mental del grupo.
- **(AE)** Los estudiantes generan un concepto sobre el significado de la adsorción y absorción a partir de las actividades desarrolladas, la diferencia entre ellas. De máximo una página y mínimo 2 párrafos

Tabla 4: Matriz evaluación actividad 1.

Instrumento de evaluación N°1	
Foro diferenciación conceptos de adsorción y absorción.	
Nombre:	Curso:

Teniendo en cuenta las actividades realizadas hasta ahora, construya un concepto sobre el significado sobre el significado de la adsorción y absorción y la diferencia entre ellas			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Los conocimientos en adsorción y absorción podemos utilizar para nuestras actividades diarias			
2. Conozco las implicaciones del poco reconocimiento entre las diferencias de adsorción y absorción.			
3. Establece límites que le permitan identificar las diferencias entre adsorción y absorción			
4. Conoce la importancia del desarrollo de la aplicabilidad de la adsorción y absorción en la construcción de los conceptos de fenómenos de superficie			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 2: Evolución histórica de los fenómenos de superficie

- **(AI)** Explicación por el profesor de introductoria a los fenómenos de superficie: la cual puede ser guiado por recursos visuales como: “Fenómenos de superficie” (tomado de: <https://1library.co/article/fen%C3%B3menos-de-superficie-unad-m%C3%B3dulo-fisicoqu%C3%ADmica.z15kkrvy>), donde se da una explicación de los conceptos transversales de este.
- **(AIM)** Realizar la actividad inicial que se adjunta en el link anterior “Contextualizar como se hace ciencia una mujer en el siglo XIX” (tomada de: <https://1library.co/article/fen%C3%B3menos-de-superficie-unad-m%C3%B3dulo-fisicoqu%C3%ADmica.z15kkrvy>) y resolución de preguntas.

Actividad. Contextualizar como hace ciencia una mujer en el siglo XIX: Lea la siguiente biografía de una mujer que hizo un gran aporte al estudio de las superficies, de esta manera se puede usted situar en el contexto de lo que se estudiará. Luego responda las preguntas que se formulan al final.

AGNES POCKELS (1862-1935)

Agnes Pockels nació en Venecia, que en esa época formaba parte del imperio austriaco. Su padre el capitán Theodor Pockels, era oficial del Real Ejército

Austriaco, de donde se retiró a temprana edad debido a su mala salud. Desde 1871, la familia vivió en Brunswick, Lower Saxony, en donde Agnes fue educada en la Secundaria Municipal para Mujeres. Cuando egresó de la escuela, tuvo que permanecer en el hogar, ya que tanto su padre como su madre sufrían quebrantos de salud. Durante muchos años, Agnes fue responsable de la administración del hogar y, en parte del cuidado de sus padres.

En 1880, a la edad de 18 años, Agnes inició una serie de importantes investigaciones sobre películas superficiales que llegó a tener significativas consecuencias. En 1881, midió la tensión superficial suspendiendo pequeños botones sobre una superficie acuosa, y empleando para ello una balanza con brazos de madera. En 1882 diseñó un recipiente rectangular en el cual, al deslizar una tira de estaño, determinó una relación entre el área superficial y la tensión superficial; este sencillo aparato fue el prototipo para la balanza de película de Langmuir y para los instrumentos modernos que son más complejos. En el curso de estas investigaciones descubrió que el comportamiento de una película superficial era diferente por encima y por debajo de determinada área crítica. Por encima de esta área crítica, el área varía en grado considerable según la tensión, mientras que por debajo de ella “el desplazamiento de la partición no afecta la partición”.

Para ella publicar sus resultados. Sin embargo, su hermano menor Friedrich (Fritz) (1865-1913), que posteriormente llegó a ser profesor de física, sugirió que comunicase sus resultados a John William Strutt. Tercer barón de Rayleigh (1842-1919), quien trabajaba en el mismo campo. Agnes lo hizo en 1891 y Rayleigh le ayudó mucho; hizo que su esposa tradujera el artículo al inglés y consiguió que se publicara en la revista Nature.

Posteriormente y hasta 1933, Pockels efectuó otras investigaciones en el mismo campo. No fue hasta que Agnes era bastante mayor que sus investigaciones recibieron reconocimiento oficial. Al cumplir 70 años en 1932, el distinguido químico coloidal Wolfgang Ostwald, hijo de Wilhelm Ostwald, publicó un artículo en su honor en el *Kolloid Zeitschrift*, y en ese mismo año se le concedió un doctorado honorario en la universidad Carolina–Wilhelmina de Brunswick.

Preguntas:

- ¿Qué entiende usted por superficie, interfase y tensión superficial?
- ¿Por qué el método de los botones suspendidos en una superficie acuosa, usado por Pockels, le permitió medir la tensión superficial?
- ¿Qué entiende por película superficial?
- ¿Quién fue Irving Langmuir y cuál fue su aporte al estudio de los fenómenos de superficie?

- ¿Considera usted que Pockels requirió grandes recursos económicos y tecnológicos para desarrollar sus investigaciones?, ¿Qué podría concluir usted sobre el desarrollo de la investigación tecnológica en nuestro país?

Tomada de: <https://1library.co/article/fen%C3%B3menos-de-superficie-unad-m%C3%B3dulo-fisicoqu%C3%ADmica.z15kkrvy>

- **(AR)** En grupos de trabajo realizar una lluvia de ideas sobre cómo se desarrolla ciencia dependiendo del contexto.
- **(AE)** Los estudiantes realizan con una representación gráfica (mapa semántico, mapa mental, etc.) de lo planteado anteriormente con su respectiva justificación. Posterior a la entrega realizar una retroalimentación, con la socialización de los trabajos.

Tabla 5: Matriz evaluación actividad 2: Evolución histórica de los fenómenos de superficie.

