

**SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN EL B-LEARNING: USO DEL
SIMULADOR AVOGADRO APOYADO EN EL MODELO CIENTÍFICO DE LA
CAFEÍNA COMO INHIBIDOR DE LA ADENOSINA EN EL CEREBRO HUMANO.**

LUZNIDE HERNANDEZ VASQUEZ

LUIS GUILLERMO CASTAÑO ARAQUE

**DEPARTAMENTO DE QUIMICA
LICENCIATURA EN QUIMICA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
BOGOTA, 2018**

**SECUENCIA DIDÁCTICA BASADA EN EL B-LEARNING: USO DEL
SIMULADOR AVOGADRO APOYADO EN EL MODELO CIENTÍFICO DE LA
CAFEÍNA COMO INHIBIDOR DE LA ADENOSINA EN EL CEREBRO HUMANO.**

LUZNIDE HERNANDEZ VASQUEZ – 2012115030
LUIZ GUILLERMO CASTAÑO ARAQUE – 2011115079

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
LICENCIADO EN QUIMICA

DIRIGIDO POR:

MDQ. QUIRA ALEJANDRA SANABRIA (DIRECTORA)

PhD. JULIE BENAVIDES (CODIRECTORA)

Línea de investigación naturaleza de las ciencias (NOS), conocimiento y uso de
Tics y sistemas computacionales

DEPARTAMENTO DE QUIMICA
LICENCIATURA EN QUIMICA
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
BOGOTA, 2018

Quiero dedicar este trabajo de tesis a:

A mi madre Martha Cecilia Araque por todo tu amor incondicional, por ese apoyo que me diste, por los consejos en los momentos que más necesitaba, por no dejar que en ningún momento desistiera y por ser un ejemplo no solo de una gran persona con ética y valores, sino también de ser alguien que aspiraba siempre a un buen rendimiento académico.

A mi novio Andrés Felipe Castro por tu cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por el apoyo en todo momento gracias por tu colaboración y por esos momentos de ánimo.

A mi padre Cesar Castaño y mis hermanos Gladys, Paulo y Lina quienes me apoyaron constantemente a largo de mi carrera.

Finalmente, a mis amigos Fabian Arguello, Juan Uricoechea, Cynthia Osorio y Leidy Salazar por todo su apoyo, por cada palabra de aliento y por impulsarme a seguir adelante, siempre estuvieron hay cuando más los necesitaba, sus palabras llenas de ánimo me permitieron seguir en este camino.

Luis Guillermo Castaño

Quiero dedicar este trabajo de tesis a:

inicialmente a Dios quien guio mis pasos para poder hacer realidad este sueño, a mi madre Marina Vásquez que, con su comprensión, amor, fe, apoyo incondicional y persistencia, me enseñó que el que persevera alcanza y que la recompensa se encuentra en el esfuerzo y no únicamente en el resultado.

A mis amigos Fabián Arguello, Karen Alfonso, Juan Uricoechea, Cindy Prada, entre otros, que me demostraron que después de escalar una montaña muy alta, es posible que existan muchas otras montañas por escalar, gracias por enseñarme que todos los días es un nuevo día para salir adelante, para soñar y no rendirme jamás. A mi mascota Copi que día a día me dio ánimos en momentos en los que sentíamos que el camino era imposible y con tu cariño y amor incondicional me dabas un respiro y un motivo para continuar con este proyecto.

A los docentes Carmen Helena Guerrero (U. Distrital), Jaime Augusto Casas y Jonathan López (U. Pedagógica), por su paciencia, comprensión y también por ser un apoyo incondicional durante la construcción del presente documento. Finalmente, a la familia Castillo Rodríguez, al docente Juan Carlos forero, y a otros docentes pertenecientes a mi alma mater que de una u otra forma me guiaron durante el proceso que está a punto de terminar y que me dieron bases en lo que es el arte de educar.

En memoria de mi padre Pedro Ramiro Hernández.

Luznide Hernández Vásquez

RECONOCIMIENTOS

Queremos agradecer infinitamente a la Universidad Pedagógica Nacional por ser nuestra alma Mater, por darnos la oportunidad de formarnos personal y profesionalmente, el enseñarnos la pasión por la docencia y por enseñarnos el poder de transmitir los conocimientos en el aula de clase y la importancia que tiene la labor docente.

A nuestra directora Quira Sanabria, por su gran apoyo, paciencia, orientación y por haber creído en nosotros durante nuestro proceso de formación como futuros de docentes. Por las asesorías, compromiso y acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

A nuestra Co directora Julie Benavides, por el apoyo, el tiempo y la dedicación, por la colaboración, y por el acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación.

Al profesor Jaime Augusto Casas, por su tiempo valioso y por su apoyo en cuanto a el aporte realizado en el trabajo de grado, infinitas gracias por la colaboración brindada

A los profesores Rodrigo Rodríguez y Sonia Muñoz, por sus acertadas correcciones, por su orientación y tiempo dedicado los cual robusteció esta investigación. Por la comprensión y compromiso en aceptar la evaluación de este trabajo de grado.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 117

1. Información General

Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Secuencia didáctica basada en el B-Learning: uso del simulador Avogadro apoyado en el modelo científico de la cafeína como inhibidor de la adenosina en el cerebro humano.
Autor(es)	Castaño Araque Luis Guillermo, Hernández Vásquez Luznide
Director	Sanabria Rojas, Quira Alejandra
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018.89p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional UPN
Palabras Claves	SECUENCIA DIDÁCTICA, QUÍMICA COMPUTACIONAL, ENTORNO VIRTUAL DE APRENDIZAJE, CONCEPTOS BIOQUÍMICOS, REPRESENTACIONES CIENTÍFICAS.

2. Descripción

Trabajo de grado en donde se propone el diseño de una secuencia didáctica denominada "Sueño con aroma a café" desde la metodología B-Learning, a partir de la construcción de un blog y el manejo del Software "Avogadro" como recurso de mediación para la caracterización molecular que ayuda al proceso de enseñanza - aprendizaje del fenómeno bioquímico en estudio: control de sueño-vigilia en relación al antagonismo inhibidor de la cafeína en el receptor cerebral de Adenosina A2a, buscando que los participantes apropien conceptos bioquímicos y neurobiológicos. Este trabajo pertenece a la línea de investigación naturaleza de las ciencias (NOS), conocimiento y uso de Tics y sistemas computacionales, a la que se aportó la simulación y caracterización de las moléculas de cafeína y adenosina como modelo científico, la delimitación de conceptos bioquímicos como neuromodulador; neurotransmisor; antagonismo; receptor y sinapsis, necesarios para su comprensión.

3.Fuentes

- Abellan, j., & otros, y. (2014). Incorporación de la simulación como estrategia de aprendizaje de Bioquímica y Fisiología en el Grado en Enfermería. *Revista Memorias de Intranet de Innovación Docente.*, 1-3.
- Aguirre, C., Gonzáles, M., Cortes, J., Fernández, R., & Vázquez, A. (2017). Estudio del tratamiento del enlace químico en los libros de texto españoles. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 60-72.
- Balbiano, A., Barderi, M., Ludica, C., Méndez, H., Molinari, N., & Suárez, H. (2012). *Biología 3*. Buenos Aires: Santillana.
- Barret, K., Barman, S., Boitano, S., & Brooks, H. (2015). *Ganong: Fisiología Medica* . China: Mc Graw Hill.
- Barrios, L., & de la Cruz, B. (2006). Reflexiones sobre la formación de conceptos. *VARONA*, 30-33.
- Benavides Lara, R., Villacís Lizano, M., & Ramos Paredes, J. J. (2017). El Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en la generación de conocimiento de estudiantes universitarios. *CienciAmerica*, 46-52.
- Brito Ascencion, M., Jara Salazar, C., & Larenas Villagran, C. (2009). El software educativo en el aula. *Universidad Academia de Humanismo cristiano*, 1-97.
- Burriel Coll, V. (2008). Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos. *Química Aplicada a la Ingeniería Biomédica* , 1-17.
- Bustamante, E. (2007). *El sistema Nervioso: desde las neuronas hasta el cerebro humano*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Cabrera, J. (2017). Las ciencias de la computacion en el currículo educativo. *Revista Avances en supervisión educativa*, 1-21.
- Cardella, L., Companioni, M., Hernández, M., Briggs, M., & Gómez, A. (2009). Materiales en soporte electrónico para la enseñanza de la Bioquímica. *Revista Panorama Cuba y Salud*, 25-30.
- Carnicero, S. (05 de 10 de 2014). *Inevery Crea* . Obtenido de Avogadro: un software libre para la clase de química: <https://ineverycrea.com.ar/comunidad/ineverycreaargentina/recurso/avogadro-un-software-libre-para-la-clase-de/5121797f-1926-4940-a430-363b7d94b60f>
- Carús-Cadavieco, M., & de Andrés, I. (2012). Adenosina y control homeostático del sueño. Acciones en estructuras diana de los circuitos de vigilia y sueño. *Revista de Neurociencia*, 413-420.