Instrumento de evaluación N°2			
Evolución histórica de los fenómenos de superficie			
Nombre:		Curso:	
Teniendo en cuenta la información obtenida sobre las de las observaciones realizadas por Agnes Pockels en la tensión superficial y su repercusión en los fenómenos de superficie mediante una representación gráfica que le permita asociar e interpretar la importancia de este.			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Maneja herramientas graficas que le permitan ordenar y construir nuevos conceptos.			
2. Distingue las relaciones jerárquicas o no jerárquicas entre conceptos permitiendo la construcción de nuevas relaciones.			
3. Diferencia y confronta el origen de los conceptos y la implicación de esto en su desarrollo.			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 3: Plenaria

- **(AI)** Por medio de una previa lectura realiza de “Nature, March 12 1891 Surface tensión” (Tomado de: <http://cwp.library.ucla.edu/articles/pockels/pockels.html>), los estudiantes deben llevar la importancia, historia y proceso del experimento de Agnes Pockels y como esta ayudo a entender el comportamiento de las moléculas y el desarrollo del concepto de tensión superficial. De esta manera distribuir en grupos de trabajo y comparar la síntesis consultada.
- **(AIM)** Realización entre los grupos de trabajo de un artículo donde expongan la importancia de este experimento, explicando las utilidades para la vida y el desarrollo de los fenómenos de superficie.
- **(AR)** Realizar una plenaria entre los diferentes grupos donde expongan sus ideas según la información del artículo trabajado, ante todo respetando las opiniones de sus compañeros. Y lograr un consenso de los 5 mejores procesos.
- **(AE)** Los estudiantes realizaran un diagrama de proceso donde se replique el experimento de Agnes Pockels. Deberán basarse en la información observada y recolectada en actividades anteriores.

Tabla 6: Matriz evaluación actividad 3: Plenaria.

Instrumento de evaluación N°3			
Plenaria: Tensión superficial, determine cual es el proceso para la evolución del concepto de tensión superficial ¿Cómo esta se ve afectada o favorecida de acuerdo con sus implicaciones en la historia y en los fenómenos de superficie?			
Nombre:		Curso:	
Teniendo en cuenta las actividades anteriormente realizadas, se contemplará la importancia histórica del proceso del experimento de Agnes Pockels y cada uno de las ideas se someterá a una comparación mediante una deliberación que permita contemplar las implicaciones que tuvo, la utilización y el desarrollo que este haya podido otorgar a los fenómenos de superficie.			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Incluye nuevos materiales de investigación que le permitan ampliar sus conocimientos.			

2. Propones nuevas ideas que le permitan mejorar la argumentación en cuanto al carácter crítico del conocimiento científico.			
3. Comprende la importancia de la discusión de experimentos en la historia para la construcción de nuevos conocimientos.			
4. Relaciona el desarrollo de los fenómenos de superficie y sus implicaciones en el conocimiento cotidiano.			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 4: Experimento tensión superficial de Agnes Pockels adaptado

- **(AI)** Se deben reunir los estudiantes en grupos de 3 personas dónde desarrollen la guía experimental adaptada que llevo a cabo Agnes Pockels.
- **(AIM)** Cada grupo debe realizar un reporte del laboratorio sobre los aspectos a resaltar, importancia y aplicabilidad en la comprensión de los conceptos de fenómenos de superficie
- **(AR)** Evaluar los diferentes reportes de los compañeros y escoger la que más completo para que en un párrafo realice su aporte crítico con respecto a ese trabajo. Los criterios de evaluación serán dados por el docente luego de consensuarlos con los estudiantes.
- **(AE)** Cada estudiante plantea individualmente su postura sobre la guía trabajada y argumenta por qué tiene esa postura.

Tabla 7: Matriz evaluación actividad 4.

Instrumento de evaluación N° 4			
Experimento tensión superficial de Agnes Pockels adaptado			
Nombre:		Curso:	
Desde la guía de laboratorio de la adaptación del Experimento tensión superficial de Agnes Pockels realizar un escrito donde plantee individualmente su postura sobre la guía trabajada y argumenta por qué tiene esa postura			
** actividad con criterios consensuados con los estudiantes.			
Criterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple

1. Realiza la réplica de la adaptación del Experimento tensión superficial de Agnes Pockels			
2. Tiene sentido realizar un escrito donde se observen descripciones cada vez más precisas considerando las condiciones del contexto			
3. Identifica en forma clara uno o varios problemas de investigación, y los argumenta acorde con los desarrollos conceptuales y metodológicos.			
**			

Nota. Fuente: *Elaboración propia. (2022).*

Actividad 5: Reconstrucción a la actualidad de la carta de Agnes Pockels

- **(AI)** Realización de grupos de trabajos, realizar lluvias de ideas para representar “La carta de Agnes Pockels adaptada a la actualidad”.
- **(AIM)** Se genera una retroalimentación con todos los contenidos manejados hasta el momento, analizando los argumentos que presentan los estudiantes
- **(AR)** Cada estudiante dará una idea para el diseño de la carta en el cuál muestre su opinión sobre la frase “Cocina o laboratorio”. Entre todos se elegirá el diseño final y se hará la ejecución.
- **(AE)** Los estudiantes realizan la exposición de su carta con la respectiva conclusión de lo que interpreta.

Tabla 8: Matriz evaluación actividad 5.

Instrumento de evaluación N° 5			
Reconstrucción a la actualidad de la carta de Agnes Pockels			
Nombre:		Curso:	
Reconstrucción a la actualidad de la carta de Agnes Pockels afirmaciones que sostienen la afirmación: “Cocina o laboratorio”. Además de la capacidad para argumentar sus propios conocimientos y plasmarlos de manera escrita.			
Crterios	Lo cumple a cabalidad	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple

1. Maneja herramientas que le permitan ordenar y argumentar sus cambios conceptuales.			
2. Tiene sentido el reto de hacer descripciones cada vez más precisas considerando las condiciones del contexto			
3. Escucha activamente a sus compañeros, reconoce otros puntos de vista, los compara con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos			
4. Explica la relación entre la historia de la ciencia y su aplicación en la actualidad			
5. Propone y sustenta respuesta a las preguntas y las compara con las de otros y con las mismas teorías científicas			
6. Relaciona sus conclusiones con las presentadas por otros autores y formula nuevas preguntas			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Anexo 3

SECUENCIA DIDÁCTICA PROPUESTA FINAL

Dentro del diseño didáctico se presentarán diferentes actividades de acuerdo con la propuesta de Fernández González et al. (1999)

- Actividad de Instrucción (AI)
- Actividad de Implementación (AIM)
- Actividad de Retroalimentación (AR)
- Actividad de Evaluación (AE)

Tabla 9: Actividades y sus objetivos dentro de la secuencia.

Actividad	Objetivos de la actividad
Actividad 1	Comprender los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción mediante la aplicación de experiencias de estos conceptos en situaciones cotidianas.
Actividad 2	Identificar de la historia de la química los científicos que han contribuido al desarrollo de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.
Actividad 3	Argumentar desde un análisis crítico la comparación de resultados obtenidos por los estudiantes vs los realizados por los científicos.
Actividad 4	Explicar las aplicaciones de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales
Actividad 5	Diseñar un proyecto de innovación en el que se apliquen los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible.

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Sobre la evaluación

Teniendo en cuenta las actividades propuestas en el inicio, durante y después de la implementación, es necesario definir los aspectos a evaluar según el grupo de estudiantes, teniendo en cuenta que se debe:

- Comprender el contenido conceptual, analizando los argumentos e inferencias basados en investigaciones científicas.
- Evidenciar que a medida que el estudiante desarrolle las diferentes actividades de manera progresiva se promuevan habilidades de pensamiento.
- Plantear un texto argumentativo teniendo en cuenta el desarrollo histórico y los diferentes aspectos que abarca.

A continuación, se muestran las cinco actividades que integran la secuencia didáctica diseñada por las estudiantes.

Actividad 1 – Introducción a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción

- **(AI)** Para esta actividad se conformarán equipos de trabajo de 4 estudiantes, a los cuales se les asignará una experiencia de las que están a continuación. Para que al realizarlas hagan anotaciones y comentarios respectivos a lo que están observando

Preguntas orientadoras:

¿Cómo puedes explicar la capacidad de un líquido de mantener su forma y no caer de un vaso?

¿Cómo influye la interacción entre moléculas en la superficie de un líquido y otro material en la adhesión de este último a la superficie?

¿Qué sucede cuando una sustancia es absorbida por otra y cómo afecta esto a la tensión superficial de la primera sustancia?

Experiencias:

1. Cohesión: llenar un vaso con agua y añadir una gota de tinte de alimentos para observar cómo se mantiene unida la gota debido a la cohesión entre las moléculas del agua.

2. Tensión superficial: llenar un vaso con agua y colocar una cuchara en la superficie para observar cómo la cuchara se mantiene en su lugar debido a la tensión superficial del agua.
 3. Adsorción: colocar un trozo de carbón activado en un vaso con agua y observar cómo las impurezas del agua se adhieren a la superficie del carbón activado debido a la adsorción.
 4. Absorción: Mezcle diferentes colorantes en un vaso de agua y observe cómo uno se dispersa y es absorbido por el otro.
- **(AIM)** Discusión entre los diferentes grupos de trabajo de resultados y su relación con los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, y su importancia en la química.
- **(AR)** Delimitar las concepciones que los estudiantes infirieron en la actividad anterior sobre los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, y su importancia en la química.

Apoyo para el profesor

Cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción son conceptos importantes en la química ya que tienen una gran variedad de aplicaciones en diferentes campos de la ciencia y la tecnología.

- Cohesión es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas de una sustancia y es responsable de la estabilidad de los líquidos y los sólidos. Es importante en la química para entender cómo los líquidos se comportan en diferentes condiciones y cómo se pueden utilizar para purificar y separar sustancias.
- Tensión superficial es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas en la superficie de un líquido. Es importante en la química para entender cómo los líquidos se comportan en diferentes condiciones y cómo se pueden utilizar para purificar y separar sustancias.
- Adsorción es el proceso en el cual las moléculas o iones de una sustancia se adhieren a la superficie de un sólido o líquido. Es importante en la química para entender cómo se pueden utilizar los adsorbentes para purificar y separar sustancias, y para entender los mecanismos de catálisis.
- Absorción es el proceso en el cual una sustancia se incorpora en otra. Es importante en la química para entender cómo se pueden utilizar los adsorbentes para purificar y separar sustancias.

En resumen, estos conceptos son fundamentales en la química ya que son utilizados para entender los procesos de separación, purificación y síntesis de sustancias, son fundamentales en la química analítica, y son fundamentales para el diseño y optimización de procesos y tecnologías.

- **(AE)** Consultar diferentes aplicaciones en la vida diaria de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.

Apoyo para el profesor

Los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción tienen una gran variedad de aplicaciones en la vida diaria. Algunos ejemplos incluyen:

- **Cohesión:** el agua es un buen ejemplo de cohesión en la vida diaria, ya que esta fuerza mantiene unidas a las moléculas del agua y es responsable de la estabilidad del líquido. Esta cohesión es lo que permite que el agua fluya en los ríos y los arroyos, y lo que permite que el agua se mantenga en las nubes.
- **Tensión superficial:** La tensión superficial es la razón por la cual las gotas de agua se mantienen juntas en una hoja de hierba o en la superficie de una taza de café. Esta tensión superficial también es la razón por la cual las burbujas de jabón flotan en el aire.
- **Adsorción:** los filtros de carbón activado se utilizan comúnmente para purificar el agua potable, ya que el carbón activado es un adsorbente eficaz para eliminar impurezas del agua. También se utilizan en los purificadores de aire para eliminar olores y contaminantes.
- **Absorción:** los filtros de esponja se utilizan comúnmente para purificar el agua potable, ya que la esponja es un absorbente eficaz para eliminar impurezas del agua. Los pañales desechables también utilizan la absorción para retener la humedad.