- Castaños, E. (05 de 07 de 2015). *Lidia con la química*. Obtenido de Los Nucleotidos : <https://lidiaconlaquimica.wordpress.com/tag/enlace-n-glucosidico/>
- Cataldi, Z., Donnamaria, C., & Lage, F. (s.f). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación. *Revista de informatica educativa y medios audiovisuales*, 1-10.
- Chang, R., & College, W. (2003). *Química*. Bogota: Mc Graw-Hill.
- Chen, J.-F., Xu, K., Staal, R., Petzer, J. p., Xu, Y.-H., Beilstein, M., . . . Schwarzschild, M. A. (2001). Neuroprotection by Caffeine and A2A Adenosine Receptor. *The Journal of Neuroscience*, 1-6.
- Chigo, E. (2004). La simulación computacional en Química y Física. *e-Gnosis*, 1-7.
- Cogan, M. (1973). *Clinical Supervision*. Boston: Houghton Mifflin.
- Colcha, J. (2017). *Los simuladores como recursos diidacticos para el aprendizaje de ciencias naturales, en los estudiantes de octavo año paralelo "A" de educacion general basica de la unidad educativa victor proaño carrion, Periodo septiembre 2016 – marzo 2017*". Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de biologia, quimica y laboratorio.
- Contreras, E. (1990). Adenosina : acciones fisiologicas y farmacologicas. *Archivos de biología y medicina experimentales*, 1-12.
- Contreras, G., Garcia, R., & Ramirez, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Revista Apertura; Universidad de Guadalajara*, 1-19.
- Corrales, A. (2009). La programacion a medio plazo dentro del tercer nivel de concrecion: las unidades didacticas. *Revista digital de educacion fisica*, 1-13.
- Cuevas, G. (2005). química computacional. *ciencia*, 33-42.
- Deriabina, A., Cruz, A., Gonzáles, E., Grokhlina, T., & Poltev, V. (2004). Simulación de los mínimos de interacción de cafeína con las bases de los ácidos nucleicosy sus rutas de transición. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica*, 33-34.
- Díaz Negrillo, A. (2013). Bases bioquímicas implicadas en la regulación del sueño. *Arch Neurocien* , 42-50.
- Díaz, C. (2014). Diseño, implementación y evaluación de una secuencia didáctica para el mejoramiento de la comprensión de lectura en estudiantes de medicina y cirugía de la universidad del valle. *Universidad del Valle*, 01-124.

- Federacion de enseñanza de CC.OO de andalucia. (2010). La unidad didáctica, un elemento de trabajo en el Aula. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 1-8.
- Fernández, J., Elortegui, N., Moreno, T., & Rodriguez, J. (1999). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* España: Díada Editoras.
- Franco Pérez, J., Ballesteros Zebadúa, P., Custodio, V., & Paz, C. (2012). Principales neurotransmisores involucrados en la regulación del ciclo sueño-vigilia. *revista de investigacion clinica*, 183-191.
- Fundación Mapfre. (2014). *Unidad didáctica 2 : La evaluacion*. Madrid: Fundación Mapfre.
- Furlan, A. (1996). *Curricula y institución*. México: Morevallado.
- Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Revista Química Viva, Universidad de Buenos Aires* , 14.
- Galindo, F. (2006). De la energética a la neurotransmisión: el adenosín trifosfato y sus receptores. *Revista de Neurología*, 667-677.
- Gálvez, F. (2009). Ácidos nucleicos. *Química aplicada a la ingeniería biomedica*, 1-26.
- Gandia, J. (2013). Oligomerización del receptor A2A de adenosina: interpretando el receptorsoma. *universidad de barcelona*, 1-112.
- Garay Garay, F. R., & Velandia Parra , D. F. (2014). Explicación de los estudiantes del concepto de electronegatividad en informes de laboratorio. Un análisis dirigido al discurso y al modelo de pensamiento de los estudiantes. *Conferencia latinoamericana internacional, History and phylosophy of science teaching group IHPST*, 443-453.
- Gillespie, R. (2006). El enlace químico y la geometría molecular. *Educacion química*, 264-273.
- Gillespie, R. J. (2006). El enlace químico y la geometría molecular. *Revista Educacion química*, 264-273.
- Jimeno, J. (2009). El Currículum como texto de la experiencia de la calidad de la enseñanza a la del aprendizaje. *Universidad de Valencia*, 1-13.
- Grau Company, S., Gómez Lucas, C., & Perandones González, T. (2009). La formación del profesorado como factor decisivo de la excelencia educativa. *Universidad de Alicante*, 7-26.

- Gutierrez de Teran, H. (2004). modelación molecular de los receptores de adenosina y sus ligandos en el marco de diseño de fármacos asistidos por ordenador. *Universidad Pompeu Fabra*, 01-132.
- Guzmán Droguett, M. A., Maureira Cabrera, Ó., Sánchez Guzmán, A., & Vergara Gonzales, A. (2012). Innovación curricular en la educación superior. *perfiles educativos*, 60-72.
- Ibarra, G., León, J., & Guevara, M. (2009). Mapas conceptuales y esquemas lógicos en la enseñanza de la Bioquímica en la carrera de Medicina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-8.
- Jaramillo Naranjo, L. M., & Simbaña Gallardo, V. P. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 299-313.
- Laudadío, J., Mazzitelli, C. ., & Guirado, A. (2015). Representaciones de docentes de ciencias naturales: punto de partida para la reflexión de la práctica . *Actualidades Investigativas en Educación*, 1-23.
- Maroto, M. (2015). El café, la cafeína y su relación con la salud y ciertas patologías. *Universidad de Valladolid*, 1-30.
- Maroto, M. (2015). El café, la cafeína y su relación con la salud y ciertas patologías. *Revista Universidad de Valladolid*, 01-30.
- Martínez de la Cruz, N. L., Galindo González, R. M., & Galindo González, L. (2013). Entornos virtuales de aprendizaje abiertos; y sus aportes a la educación. *Encuentro internacional de educación a distancia* (págs. 1-16). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Matus, L., Benarroch, A., & Nappa, N. (2011). En el ámbito de la Química, los modelos de enlace entre átomos de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 178-201.
- Mazzitelli, C. (2012). Representaciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias durante la formación docente inicial. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 1-16.
- Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires . (2012). Tutorial Avogadro: Editor y visualizador para representar graficamente estructuras moleculares . *Dirección Operativa de Incorporación de Tecnologías (DOInTec)*, 1-18.
- Ministerio de Educacion Nacional. (2004). *Formar En Ciencias, El Desafio*. Colombia: Ministerio de Educacion Nacional.

- Molina, J. (2015). *Rubrica para evaluar Unidad didáctica*. Obtenido de http://www.academia.edu/12929155/R%C3%BAbrica_para_evaluar_Unidad_Did%C3%A1ctica
- Moreno, D. (2013). *Efectividad del uso del software Avogadro en la enseñanza y aprendizaje de la química orgánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz, L., & Nardi, R. (2011). Las representaciones científicas en la formación inicial de profesores de química. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*, 1-10.
- Muñoz, L., & Nardi, R. (2012). Las representaciones científicas en la formación inicial de profesores en química. *Revista de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 1-10.
- Niola León, N. A. (2015). Análisis del uso de software educativo, como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemáticas. *Universidad Politécnica salesiana*, 1-138.
- Ordoñez, C. (2016). Unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto Enlace Químico. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-157.
- Osses, S., & Jaramillo, S. (2008). Metacognición, un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos XXXIV*, 187-197.
- Otake, C. (2006). Memorias del 6° Encuentro Nacional e Internacional de Centros de Autoacceso de Lenguas. *Las experiencias metacognitivas, sus estrategias y su relación con las plataformas educativas*. (págs. 1-9). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pardo Lozano, R., Alvarez García, Y., Barral Tafalla, D., & Farré Albaladejo, M. (2007). Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. *Revista Adicciones*, 225-238.
- Patino Soriano, D. T. (2017). Uso de la química computacional como herramienta para la enseñanza de la química en instituciones educativas. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales*, 1-60.
- Pozas Margariño, A., Martín Sanchez, R., Rodríguez Cardona, Á., Ruiz Sáenz de Miera, A., & Vasco Merino, A. (2009). *Química*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Proyecto Formación de Directivos Docentes en Antioquia. SEDUCA – FUNLAM. (2008). *Lineamientos y Estandares curriculares*. Antioquia: Gobernación de Antioquia.
- Quesada, C., Varela, P., Frías, M., & Florez, P. (2017). Implementación de Avogadro como visualizador. *Revista Educación química*, 91-98.

- Ramirez, D. (2010). Café, cafeína vs salud. Revisión de los efectos del consumo de café en la salud. *Revista Centro de estudios en salud*, 156-167.
- Ramos, G., & López, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educação e Pesquisa*, 615-628.
- Raviolo, A., Aguilar, A., Ramirez, P., & Lopez, E. (2011). Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Análisis de las observaciones de clase. *Revista REIEC*, 13.
- Reyes, O., & Hernández, M. (2013). Criterios de eficiencia en el diseño de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). *Encuentro internacional de educación a distancia*, 01-28.
- Rico, A., Alonso, J., Rodríguez, A., Díaz, A., & Castillo, S. (2002). las categorías en la investigación social. *Universidad Pontificia Javeriana*, 23-27.
- Riera de Montero, E. (2006). Perspectivas en el diseño curricular. *Laurus, Revista de educación*, 23-38.
- Rincon, L. (2005). Enlace Químico. *Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química*, 1-21.
- Rodriguez, J. (2008). Algunas teorías para el diseño instructivo de unidades didácticas. *Revista de educación a distancia*, 1-23.
- Rogers, P. J. (2007). Caffeine, mood and mental performance in everyday life. *Nutrition Bulletin*, 84-89.
- Rosaria, J. (2006). La enseñanza de las ciencias basadas en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 173-184.
- Saenz-Lopez, P. (2011). *La educación física y su didáctica*. Sevilla: Wanceulen.
- Salas-Banuet, G., Ramírez Vieyra, J., & Noguez Amaya, M. E. (2011). La incomprendida electronegatividad (trilogía). Parte I. El pensamiento en la electronegatividad cualitativa. *didáctica de la química*, 38-44.
- Salín Pascual, R. J. (2004). Hipocretinas y adenosina en la regulación del sueño. *Revista de Neurología*, 354-358.
- Sanchez, M. d., Miguel, V., Diaz, K., Villasmil, S., & Lopez, M. (2009). Entorno virtual de enseñanza - aprendizaje para la construcción del conocimiento en bioquímica médica. *Revista de la facultad de medicina ; Universidad Central de Venezuela*, 1-7.

- Santos de Medeiros, A. C., Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, F. M., Araujo Lima, R. c., & Barbosa Nascimento, R. D. (2011). Avogadro: un recurso digital para el aprendizaje de modelos moleculares y conexiones químicas. *Conedu*, 1-10.
- Santoyo, S. (2012). Uso de los modelos moleculares como herramienta didáctica para la comprensión de la relación existente entre estructura y propiedades de los compuestos. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-128.
- Sarabia, F. (1999). *Metodología para la investigación en marketing y dirección de empresas*. Madrid: Piramide.
- Simoza, L. (2015). Teoría de el enlace químico. *Colegio la salle*, 1-81.
- Soares Pereira, A., & Cleomar Janke, L. (2011). Contribuciones del software abogado para el aprendizaje en la disciplina de Química en la Escuela Tiradentes de Santo Ângelo. *Universidade Federal de Santa Maria*, 1-17.
- Sutton, L. (1999). Interaction. *Arizona State University*.
- Tagliafico, D. (2008). Aparato circulatorio en relación al Consumo de Cafeína. *Revista de la Universidad Abierta Interamericana*, 1-7.
- Tavares, C., & Sakata, R. (2012). Cafeína para el tratamiento del dolor. *Revista brasileira de anestesiología*, 394 - 402.
- Torres, C., Varela, P., Frias, V., & Flores, P. (2017). Implementación de Avogadro como visualizador con alumnos de primer año de Odontología en la asignatura Química General y Organica. *Revista educacion en Quimica*, 91-98.
- Torres, J. (1998). Elaboración de unidades didácticas integradas. 220-264.
- Tuay, R. (2006). Aproximación a las representaciones científicas. *Universidad Pedagógica Nacional*, 39-50.
- Tudela, D. (2014). Introducción a la geometría molecular utilizando plastilina y palillos. *Universidad Autónoma de Madrid*, 225-232.
- Valles, A., Rosales, L., Serrato, L., & Farías, L. (2011). Métodos y Usos de la Química Computacional. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 16-21.
- Valverde, J., Fernandez, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, 1-18.
- Vázquez, A. (2015). La metacognición: Una herramienta para promover un ambiente áulico inclusivo para estudiantes con discapacidad. *Revista Electrónica Educare*, 1-20.

Vera, F. (2008). La modalidad blended-learning en la educación superior. *Universidad Tecnológica Metropolitana*, 1-16.

Vidal Ledo, M., Gómez Martínez, F., & Ruiz Piedra, A. (2010). Software Educativos. *Educación media superior*, 97 -110.

Zañarte, L. (2003). Aprendizaje colaborativo: Una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. *Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías.*, 1-10.

4.Contenidos

Este proyecto se encuentra dividido en siete secciones, iniciando con una justificación que da el propósito de esta investigación, un planteamiento del problema, para encontrar así el aporte que puede brindar este trabajo, seguido a esto se encuentran unos objetivos los cuales se plantean en base a el problema y que buscan la manera de diseñar y de construir la secuencia a través del simulador. En cuanto a los referentes teóricos se hace un acercamiento a las moléculas de estudio y a todos los conceptos que se relacionan con la bioquímica presente en el proceso sináptico y que se consideran pertinentes en el desarrollo del fenómeno de control del sueño y vigilia, adicional a ello se documenta sobre la importancia acerca de software educativo en la enseñanza de la química, simuladores computacionales y su aporte en las aulas, especificando más adelante el simulador "Avogadro" con el cual se trabajó durante todo este proyecto. Finalmente se encontrará una breve introducción a la química computacional y a la química teórica, como base para entender el funcionamiento de estos simuladores. Finalmente se mencionan las bases metodológicas y el componente didáctico que permitieron diseño a la secuencia.