Estos conceptos también son utilizados en la industria, en la farmacéutica, en la agricultura, en la tecnología de procesos y en muchos otros campos, son fundamentales para el desarrollo de tecnologías y procesos más eficientes y sostenibles.

Tabla 10. Matriz evaluación actividad 1.

Instrumento de evaluación N°1			
Introducción a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción			
Nombre:		Curso:	
Comprender los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción mediante la aplicación de experiencias de estos conceptos en situaciones cotidianas.			
Criterios	Lo cumple	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple

1. Comprensión de los conceptos: los estudiantes formulan una explicación acorde a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.			
2. Realización del experimento: los estudiantes realizan el experimento de forma adecuada y siguen las instrucciones correctamente.			
3. Observación y anotaciones: los estudiantes observan cuidadosamente los resultados del experimento y toman notas precisas y detalladas.			
4. Análisis de los resultados: los estudiantes analizan los resultados del experimento y los relacionan con los conceptos teóricos estudiados.			
5. Aplicación a situaciones cotidianas: los estudiantes identifican y describen las aplicaciones de los conceptos en situaciones cotidianas.			
6. Participación en la discusión: los estudiantes participan activamente en la discusión y comparten sus pensamientos y preguntas con el grupo.			
7. Presentación: los estudiantes presentan sus resultados y conclusiones de forma clara y ordenada.			
8. Creatividad: los estudiantes muestran creatividad e innovación en su enfoque y presentación de los resultados			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 2: Hitos históricos de los fenómenos de superficie

- **(AI)** Investigación en equipo: los estudiantes pueden dividirse en equipos y asignarse a diferentes científicos relevantes para investigar sus vidas, trabajos y contribuciones a la química como Evangelista Torricelli, Joseph Plateau, Joseph Louis Gay-Lussac, Fritz London, David Derjaguin, V. M. Muller, David Tabor y Geoffrey Ingram Taylor. Los estudiantes pueden presentar sus hallazgos al grupo y discutir cómo cada científico ha contribuido a los conceptos estudiados.

Preguntas orientadoras

¿Cuáles son los aportes más significativos que estos científicos han tenido en la comprensión y desarrollo de estos conceptos?

¿Cómo estos aportes han influido en la evolución de la química y en la

resolución de problemas cotidianos relacionados con estos fenómenos?

¿Cómo han influido las investigaciones de los científicos en el desarrollo de los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción?

¿Qué aportes importantes han hecho los científicos para entender mejor los fenómenos de superficie?

¿Cómo han utilizado los científicos los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción en su investigación y en qué áreas se han aplicado estos conocimientos?

Apoyo para el profesor

- Evangelista Torricelli fue un físico y matemático italiano nacido en 1608 en la ciudad de Faenza, Italia. Es conocido por ser el inventor del barómetro, un instrumento utilizado para medir la presión atmosférica. Torricelli también hizo importantes contribuciones en el campo de la mecánica y la geometría.

En 1641, Torricelli recibió una carta del matemático y físico Galileo Galilei, en la que Galileo le pedía que investigara sobre el vacío. Torricelli se dio cuenta de que el aire ejerce una presión y que este equilibrio mecánico es lo que mantiene el agua en un tubo cerrado lleno de agua. Con esta idea, Torricelli desarrolló el primer barómetro, que consistía en un tubo de vidrio lleno de mercurio cerrado en un extremo.

Torricelli también hizo importantes contribuciones en el campo de la mecánica y la geometría. Es conocido por haber demostrado que el teorema de Pitágoras se aplica a los triángulos rectángulos en un espacio tridimensional, conocido como el teorema de Torricelli. Además, también desarrolló una fórmula para calcular la velocidad de un fluido en una tubería.

- Joseph Plateau fue un físico belga nacido en 1801 en Ghent, Bélgica. Es conocido por sus investigaciones en la ciencia de la visión, especialmente en el campo de la óptica. Plateau también hizo importantes contribuciones en la física de los líquidos y la física de la superficie.

A lo largo de su carrera, Plateau realizó varios experimentos con imágenes proyectadas sobre una pantalla, descubriendo la existencia de los llamados "círculos ciegos" y "puntos ciegos", que son áreas en la retina donde no se pueden percibir imágenes. También investigó sobre la formación de imágenes en el ojo y sobre el comportamiento de los líquidos en el contacto con las superficies.

Plateau también hizo importantes contribuciones en la física de los líquidos y la física de la superficie. Por ejemplo, estudió las formas de las gotas de líquido y su estabilidad, descubriendo lo que se conoce como la "Ley de Plateau" sobre la tensión superficial en los líquidos y su relación con la forma de las gotas.

En 1873, Plateau fue nombrado miembro de la Royal Society y en 1875 recibió la medalla Copley. Sus investigaciones y descubrimientos en la óptica y la física de los líquidos y las superficies son considerados como fundamentales para el desarrollo de estas disciplinas.

- Joseph Louis Gay-Lussac fue un químico y físico francés nacido en 1778 en Saint-Léonard-de-Noblat, Francia. Es conocido por sus investigaciones en el campo de la química y la física. Gay-Lussac hizo importantes contribuciones en la física de los gases, la termodinámica, y la química de los compuestos inorgánicos.

En 1802, Gay-Lussac publicó su ley de los volúmenes, que establece que el volumen de un gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta, siempre que la presión sea constante. Esta ley es conocida como la "ley de Gay-Lussac" y es una de las leyes fundamentales de la termodinámica.

En 1808, Gay-Lussac publicó otra ley, conocida como "ley de Gay-Lussac sobre los volúmenes de los gases combinados", que establece que los volúmenes de los gases que reaccionan para formar un compuesto en fase gas son proporcionales a las proporciones estequiométricas de los reactivos.

Gay-Lussac también hizo importantes contribuciones en la química de los compuestos inorgánicos. Por ejemplo, realizó investigaciones sobre la composición química de los compuestos de azufre y de los compuestos de azufre y hierro. También estudió las propiedades de los compuestos de boro y su preparación.

En 1831, Gay-Lussac fue elegido miembro de la Academia de Ciencias de Francia y en 1832 recibió la medalla de la Royal Society. Sus investigaciones y descubrimientos en la física de los gases, termodinámica, y química de los compuestos inorgánicos son considerados como fundamentales para el desarrollo de estas disciplinas.

- Fritz London fue un físico teórico alemán nacido en 1900 en Aachen, Alemania. Es conocido por sus contribuciones a la física de los estados condensados y la teoría de la superconductividad. London se

interesó por el estudio de los estados condensados desde una perspectiva teórica, y sus trabajos contribuyeron a una mayor comprensión de los fenómenos electrónicos en los metales y los sólidos.

En 1928, London propuso una teoría para explicar la superconductividad, conocida como la "teoría de London". Esta teoría propone que la superconductividad es causada por la existencia de pares de electrones con momentos opuestos, los cuales no interactúan con el entorno y se mueven libremente a través del material superconductor.

En 1950, London propuso una teoría del estado coherente para explicar la superconductividad, que es conocida como la "teoría de London-Ginzburg-Landau". Esta teoría combina la teoría de London con la teoría de Ginzburg-Landau, es una de las teorías fundamentales para entender la superconductividad.

London también hizo importantes contribuciones en el campo de la química, especialmente en la química teórica. Sus trabajos ayudaron a una mayor comprensión de los procesos químicos en los sólidos y los líquidos.

Fritz London falleció en 1954, pero su legado en la física de los estados condensados y la superconductividad continúa siendo importante en la actualidad. Sus teorías y contribuciones son fundamentales para la comprensión de estos fenómenos y son ampliamente estudiadas y utilizadas en la investigación actual.

- David Derjaguin fue un científico ruso nacido en 1914 en Tbilisi, Georgia. Es conocido por sus investigaciones en la física de las superficies y la física de la adhesión. Derjaguin realizó estudios sobre la interacción entre las partículas y las superficies, y cómo esto afecta la adhesión y la fricción.

En 1935, Derjaguin propuso una ley, conocida como la "ley de Derjaguin" que establece la relación entre la fuerza de adhesión y el área de contacto entre dos superficies. Esta ley se conoce como la ley de Derjaguin-Muller-Toporov y es una de las leyes fundamentales en la física de la adhesión.

En 1940, Derjaguin propuso una teoría de la fricción, conocida como la "teoría de Derjaguin", que establece que la fricción entre dos superficies es causada por la interacción entre las partículas de las superficies en contacto.

Derjaguin también realizó estudios sobre la interacción entre las partículas en suspensión y las superficies, y cómo esto afecta a la estabilidad de las emulsiones y las suspensiones.

David Derjaguin falleció en 2002, pero su legado en la física de las superficies y la adhesión continúa siendo importante en la actualidad. Sus teorías y contribuciones son fundamentales para la comprensión de estos fenómenos y son ampliamente estudiadas y utilizadas en la investigación actual.

- David Tabor es un científico inglés nacido en 1915 en Londres, Inglaterra. Es conocido por sus investigaciones en la física de las superficies y la mecánica de los sólidos. Tabor realizó estudios sobre la interacción entre las partículas y las superficies, y cómo esto afecta la fricción, la adhesión y la plasticidad de los materiales.

En los años 50, Tabor propuso una teoría, conocida como la "teoría de Tabor", que establece la relación entre la fuerza de adhesión y el ángulo de contacto entre dos superficies. Esta teoría es una de las teorías fundamentales en la física de la adhesión.

También hizo importantes contribuciones en el campo de la mecánica de los sólidos, estudiando cómo la carga y la deformación afectan a la resistencia y la ductilidad de los materiales.

Tabor también realizó estudios sobre la interacción entre las partículas en suspensión y las superficies, y cómo esto afecta a la estabilidad de las emulsiones y las suspensiones.

David Tabor falleció en 1999, pero su legado en la física de las superficies y la mecánica de los sólidos continúa siendo importante en la actualidad. Sus teorías y contribuciones son fundamentales para la comprensión de estos fenómenos y son ampliamente estudiadas y utilizadas en la investigación actual.

- Geoffrey Ingram Taylor fue un físico y matemático inglés nacido en 1886 en St. John's Wood, Londres. Es conocido por sus investigaciones en mecánica estadística, dinámica de fluidos y física de las superficies.

En los años 20 y 30, Taylor desarrolló una teoría matemática conocida como la "teoría de Taylor" para explicar la estabilidad de las interfases líquido-líquido. Esta teoría establece que la estabilidad de una interfase líquido-líquido depende de la relación entre la energía superficial y la energía de la interfase.

También realizó estudios sobre la dinámica de los fluidos, especialmente en lo que se refiere a la estabilidad de las capas líquidas y las ondas de capa líquida.

En los años 50, Taylor desarrolló una teoría conocida como la "teoría de Taylor-Couette" para explicar la estabilidad de los flujos en recipientes rotatorios. Esta teoría establece que la estabilidad de un flujo en un recipiente rotatorio depende de la relación entre la velocidad de rotación y la velocidad del fluido.

Geoffrey Ingram Taylor falleció en 1975, pero su legado en la mecánica estadística, dinámica de fluidos y física de las superficies continúa siendo importante en la actualidad. Sus teorías y contribuciones son fundamentales para la comprensión de estos fenómenos y son ampliamente estudiadas y utilizadas en la investigación actual.

- **(AIM)** Diario de un científico: los estudiantes pueden escribir un diario ficticio desde el punto de vista de un científico histórico que trabajó en los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.