En la siguiente sección se encuentra la metodología, donde se describen los pasos, el enfoque y la manera en cómo se llevó a construir la secuencia didáctica, seguido a ello se entran los resultados y análisis donde se encuentra la construcción y diseño del Blog, adicional a ello se evidencia la caracterización de las moléculas realizadas con el software y así misma explicación en relación con el fenómeno específicamente desde el modelo científico. Se finaliza con las conclusiones las cuales responden a la construcción y el diseño de la secuencia didáctica propuesta.

5.Metodología

La metodología denominada Blended Learning, combina una modalidad de enseñanza y aprendizaje presencial con una modalidad virtual. Tiene sus fundamentos en las teorías del aprendizaje constructivista, ya que, aunque retoma ideales conductistas, no se deja de lado la importancia que tiene la construcción de los conocimientos basados en el esfuerzo individual de cada estudiante, haciendo referencia a lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden.

Por lo tanto posible indicar que la secuencia didáctica apoyada en el fenómeno de estudio control del sueño y vigilia en relación con el modelo científico de la cafeína describe una serie de actividades que se encuadran en B-Learning ya que interrelaciona un componente virtual donde se retoma a la web como escenario que utiliza herramientas de comunicación por internet entre personas de forma no simultánea (comunicación

asincrónica), el cual se desarrolla durante la interacción del participante con el Blog y el uso del simulador Avogadro, y el trabajo colaborativo con recursos multimedia que permiten dar explicaciones al fenómeno de estudio mediante la implementación de dos videos informativos que explican la caracterización de las moléculas, química computacional y software educativo, y el uso de evaluaciones automatizadas con la ayuda de la plataforma Google Forms.

En cuanto a la propuesta de diseño de las actividades de la secuencia, se encuentra dividida en tres fases: fase 1 desarrollada en una sesión inicial (con un tiempo aproximado de 1 hora y 20 minutos), fase 2 y fase 3 desarrolladas en una misma sesión que cuenta con un tiempo aproximado de 2 horas y 30 minutos.

Esta secuencia didáctica se relaciona con el aprendizaje colaborativo según el Modelo Blended Learning, pues durante este proceso, los participantes son agentes activos de su aprendizaje ya que se involucran de forma reflexiva en su proceso, pero se caracteriza por ser cooperativo, colaborativo y conversacional, es decir, fomenta la interacción entre los participantes para discutir dificultades, aclarar dudas y compartir opiniones; y por otra parte el docente será el mediador y dinamizador del proceso de enseñanza-aprendizaje de los participantes, pues enriquece las relaciones o diferencias y permite obtener un producto final más estructurado, por medio de la negociación y el dialogo (Vera, 2008). En ese sentido, es posible indicar que esta metodología no se centra únicamente en una sola teoría de aprendizaje, sino más bien se *“enfatisa en la centralidad del estudiante (...), supone un enfoque ecléctico orientado a la reflexión crítica como componente esencial”* (pág. 09), *“donde la interacción en un ambiente de aprendizaje combinado es un importante componente del proceso cognitivo, pues incrementa la motivación, una actitud positiva hacia el aprendizaje, y el aprendizaje significativo”* Entwistle & Entwistle, 1991; Garrison, 1990; Hackman & Walter, como se citó en (Sutton, 1999).

6. Conclusiones

Los resultados luego del uso del simulador Avogadro permitió identificar como conceptos necesarios para comprender el fenómeno de control y vigilia del sueño, lo siguiente: neuromodulador, neurotransmisor, antagonismo, receptor y sinapsis siempre y cuando se analice el comportamiento fisiológico de la cafeína en el fenómeno propuesto como estudio. Toda vez que se trata de un proceso bioquímico de alta complejidad que requiere de un conocimiento específico en el campo en mención.

En cuanto a la comprensión del fenómeno usando el modelo científico representado en el software Avogadro, permite afirmar que la estructura de la cafeína ejerce un control inhibitorio sobre la vía de transmisión de la señal transmitida por la adenosina sobre su receptor A2a, ya que bloquea y evita el paso de estas señales hacia el receptor, pues impide que el ligando (en esta caso adenosina) establezca la conformación del receptor y por ello impide que la proteína G (que en este caso hace el papel de excitatoria) reciba la información para dar continuidad al proceso del impulso nervioso en la sinapsis cerebral realizada. Lo anterior facilitó inferir que se está frente a un fenómeno bioquímico no reproducible en condiciones controladas de laboratorio de modo que, se convierte en un

excelente problema teórico, que usado como estrategia, favorece la articulación de aspectos teóricos en la enseñanza de la bioquímica con aspectos de la cotidianidad.

En este sentido, la metodología B-Learning ofrece un modelo para el diseño de una estrategia de enseñanza en la que aprovechando recursos computacionales de comunicación sincrónica o asincrónica (mediante el intercambio de información por internet en tiempo real o sin coincidencia temporal), permite el abordaje de recursos ya disponibles en la web o de diseños propios que, anclados a un problema de aprendizaje en particular, genere propuestas innovadoras de enseñanza. El blog titulado "Sueños con aroma a café" es un ejemplo de implementación de esta metodología, en la que se proponen actividades provenientes de los diseños hechos con el simulador Avogadro de las moléculas bioquímicas en estudio, de la representación de la reacción que permite comprender el fenómeno bioquímico y de los cuestionamientos que sugieren el consumo de bebidas a base de cafeína.

Elaborado por:	Castaño Araque Luis Guillermo, Hernández Vásquez Luznide
Revisado por:	Sanabria Rojas, Quira Alejandra

Fecha de elaboración del Resumen:	27	08	2018
------------------------------------------	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	22
1. JUSTIFICACION	1
2. OBJETIVOS	6
General.....	6
Específicos.....	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. MARCO DE REFERENCIA	9
4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	9
4.2 REFERENTES TEÓRICOS	14
4.2.1 Caracterización de las moléculas cafeína y adenosina.....	15
4.2.2 Mecanismo de acción de la cafeína en los receptores adenosina	19
4.2.3 Proceso de sinapsis cerebral	22
4.2.4 Geometría molecular.....	24
4.2.5 Ácidos Nucleicos	25
4.2.6 Enlace Químico	28
4.2.7 Química computacional y Química Teórica.....	30
4.2.8 Software educativo.....	33
4.2.9 El uso de simuladores en la enseñanza de las ciencias	34
4.2.10 Simulador Avogadro.....	35
4.2.11 Metodología Blended - Learning.	37
4.2.12 Formación de conceptos	40
4.2.13 Metacognición	40
4.2.14 Representaciones científicas	42
4.2.15 Enseñanza de las ciencias desde las representaciones científicas	43
4.2.19 Diseño de Secuencia didáctica	46
4.2.17 La evaluación	48
5. METODOLOGÍA.....	50
5.1 Enfoque investigativo y grado de profundidad	50
5.2 Diseño de la Investigación	50
5.2.1 Etapa 1: Exploratoria.....	51

5.2.2 Etapa II: Diseño curricular	52
5.2.3 Etapa III Validación	52
5.3 Categorías de Análisis	53
5.3.1 Categoría de análisis Diseño Curricular	53
5.3.2 Categoría de análisis Enseñanza De La Bioquímica.....	55
5.3.3 Categoría de análisis Representación Científica.....	56
5.3.4 Categoría de análisis Conceptos Bioquímicos	57
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS	59
6.1 Construcción de las moléculas Cafeína y Adenosina	59
6.2 Diseño de la secuencia didáctica	60
6.4 Regulación y control del proceso metacognitivo	62
6.5 Caracterización de la Cafeína:	62
6.6 Caracterización de la adenosina:	63
6.7 Comparación de las estructuras químicas	64
6.8 Secuencia didáctica	65
7. CONCLUSIONES	68
9. BIBLIOGRAFIA	70
10. ANEXOS	78
10.1 Imágenes	78
10.2 Instrumentos	88

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructuras químicas de la Cafeína y la Adenosina, Autoría Propia.	19
Ilustración 2. Actividad de la Cafeína y la Adenosina en los receptores A2a y A1, retomado de Tagliafico (2008), El Aparato Circulatorio en relación al Consumo de Cafeína.....	21
Ilustración 3. Biosíntesis y degradación de la adenosina. Retomado de: (Gutierrez de Teran, 2004)	22
Ilustración 4.proceso de sinapsis química, retomado de (Balbiano, y otros, 2012).....	24
Ilustración 5.Descripción de la estructura del nucleósido Adenosina para explicar su estructura química. Retomado y modificado de (Castaños, 2015)	26
Ilustración 6.Descripción de la la estructura del nucleósido Adenosina para explicar su estructura química. Retomado y modificado de (Castaños, 2015)	28
Ilustración 7.Estructura y propiedades de la cafeína. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 8.propiedades de enlace (izquierda) propiedades de ángulo (derecha) de a cafeína la cafeína. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 9. Estructura y propiedades de la Adenosina. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 10.propiedades d enlace(izquierda) propiedades de ángulo (derecha) de a cafeína la Adenosina. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 11.Diseño del Blog. Autoridad propia.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 12. Caracterización Estructura Cafeína 1. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 13. Caracterización Estructura Cafeína, Geometría Tetraédrica. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 14.Caracterización de la geometría molecular Tetraédrica desde los ángulos (Imagen Izq.) y distancias de enlace (Imagen Der.) Autoría propia.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 15.Caracterización Estructura Cafeína, Geometría Trigonal Plana. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 16.Caracterización de la geometría molecular trigonal plana desde los ángulos (Imagen Izq.) y distancias de enlace (Imagen Der.) Autoría propia.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 17.Caracterización Estructura Adenosina que muestra el enlace glucosídico, la adenina y la ribosa. Autoría propia.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 18.. Caracterización de la geometría molecular angular desde los ángulos de enlace. Autoría propia.....	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 19.Caracterización de la geometría molecular Tetraédrica desde los ángulos (Imagen Izq.) y distancias de enlace (Imagen Der.) Autoría propia.	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 20.Caracterización de la estructura de adenosina donde se evidencia que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 21.Comparación de las estructuras de adenosina y cafeína en r. Autoría propia	¡Error! Marcador no definido.

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1. Estructura y propiedades de la cafeína. Autoría propia	78
Anexo 2. Estructura y propiedades de la Adenosina. Autoría propia	78
Anexo 3. resultado de propiedades de enlace de la molécula cafeína	79
Anexo 4. resultado de propiedades de ángulo de la molécula cafeína	79
Anexo 5. resultado de propiedades de ángulo de la molécula cafeína	80
Anexo 6. resultado de propiedades de enlace de la molécula adenosina	80
Anexo 7. Resultados propiedades de enlace de la cafeína. Autoría propia	81
Anexo 8. Imagen del diseño del Blog para la construcción de la secuencia	81
Anexo 9. Estructura de la cafeína en rotación coplanar	82
Anexo 10. propiedades de enlace de la cafeína	82
Anexo 11. Propiedades angulares de la molécula de la cafeína	83
Anexo 12. Caracterización Estructura Cafeína, Geometría Trigonal Plana.	83
Anexo 13. Caracterización de la geometría molecular trigonal plana desde los ángulos (Imagen arriba.) y distancias de enlace (Imagen abajo.)	84
Anexo 14. Caracterización de la geometría molecular desde los ángulos de enlace.	85
Anexo 15. Enlace Glucosídico de la Adenosina	85
Anexo 16. Caracterización de la geometría molecular Tetraédrica desde los ángulos (Imagen Izq.) y distancias de enlace (Imagen Der.)	86
Anexo 17. Caracterización de la estructura de adenosina donde se evidencia que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano	113
Anexo 18. Comparación de las estructuras de adenosina y cafeína	87

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.Efectos sobre la salud de la cafeína. Retomado y modificado de Maroto (2015).	17
Tabla 2.Beneficios y recursos requeridos para la implementación de la metodología B-Learning. Retomado de Vera (2008).....	39
Tabla 3.Categoría de análisis: diseño curricular. Fuente propia.....	55
Tabla 4.Categoría de análisis: Enseñanza de la bioquímica. Fuente propia	56
Tabla 5.Categoría de análisis: Representaciones científicas. Fuente propia.....	57
Tabla 6.Categoría de análisis: Conceptos bioquímicos. Fuente propia	58
Tabla 7. Estructura de la propuesta de actividades de la secuencia didáctica	67

CONTENIDO DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Metodología general para el desarrollo del proyecto. ¡Error! Marcador no definido.

Diagrama 2. Caracterización de la estructura de adenosina donde se evidencia que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano-----93

INTRODUCCIÓN

Con el desarrollo de la presente investigación se pretende diseñar una secuencia desde la metodología B-Learning, a partir de la construcción de un blog y el manejo del Software “Avogadro” como herramienta base para la caracterización molecular que ayuda al proceso de enseñanza - aprendizaje del fenómeno bioquímico en estudio: control de sueño-vigilia en relación al antagonismo inhibitor de la cafeína en el receptor cerebral de Adenosina A2a, buscando que los participantes apropien conceptos bioquímicos y neurocientíficos.

En este sentido, asumir un proceso investigativo implica pasar de un campo conocido a uno en los que no hay conocimiento de causa, por ello se propone una serie de actividades mediante el diseño de una secuencia didáctica denominada “*Sueño con aroma a café*”, donde se retoman saberes relacionados a las áreas de conocimiento neurociencia, biología y química, inmersas en el fenómeno en estudio, por ende, la relevancia de este tipo de investigación radica en que es pertinente para la enseñanza de las ciencias debido a que los modelos que estudia la bioquímica no se pueden ver a simple vista o microscópicamente, pues ni las moléculas, ni los procesos en los que ellas intervienen están al alcance de los sentidos, por ello se imposibilita su análisis.

En particular, este trabajo se ubica en el escenario de la línea de investigación naturaleza de las ciencias (NOS), conocimiento y uso de Tics y sistemas computacionales, dado que se enmarca en el diseño y ejecución de iniciativas que desarrollan el proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias y específicamente en la enseñanza de la bioquímica, donde fue necesario delimitar conceptos bioquímicos, simular y caracterizar las moléculas de cafeína y adenosina para explicar cómo influyen en el fenómeno en estudio.

En consecuencia, se trabajó una metodología de investigación con un enfoque cualitativo sustentada inicialmente en una etapa exploratoria orientada al proceso metacognitivo en torno a la caracterización teórica del modelo, seguido de una etapa

de diseño curricular donde se construyó un Blog y se diseñó un material audiovisual.
Finalmente, en una etapa de validación del diseño de la secuencia.

1. JUSTIFICACION

Las razones que motivaron al estudio del modelo científico se sustentan en argumentos relacionados con la enseñanza de las ciencias resaltando el uso de modelos científicos creados a partir de su naturaleza; de este modo, se discute una propuesta de actividades orientadas a una trasmisión de conceptos asociados al comportamiento bioquímico del modelo descrito, promoviendo el uso de simuladores en las ciencias dados los beneficios que puede aportar al proceso de aprendizaje de conceptos bioquímicos y neurocientíficos como lo son Antagonista, Neuromodulador, Neurotransmisor, Receptor cerebral y Vía de trasmisión de impulsos nerviosos, que se relaciona con el fenómeno de estudio. Por ello, los beneficios que aporta el uso de simuladores en la enseñanza de las ciencias se relacionan con el incremento de la motivación, la inteligencia y el uso de los sentidos, pues estimulan la búsqueda de distintas soluciones para un mismo problema, de esta manera “permiten un mayor despliegue de recursos cognitivos (...) se puede afirmar que la computadora facilita el proceso de aprendizaje en casi todos estos aspectos y favorece la flexibilidad del pensamiento de los alumnos” Burato, Canaparo, Laborde & Minelli (como se citó en Cardella, Companioni, Hernández , Briggs, & Gómez, 2009, pág.30).