Apoyo para el profesor: Pautas para la elaboración del diario de un científico

1. Seleccionar un científico histórico relevante que trabajó en los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.
2. Estudiar la biografía y las contribuciones científicas del científico seleccionado.
3. Crear una historia ficticia desde el punto de vista del científico, mostrando cómo descubrió o investigó los conceptos seleccionados.
4. Utilizar un lenguaje adecuado para el personaje ficticio y la época histórica en la que vivió.
5. Incluir detalles científicos relevantes y precisos en el diario, mostrando cómo el científico llegó a sus conclusiones y descubrimientos.
6. Utilizar un formato de diario, con fechas y entradas diarias, para dar una sensación de inmediatez y realismo.
7. Incluir ilustraciones, dibujos o fotografías que ayuden a ilustrar los conceptos científicos discutidos en el diario.
8. Finalmente, incluir reflexiones finales del científico sobre sus descubrimientos y su importancia en el campo de la química y la física

- **(AR)** Creación de un mural histórico: los estudiantes pueden crear un mural histórico que muestre los científicos y sus contribuciones en una línea temporal. Los estudiantes pueden incluir fotos, citas y breves descripciones de los científicos y sus trabajos.

Apoyo para el profesor: Pautas para la elaboración del mural histórico

1. Seleccionar un grupo de científicos relevantes que han trabajado en los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.
2. Estudiar la biografía y las contribuciones científicas de los científicos seleccionados.
3. Crear una línea temporal cronológica que muestre los científicos y sus contribuciones en orden histórico.
4. Utilizar una variedad de materiales para crear el mural, como papel, cartulina, pintura, etc.
5. Incluir fotos de los científicos, citas relevantes y breves descripciones de sus trabajos y contribuciones.
6. Utilizar una variedad de colores y diseños para hacer que el mural sea atractivo y fácil de leer.
7. Asegurarse de que el mural sea legible y fácil de entender, tanto para los estudiantes como para los visitantes.
8. Finalmente, incluir una breve introducción o descripción del mural y su importancia en la historia de la química y la física.

- **(AE)** Debate histórico: los estudiantes pueden asumir el papel de diferentes científicos históricos y debatir sobre sus teorías y contribuciones a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.

Apoyo para el profesor: Pautas para la elaboración del Debate histórico

1. Seleccionar un grupo de científicos relevantes que han trabajado en los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.
2. Estudiar la biografía y las contribuciones científicas de los científicos seleccionados.
3. Asignar a cada estudiante el papel de uno de los científicos seleccionados.
4. Proporcionar a los estudiantes información detallada sobre las teorías y contribuciones de sus respectivos científicos.
5. Organizar un debate en el que los estudiantes asuman el papel de sus científicos y defiendan sus teorías y contribuciones.
6. Establecer un formato de debate estructurado, con un moderador y turnos para hablar.
7. Asegurarse de que los estudiantes estén bien preparados antes del debate, y proporcionarles tiempo para prepararse.
8. Durante el debate, se puede incluir preguntas y comentarios del público, para hacerlo más interactivo.

9. Finalmente, se puede tener una discusión y reflexión grupal sobre las teorías y contribuciones de los científicos debatidos, y su importancia en la química y la física

Tabla 11: Matriz evaluación actividad 2.

Instrumento de evaluación N°2			
Hitos históricos de los fenómenos de superficie			
Nombre:		Curso:	
Identificar de la historia de la química los científicos que han contribuido al desarrollo de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.			
Criterios	Lo cumple	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Comprensión de los conceptos históricos: los estudiantes demuestran una comprensión de los conceptos históricos relacionados con los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.			
2. Investigación y anotaciones: los estudiantes realizan una investigación detallada y precisa sobre los científicos y sus contribuciones y toman notas precisas y detalladas.			
3. Participación en el debate: los estudiantes participan activamente en el debate y comparten sus puntos de vista y preguntas con el grupo.			
4. Calidad y presentación del diario: los estudiantes escriben un diario ficticio de alta calidad y presentan de forma clara y ordenada			
5. Creatividad en la presentación del mural: los estudiantes muestran creatividad e innovación en su enfoque y presentación del mural.			
6. Calidad de la investigación en línea: los estudiantes realizan una investigación en línea detallada y precisa sobre los científicos y sus contribuciones			
7. Participación: los estudiantes participan activamente en las actividades y demuestran interés en el tema			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 3: Experimentando

- **(AI)** Para esta actividad se conformarán equipos de trabajo, a los cuales se les asignará una experiencia de las que están a continuación

Preguntas orientadoras:

¿Qué sucede con la cohesión y la adhesión en los líquidos durante la realización del experimento?

¿Cómo afecta la tensión superficial en los resultados del experimento y cómo se puede demostrar su presencia?

¿Qué puede decirse sobre la adsorción y la absorción después de analizar los resultados del experimento? ¿Cómo influyen en el comportamiento de los líquidos?

¿Cómo demostraron en el experimento los conceptos de cohesión y adhesión en los líquidos?

¿Qué sucede con la tensión superficial en el experimento realizado? ¿Cómo lo pueden explicar?

¿Cómo demostraron en el experimento la diferencia entre adsorción y absorción en los líquidos?

Apoyo para el profesor:

- ¿Qué observaciones notaron los estudiantes durante la realización del experimento sobre cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción?
- ¿Cómo han interpretado los estudiantes las observaciones realizadas sobre cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción en el experimento?
- ¿Qué relación han encontrado los estudiantes entre las observaciones realizadas y los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción?

Experimentos:

- Experimento para demostrar la cohesión:
Experimento de la columna de agua: En este experimento, se coloca una columna de agua en un vaso y se coloca un palito en la superficie del agua. Luego, se hace un corte en el palito y se observa cómo la parte cortada se mantiene en su lugar debido a la cohesión.
- Experimento para medir la tensión superficial en el agua:
Coloque una moneda en la superficie del agua y observe cómo flota debido a la tensión superficial. Se puede medir la tensión superficial utilizando un tensiómetro.
- Experimento para demostrar la adsorción en el aceite:
Coloque una pequeña cantidad de polvo en el aceite y observe cómo se adhiere a la superficie del aceite debido a la adsorción.