Esto se concibe desde el reconocimiento de las dificultades que generalmente se presentan durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la bioquímica identificadas previamente por Díaz y otros (2001):

“La disciplina Bioquímica tradicionalmente es de difícil comprensión y asimilación para el estudiante (...), y entre los aspectos que incrementan la dificultad en el aprendizaje de la misma están: 1. El nivel de abstracción a que debe llegar el estudiante para su comprensión y asimilación y 2. La poca motivación que tienen al estudiarla, debido a que ellos piensan que esta ciencia es poco aplicable a su práctica profesional” (pág. 173).

Por ello, Colcha (2017) plantea que en la actualidad se habla constantemente de la inclusión de la tecnología en la educación, pero *“muchos docentes no usan herramientas tecnológicas que ayudan a facilitar el proceso de aprendizaje como los simuladores virtuales que más allá de enseñar, permiten aproximar al estudiante a la realidad, brindándole una noción más exacta de hechos y fenómenos estudiados”* (pág. 12); esto crea una serie de modificaciones donde las actuales tecnologías han reformado la enseñanza tradicional del sector educativo: “al aparecer nuevos soportes como el magnético y el óptico; la información ahora es digitalizada: se pasa del lápiz y el papel al teclado y la pantalla y, aún más, a la simulación” Rosario (como se citó en Contreras, García, & Ramírez, 2010, pág. 04); y por lo tanto, si se relacionan los conceptos específicos de la bioquímica con la simulación en ciencias es posible que se evidencian mejoras en la comprensión de teorías que ayudan a generar explicaciones o dar soluciones a problemas bioquímicos contextualizados, Abellan & otros (2014) indican que gran parte de los estudiantes se han beneficiado de este tipo de estrategias, si bien ha sido más importante para aquellos que prefieren un acercamiento a la información más visual; o como se indica durante el estudio de Cabrera, donde demostró que existían diferencias significativas en el aprendizaje entre los estudiantes que usaron un simulador y aquellos a quienes sólo se les transfirió el conocimiento por medio del método tradicional. “El grupo con simulador mostró una mayor comprensión de la dinámica que daba origen a la problemática del caso, lo que se tradujo en respuestas más completas y precisas en el cuestionario de evaluación” (como se citó en Contreras, García, & Ramírez, 2010, pág. 05).

Durante la formación inicial de profesores en ciencias es de gran importancia realizar un acompañamiento que permita al estudiante no solo comprender una temática específica, sino que adicionalmente le proporcione herramientas que le permitan relacionar los contenidos metacientíficos con la educación en química y a su vez le ayuden durante su ejercicio como futuro docente mediante estrategias que le permitan responder a las necesidades tecnológicas que trae el siglo XXI; en este caso, permitirá que el estudiante aproxime y logre relacionar el uso de sistemas

computacionales de la química con la Naturaleza de las ciencias, entendiendo el contexto de la enseñanza de las ciencias, *donde las ideas a enseñar tienen distintas procedencias (la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia) y experimentan genuinas transposiciones didácticas funcionales a la tarea cotidiana de los profesores de ciencias* Aduríz-Bravo (como se citó en Raviolo y otros, 2011, pág.02).

De este modo, es primordial para el presente proyecto incluir la tecnología en la enseñanza de las ciencias particularmente en química, pues *“estas herramientas tecnológicas ayudan a facilitar el proceso de aprendizaje como los simuladores virtuales que más allá de enseñar, permiten aproximar al estudiante a la realidad, brindándole una noción más exacta de hechos y fenómenos estudiados”* (Colcha, 2017, pág. 12) generando cambios durante la formación de licenciados en ciencias enmarcados dentro del uso de sistemas computacionales en la caracterización de moléculas químicas.

En ese orden de ideas, el modelo científico en estudio se ha venido investigando en trabajos como el de Terán (2004) quien tiene como objetivo aportar conocimientos sobre la bioquímica y la farmacología de los receptores de adenosina, comprendiendo las relaciones entre las estructuras químicas y su actividad farmacológica con los ligandos existentes para estos receptores, desarrollando finalmente un modelo computacional del receptor A1 de adenosina y prediciendo la energía necesaria para la unión de estos ligandos. Así mismo, es posible mencionar el trabajo de Tagliafico (2008), quien hace un estudio sobre los efectos que tienen las metilxantinas en el organismo humano específicamente en relación con el sistema cardiovascular. En él se caracterizan las Xantinas y sus propiedades químicas, se estudia la cafeína como una molécula antagónica de la Adenosina y se especifican los signos y síntomas tras un alto consumo de cafeína, recomendaciones de dosis máximas y otros datos a tener en cuenta con relación al sistema circulatorio y a otros órganos en el cuerpo humano.

Por otro lado, tras una revisión bibliográfica frente al uso de simuladores en la enseñanza de las ciencias no se evidenció una relación con el modelo científico en estudio, si no por el contrario, se encontraron investigaciones con una alta carga conceptual enfocados a una comunidad científica que ya maneja conceptos neurocientíficos o investigaciones con un enfoque clínico más no pedagógico, siendo este un objeto de investigación para la enseñanza de las ciencias.

En cuanto al estudio de simulaciones con respecto al modelo, no se encontraron investigaciones que se relacionen específicamente con el fenómeno en estudio, o la relación entre la cafeína y la adenosina. Sin embargo en cuanto a la cafeína se investigó la formación de todos los tipos de complejos posibles, correspondientes a los mínimos de la energía de interacción entre la cafeína y las bases de los ácidos nucleicos o pares de bases. (Deriabina, Cruz, Gonzáles, Grokhlina, & Poltev, 2004)

En este sentido, “La importancia de las simulaciones, desde el punto de vista educativo, reside en hacer partícipe al usuario de una vivencia que es fundamental para el desarrollo de hábitos, destrezas, esquemas mentales, etc. que pueden influir en su conducta” (Cataldi, Donnataria, y Lage, 2013, pág. 08). En este caso hacer partícipe al docente en formación inicial de su propio proceso de aprendizaje (haciendo que auto reconozca su proceso meta cognitivo y desde allí reflexione críticamente y genere estrategias que le permiten desenvolverse efectivamente) y prontamente fortalezca los conceptos asociados al comportamiento bioquímico del modelo en estudio; adicional a ello, “la importancia de las simulaciones, desde el punto de vista científico reside en brindar al operador información sobre sistemas, y/o procesos inaccesibles experimentalmente” (Cataldi, Donnataria, & Lage, 2013, pág. 08) haciendo énfasis en que por la naturaleza del fenómeno en estudio, se imposibilita la recolección de datos tras un ejercicio netamente experimental. De otro lado Cuevas (2005) refiere que este tipo de herramientas tienen impacto en la formación de licenciados de ciencias y en el campo de la química particularmente, puesto que evidencia las oportunidades de plantear otras formas de producir, transferir y estudiar el saber especializado sin que se convierta en una actividad altamente costosa y selectiva.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo es la construcción de un diseño de una secuencia didáctica para la implementación de un simulador computacional que en este caso es el software educativo Avogadro, que permite caracterizar el modelo científico de la Cafeína como inhibidor de la Adenosina en el cerebro humano, y junto con la construcción de un Blog, dar una posible explicación con respecto al fenómeno de estudio.

2. OBJETIVOS

General

Diseñar una secuencia didáctica fundamentada en B-Learning, por medio del simulador Avogadro apoyado en el modelo científico de la cafeína como inhibidor de la adenosina en el cerebro humano.