- Experimento para medir la absorción en el alcohol:
Coloque una pequeña cantidad de colorante en el alcohol y observe cómo se disuelve debido a la absorción. Se puede medir la absorción utilizando un espectrofotómetro.

Tenga en cuenta que estos son solo algunos ejemplos de experimentos sencillos para demostrar y medir estos conceptos, existen muchas otras formas de hacerlo y se recomienda tener en cuenta las precauciones necesarias al momento de realizar cualquier experimento.

- **(AIM)** Realizar entre los grupos de trabajo un escrito argumentativo donde expongan la importancia de esta experiencia, explicando las utilidades para la vida y el desarrollo de los fenómenos de superficie.
- **(AR)** Discusión entre los diferentes grupos de trabajo de resultados y su relación con los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, y su importancia en la química
- **(AE)** Realizar un diagrama donde se analice y discuta los resultados obtenidos por científicos en la historia vs los resultados de los estudiantes. Tener en cuenta la información observada y recolectada en actividades anteriores.

Tabla 12: Matriz evaluación actividad 3.

Instrumento de evaluación N°1			
Introducción a los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción			
Nombre:		Curso:	
Argumentar desde un análisis crítico la comparación de resultados obtenidos por los estudiantes vs los realizados por los científicos.			
Criterios	Lo cumple	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Comprensión de los conceptos: los estudiantes demuestran una comprensión clara y precisa de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.			
2. Realización del experimento: los estudiantes realizan el experimento de forma adecuada y siguen las instrucciones correctamente.			
3. Observación y anotaciones: los estudiantes observan cuidadosamente los resultados del experimento y toman notas precisas y detalladas.			

4. Análisis de los resultados: los estudiantes analizan los resultados del experimento y los relacionan con los conceptos teóricos estudiados.			
5. Comparación con hechos históricos: los estudiantes identifican y comparan sus resultados con los obtenidos por los científicos.			
6. Participación en la discusión: los estudiantes participan activamente en la discusión y comparten sus pensamientos y preguntas con el grupo.			
7. Presentación: los estudiantes presentan sus resultados y conclusiones de forma clara y ordenada.			
8. Creatividad: los estudiantes muestran creatividad e innovación en su enfoque y presentación de los resultados			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 4: ¿Cómo aplicar los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales?

- **(AI)** Recapitular la consulta de las diferentes aplicaciones en la vida diaria de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción, realizada en la actividad 1

Preguntas orientadoras:

¿Qué factores influyen en la cohesión de los líquidos y cómo estos afectan su comportamiento?

¿Cómo la tensión superficial influye en la formación de gotas y burbujas en la vida cotidiana y tecnologías actuales?

¿Qué ejemplos de tecnologías existen que utilizan la adsorción y la absorción en su funcionamiento?

¿Cómo podemos aplicar los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en la solución de problemas cotidianos?

¿Qué impacto tiene la comprensión de estos conceptos en la vida cotidiana y en la tecnología actual?

¿Cómo la investigación y el desarrollo en estos conceptos han evolucionado y mejorado a lo largo del tiempo?

Apoyo para el profesor:

Algunos ejemplos que pueden tener los estudiantes

1. El comportamiento de los líquidos: los estudiantes pueden buscar cómo los líquidos se comportan cuando se los agita, se los vierte, se los coloca en una superficie inclinada, etc. Esto les permitirá entender cómo la cohesión, la tensión superficial, la adhesión, la capilaridad, la viscosidad, entre otros afectan el comportamiento de los líquidos.
 2. El funcionamiento de filtros de aire: los estudiantes pueden indagar sobre diferentes tipos de filtros de aire y observar videos cómo se acumulan las partículas en ellos. Esto les permitirá entender cómo la adsorción ayuda a purificar el aire.
 3. La fotosíntesis: los estudiantes pueden investigar sobre cómo los árboles utilizan la absorción para capturar el dióxido de carbono de la atmósfera y producir oxígeno mediante la fotosíntesis.
 4. Los paneles solares: los estudiantes pueden averiguar cómo los paneles solares utilizan la absorción para convertir la energía solar en energía eléctrica.
 5. Experimentos de catálisis: los estudiantes pueden leer cómo un catalizador afecta la velocidad de una reacción química.
- **(AIM)** Realizar una exposición sobre la consulta realizada de las aplicaciones en la vida cotidiana y tecnologías actuales de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción.

Apoyo para el profesor: pautas para la elaboración de la exposición

1. Definir un objetivo claro: es importante tener un objetivo claro para la exposición, como, por ejemplo, mostrar cómo los conceptos mencionados se aplican en la vida cotidiana y en tecnologías actuales.
2. Realizar una investigación previa: antes de elaborar la exposición, es necesario investigar sobre los conceptos mencionados y buscar ejemplos de su aplicación en situaciones cotidianas y tecnologías actuales.
3. Organizar la información: Una vez investigado se organice la información de manera clara y estructurada para que sea fácil de comprender para el público objetivo.
4. Utilizar recursos visuales: para mejorar la comprensión de la información, se pueden utilizar recursos visuales como imágenes, videos, esquemas, etc.
5. Practicar la exposición: antes de dar la exposición, es recomendable practicarla varias veces para asegurar que se esté comunicando la información de manera clara y efectiva.

Utilizar un lenguaje sencillo: es importante usar un lenguaje sencillo para que el público objetivo pueda comprender la información de manera fácil.

Revisar y corregir: finalmente revisar y corregir la exposición para asegurar que se esté comunicando la información de manera clara y precisa.

- **(AR) y (AE)** Encuesta de evaluación: realizar una encuesta para que los estudiantes evalúen la exposición en cuanto a su claridad, comprensión y relevancia. Revisión colectiva: efectuar una revisión colectiva de la exposición en la que se discutan los puntos fuertes y débiles de la misma

Tabla 13: Matriz evaluación actividad 4.