Específicos

- Delimitar los conceptos bioquímicos necesarios que permiten comprender el impacto de la cafeína en el receptor cerebral de adenosina A2a.
- Simular y caracterizar mediante el simulador Avogadro las moléculas de Cafeína y Adenosina respectivamente.
- Diseñar una secuencia didáctica construida en un blog como propuesta de aprendizaje de conceptos bioquímicos relevantes identificados previamente.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Así como indica Cardella, Companioni, Hernández , Briggs, & Gómez (2009), “La Bioquímica (...) como fundamento esencial para la comprensión de la base estructural y funcional de los seres vivos, así como de los fenómenos involucrados en el complejo salud-enfermedad” (pág. 25), presentan un alto grado de dificultad para los estudiantes, “por lo que su cabal dominio resulta limitado, y por ende, las promociones que generalmente se alcanzan en las asignaturas de esta disciplina están por debajo de lo deseado” (pág. 25); incidiendo factores como la falta de estudio, la complejidad de los contenidos y dominio de las habilidades intelectuales, entre otros. Así mismo, en los últimos años, la información en relación con sistemas biológicos ha incrementado considerablemente debido a la modelación de estructuras proteicas, por ello “en el campo de la educación científica es que hay más información de la que podemos enseñar sin comprometer la calidad del aprendizaje, por lo tanto, a la hora de diseñar un curso, es importante decidir, si el enfoque va a ser en contenido o en conceptos básicos (Martínez-Vaz, 2014, pág. 06).

La computadora ha demostrado su gran influencia en el desarrollo de nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, al aportar un medio que integra en él todas las potencialidades presentes en otros medios de enseñanza y ofrecer una característica solamente presente en ella: la interactividad, lo que le da un carácter privilegiado a la hora de escoger un medio para impartir una clase. Sin embargo, no todo es tan fácil como se ha dicho; su utilización ha sido un problema desde su inserción en el proceso docente-educativo dado por diferentes causas: Complejidad del desarrollo del software educativo, estrategia pedagógica inadecuada e inadecuada interfase de comunicación con el usuario. Lecourtois & Vázquez (2013)

Así pues, el presente proyecto se encuentra adscrito a la línea de investigación en Naturaleza de las ciencias (NOS), Conocimiento y uso de Tics y sistemas computacionales, ya que se centra en diseñar y ejecutar iniciativas que no solo desarrollen el aprendizaje. Sin embargo, en esta línea aún no se encuentran

investigaciones en didáctica de la Bioquímica y específicamente en el modelo científico, ni el uso de un blog como material audiovisual para el diseño de alguna investigación.

Por tanto, este trabajo se considera como una oportunidad de aporte en el campo de la investigación en didáctica a partir del diseño de una secuencia de aprendizaje para la enseñanza del modelo de la cafeína como inhibidor antagonista de la adenosina en el receptor cerebral A2a, desde la implementación del software educativo Avogadro, junto con el blog, permitiendo comprender el fenómeno de estudio.

Con lo anteriormente mencionado, el planteamiento de la siguiente pregunta se hace con el título de orientar la investigación: ¿Cómo diseñar una secuencia didáctica fundamentada en el modelo B-Learning para implementar el software educativo Avogadro utilizando el modelo científico de la cafeína como inhibidor antagonista de la adenosina en el cerebro humano?

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Tras una exhaustiva revisión documental, tanto de fuentes digitales como físicas (bases de datos electrónicas de la Universidad Pedagógica Nacional y el portal web del repositorio institucional de la Universidad Nacional de Colombia, Google académico, Redalyc, Scielo y finalmente una revisión documental de diferentes libros y revistas científicas) se realizó un mapeamiento bibliográfico encontrando alrededor de 70 trabajos categorizándolos según su contenido y su fecha de publicación, con el fin de seleccionar los temas que más relación tuvieran con el presente proyecto. Siendo así se encontraron temas como el estudio de las moléculas de cafeína y adenosina, información acerca del uso de software educativo, aplicaciones con el simulador Avogadro entre los cuales se identificaron los siguientes trabajos:

Inicialmente, Tagliafico (2008) hace una caracterización de la Cafeína y los efectos que tienen las metilxantinas en el organismo humano en su trabajo titulado *“El Aparato Circulatorio en relación al Consumo de Cafeína”* haciendo un estudio a las Xantinas, sus propiedades químicas y su relación cinética con la Adenosina en dos de los cuatro receptores de Adenosina reconocidos en la comunidad científica, seguido de sus acciones farmacológicas y finalizando con un conjunto de recomendaciones en torno a sus niveles de concentración en el cuerpo y los diversos efectos que se dan en relación al sistema circulatorio específicamente y a otros órganos del cuerpo humano. Así mismo, el trabajo titulado *“Modelización molecular de los receptores de adenosina y sus ligandos en el marco de diseño de fármacos asistido por ordenador”* realizado por Gutierrez de Teran (2004) tiene como objetivo aportar conocimientos sobre la bioquímica y la farmacología de los receptores de adenosina, así como entender las relaciones entre estructura química y actividad farmacológica de los ligandos existentes para estos receptores. Con este objetivo se han empleado distintas técnicas y metodologías del diseño de fármacos asistido por ordenador. Los resultados presentados en este trabajo incluyen el

desarrollo de una estrategia para la selección de una muestra que cubra adecuadamente la diversidad molecular existente en una base de datos de compuestos químicos, adicionalmente construye un modelo de la región transmembrana del receptor A1 de adenosina en el que se ha localizado y caracterizado un sitio de unión de agonistas compatible con los datos experimentales. Posteriormente realiza una serie de predicciones teóricas en torno a las energías de unión de ligandos realizadas a partir de los complejos agonista-receptor predichos sobre el modelo mencionado obteniendo un grado de acuerdo con los datos experimentales que resulta esperanzador.

Siguiendo con los antecedentes en torno a las representaciones científicas y específicamente en la elaboración de modelos, tenemos a Rosaria (2006) quien en su trabajo *“La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos”* discute una propuesta para planificar la enseñanza de las ciencias y la puesta en práctica de actividades orientadas a disminuir el énfasis que se ha venido haciendo en la transmisión de conocimientos puramente conductuales. En esta propuesta se pone a los estudiantes en disposición de comprender los modelos científicos (así como la naturaleza de la ciencia y sus formas de pensamiento asociados) y a la vez ser capaces de manejar con sentido crítico de situaciones relacionadas con las ciencias. Esta propuesta surge de la prueba para elaborar estrategias de enseñanza donde se necesita tomar en consideración aspectos de diferente naturaleza, tomando un modelo cognitivo de la ciencia que se fundamente en la construcción de modelos. Así mismo, es posible enmarcar el estudio realizado por Muñoz & Nardi (2012) titulado *“Las representaciones científicas en la formación inicial de profesores de química”*, donde se hace una aproximación a la conceptualización del significado que los profesores en formación inicial les atribuyen a las representaciones científicas, fundamentados en la idea de que estas representaciones son utilizadas por los profesores para elaborar explicaciones científicas y de esta manera entender cómo funciona el mundo químico, razón por la cual la enseñanza de la ciencia está relacionada con la comprensión que los profesores tienen sobre estas representaciones y la manera como son introducidas en los procesos educativos.

Para indagar sobre el significado atribuido a diferentes formas de representar el conocimiento químico y su relación con el contexto histórico y social, se implementó un cuestionario a estudiantes de Licenciatura en Química de la UNESP y se analizó que las representaciones que los profesores construyen, corresponden en su mayoría a explicaciones realistas ingenuas que no utilizan contextos históricos y sociales recurrentemente.