Instrumento de evaluación N° 4			
¿Cómo aplicar los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales?			
Nombre:		Curso:	
Explicar las aplicaciones de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en situaciones cotidianas y tecnologías actuales			
Criterios	Lo cumple	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Objetivo de la exposición: El objetivo de la exposición está claramente definido			
2. Investigación previa: La investigación previa es completa y se han encontrado varios ejemplos de aplicación de los conceptos			
3. Organización de la información: La información está organizada de manera clara y estructurada			
4. Uso de recursos visuales: Se utilizan recursos visuales para mejorar la comprensión de la información			
5. Uso del lenguaje: Se utiliza un lenguaje sencillo y adecuado al público objetivo			
6. Revisión y discusión: Mediante la encuesta y discusión colectiva se revisa la exposición			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Actividad 5: Proyecto de innovación

- **(AI) y (AIM)** Dividir los estudiantes por equipos de trabajo de acuerdo con la similitud de los temas que consultaron en la actividad 1 y 4, y posteriormente elaboren un proyecto de innovación en el que se apliquen los conceptos aprendidos para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible.

Preguntas orientadoras:

¿Qué productos o tecnologías actuales utilizan los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción en su funcionamiento?

¿Qué problemas podrían solucionarse utilizando estos conceptos en diferentes aplicaciones prácticas?

¿Qué mejoras se podrían hacer en los productos o tecnologías existentes con la incorporación de los conceptos estudiados?

¿Cómo se podría aplicar los conceptos de cohesión, adhesión, tensión superficial, adsorción y absorción en diferentes industrias y sectores?

¿Cómo podría utilizarse la investigación en estos conceptos para desarrollar nuevas tecnologías y productos?

¿Qué impacto podría tener en la sociedad el uso adecuado de los conceptos estudiados en diferentes aplicaciones prácticas?

Apoyo para el profesor: pautas para la elaboración del proyecto de innovación

1. Definir un objetivo claro: es importante tener un objetivo claro para el proyecto, como, por ejemplo, mejorar una tecnología o proceso específico mediante la aplicación de los conceptos mencionados.
2. Realizar una investigación previa: antes de elaborar el proyecto, es necesario investigar sobre los conceptos mencionados y buscar ejemplos de su aplicación en tecnologías y procesos existentes.
3. Identificar un problema u oportunidad: es necesario identificar un problema u oportunidad en el cual se pueda aplicar los conceptos mencionados para mejorar una tecnología o proceso específico.
4. Diseñar una solución: una vez identificado el problema u oportunidad se debe diseñar una solución que involucre la aplicación de los conceptos mencionados.
5. Crear un plan de acción: se debe crear un plan detallado de acción para llevar a cabo el proyecto, incluyendo los recursos necesarios, tiempo estimado y pasos a seguir.
6. Realizar una evaluación de impacto: se debe realizar una evaluación de impacto del proyecto para determinar su eficacia en mejorar la tecnología o proceso específico y su contribución a la sostenibilidad.

- **(AR) y (AE)** Comunicar los resultados: Diseñar infografías para ilustrar los resultados obtenidos en la creación del proyecto de innovación para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible.

Apoyo para el profesor: pautas para la elaboración de la infografía

1. Definir el objetivo de la infografía: es importante tener un objetivo claro para la infografía, como, por ejemplo, presentar de manera atractiva y resumida el proyecto de innovación estudiantil sobre la aplicación de los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción en la sociedad.
2. Seleccionar los datos e información importante: se debe seleccionar los datos e información más importante y relevante para el proyecto, evitando incluir información irrelevante o confusa.
3. Utilizar una paleta de colores atractiva: es importante utilizar una paleta de colores atractiva y coherente para llamar la atención y mejorar la comprensión de la información.
4. Utilizar una tipografía legible: es importante utilizar una tipografía legible y adecuada al tamaño de la infografía para mejorar la comprensión de la información.
5. Utilizar gráficos y símbolos: se deben utilizar gráficos y símbolos para representar de manera visual los datos e información importantes, esto ayudará a mejorar la comprensión y a llamar la atención.
6. Utilizar una estructura lógica: es importante utilizar una estructura lógica para presentar la información, esto ayudará a mejorar la comprensión y a guiar al espectador.

Tabla 14: Matriz evaluación actividad 5.

Instrumento de evaluación N° 5			
Proyecto de innovación			
Nombre:		Curso:	
Diseñar un proyecto de innovación en el que se apliquen los conceptos de cohesión, tensión superficial, adsorción y absorción para mejorar una tecnología o proceso específico y hacerlo más eficiente y sostenible.			
Criterios	Lo cumple	Lo cumple presentando alguna dificultad	No lo cumple
1. Objetivo del proyecto: El objetivo del proyecto está claramente definido			

2. Investigación previa: La investigación previa es completa y se han encontrado varios ejemplos de aplicación de los conceptos			
3. Identificación del problema u oportunidad: Se ha identificado un problema u oportunidad claro y relevante para el proyecto			
4. Diseño de la solución: El diseño da respuesta al problema identificado			
5. Creación del plan de acción: es claro el paso a paso para cumplir con el objetivo			
6. Comunicación de resultados: los estudiantes presentan sus resultados y conclusiones de forma clara y ordenada.			
7. Creatividad: los estudiantes muestran creatividad e innovación en su enfoque y presentación de los resultados			

Nota. Fuente: Elaboración propia. (2022).

Anexo 4

EVIDENCIAS PILOTAJE

La siguiente actividad de pilotaje ha sido diseñada para evaluar la efectividad de la secuencia didáctica sobre la comprensión de un concepto específico. El enlace de acceso al pilotaje se encuentra a continuación:

<https://drive.google.com/drive/folders/1Pa0y6hYuRJJJE2xt5pjbvqryGZp1O-qs1?usp=sharing>