Ahora bien, en cuanto al uso de simuladores en los procesos de enseñanza tenemos a Contreras, García y Ramírez (2010) quienes en su trabajo titulado “*Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento*” exploran los hábitos y apropiación en torno al uso de simuladores y sus características hardware y software, como herramientas digitales de apoyo en los procesos de transferencia de conocimiento para los cursos de ciencias básicas y programación de la facultad de ingeniería en una universidad privada de Colombia. Se utilizó una metodología ex post facto y se exploraron las estrategias de enseñanza-aprendizaje aplicadas en el desarrollo de los cursos de ciencias básicas y programación, los procesos de transferencia de la experiencia en la práctica de los participantes, y los elementos de hardware y software correspondientes a los simuladores empleados en el desarrollo de los programas de formación en ingeniería. Del análisis de dicho trabajo se concluye que existe un bajo porcentaje de docentes que utilizan simuladores en su práctica educativa, pero en los momentos en que hubo prácticas de clase con ellos, se evidenció un ambiente de enseñanza-aprendizaje favorable en los temas de matemáticas, física y programación, debido a que estas herramientas digitales permiten la reproducción de actividades diversas con suficiente fidelidad para lograr la participación de los alumnos. Así mismo, Cataldi, Lage y Dominighini (2013) quienes en su trabajo “*Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*” afirman que hay una posibilidad muy útil en el uso de estas herramientas pues existe una problemática en torno a una dificultad para recrear algunas situaciones científicas que se relacionan con la cotidianidad. Estos son programas que buscan reproducir un fenómeno natural mediante la visualización de los diferentes estados que el mismo

puede presentar y donde cada estado se encuentra caracterizado por un conjunto de variables que cambian mediante la interacción en el tiempo con un algoritmo determinado a fin de describir de manera intuitiva el comportamiento de un sistema real pues operar sobre éste es inaccesible. Finalmente define una simulación como un conjunto de ecuaciones matemáticas que modelan en forma ideal situaciones del mundo real. Complementando los trabajos con simuladores Colcha (2017) en su trabajo *“Los simuladores como recursos didácticos para el aprendizaje de ciencias naturales, en los estudiantes de octavo año paralelo “A” de educación general básica de la unidad educativa Víctor proaño carrion, Periodo septiembre 2016 – marzo 2017”* afirma que el uso de simuladores virtuales durante el proceso educativo es de gran importancia al crear ambientes educativos atractivos en la Unidad Educativa Víctor Proaño Carrión; por otra parte, la educadora a cargo manifestó que al utilizar estas herramientas tecnológicas se fortalecen procesos de enseñanza-aprendizaje y lo mejora de manera notable para así despertar el interés de los estudiantes por aprender Ciencias Naturales. El propósito de esta investigación fue analizar la importancia del manejo de los simuladores virtuales para la optimización del proceso de aprendizaje de los estudiantes de octavo año paralelo “A” de tal manera de que los docentes de la Unidad Educativa dispusieron de una capacitación permanente y actualizada. Finalmente, se maneja como población un total de 34 estudiantes y 1 docente donde se concluye que los simuladores contribuirán de manera positiva al proceso de aprendizaje a la misma vez que se recomienda a los docentes una amplia y permanente capacitación de los mismos para su eficiente aplicación.

En cuanto al uso de Software educativos en ciencias, Escobar (2015) en su trabajo *“uso de software educativos y objetos virtuales de aprendizaje para motivar la formación en ciencias básicas”* presenta un proyecto que pretende contribuir a la calidad de la educación en la institución educativa agrícola Marsella especialmente en ciencias exactas y naturales de los grados noveno, décimo y undécimo, con fuerte énfasis en componentes pedagógicos, didácticos y tecnológicos por medio de la creación de un Blog para la diversificación de contenidos y métodos, la

innovación, la difusión y el uso compartido de información y buenas prácticas, manejando posibilidades de interacción que pase de una actitud pasiva por parte del estudiante a una actividad permanente, a una búsqueda y replanteamiento continuo de saberes y procedimientos, al desarrollo de su iniciativa frente a las tareas y trabajos de profundización de temáticas científicas con pensamiento crítico, a la toma responsable de decisiones, la filtración de información, la selección, redacción, resolución, síntesis, comentarios y reflexiones pertinentes de los temas bajo estudio; a la vez que busca motivar en el personal docente la incursión en el uso de las TIC para enriquecer su labor de facilitadores de procesos de enseñanza-aprendizaje. Adicionalmente, se pretende conocer las expectativas de los estudiantes frente a matemáticas, física, química y biología, frente a las dificultades en su comprensión, las posibilidades de asimilación de una manera amena y significativa en el mundo de la vida, con el fin de aprender a enfatizarse en un contexto, partiendo de la premisa que el énfasis de la profesión docente debe cambiar desde un enfoque centrado en el profesor que se basa en prácticas únicamente magistrales alrededor del pizarrón y el discurso, hacia una formación centrada principalmente en el estudiante dentro de un entorno interactivo de aprendizaje propiciado por el uso de las TIC. Por último, como parte del uso de Avogadro ya que será el simulador a trabajar, Torres, Varela, Frias, y Flores, (2017) en su trabajo titulado "*Implementación de Avogadro como visualizador con alumnos de primer año de Odontología en la asignatura Química General y Orgánica*" certifican que los visualizadores moleculares actualmente son una realidad cada vez más presente en el aula pues permite a los estudiantes desarrollar habilidades de espaciado tridimensional de las moléculas. Es por esto que en este estudio se utilizó el visualizador molecular Avogadro de libre acceso donde no solo permitió que los estudiantes logaran determinar rápidamente la Quiralidad de carbonos en moléculas con isómeros ópticos. Por otro lado, se indica a modo de conclusión que los estudiantes pueden ser atraídos a usar programas informáticos para implementarlos no solo en cursos de química, sino en otros más avanzados.

En este sentido, fue posible comprobar que en ocasiones anteriores no se ha realizado algún diseño curricular con respecto a una secuencia de actividades que exponga el antagonismo presente en el modelo científico de la cafeína como inhibidor de la adenosina en el receptor cerebral A2a, mediante la caracterización molecular con ayuda del software educativo Avogadro, las referencias encontradas en relación al fenómeno en estudio y la enseñanza del mismo en base a un software educativo, no cuenta con trabajos en curso o finalizados; sin embargo, se encontraron análisis con respecto a las moléculas en estudio pero de manera individual, también algunas investigaciones con respecto al uso de software educativo en la enseñanza de las ciencias, ya que este tipo aspectos teóricos no se pueden explicar de una manera experimental. Adicional a ello, es posible indicar, que los estudios en torno a las moléculas se encuentran en un rango mayor a cinco años, mientras que en las simulaciones y el uso de software educativo se pudo confirmar que los estudios han sido mucho más recientes. Por ello, es posible indicar que el proyecto se considera como una oportunidad de aporte en el campo de la investigación en didáctica y específicamente de la bioquímica.

4.2 REFERENTES TEÓRICOS

Dada la información seleccionada, los referentes teóricos se dividieron en tres secciones: inicialmente se hace un acercamiento a las moléculas de estudio y a todos los conceptos que se relacionan con la bioquímica presente en el proceso sináptico y que se consideran pertinentes en el desarrollo del fenómeno de control del sueño y vigilia. Así mismo, también se encontrará información acerca de los efectos que tiene la cafeína en el cuerpo humano.

En la segunda parte, se documenta sobre la importancia acerca de software educativo en la enseñanza de la química, simuladores computacionales y su aporte en las aulas, especificando más adelante el simulador “Avogadro” con el cual se trabajó durante todo este proyecto. Adicionalmente se encontrará una breve introducción a la química computacional y a la química teórica, como base para entender el funcionamiento de estos simuladores.

Finalmente se mencionan las bases metodológicas que permitieron diseño curricular, evaluativo y didáctico frente a los entornos virtuales de aprendizaje, y como cierre a estos referentes teóricos se encuentra una sección en torno a las secuencias didácticas, a su uso y aportes en el aula.

4.2.1 Caracterización de las moléculas cafeína y adenosina

CAFEINA: Ramirez (2010) indica que:

“(...) la cafeína es una sustancia química que tiene como fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$, siendo su nombre científico 1,3,7-trimetilxantina. Es un alcaloide de purina que pertenece al grupo de las Xantinas y más específicamente de la familia de las metilxantinas de origen natural con una masa molar de 194.19 g/mol y su punto de fusión está en 234°C-239°C. Uno de los efectos celulares de las metilxantinas mejor definidos es su capacidad de inhibir a los nucleótidos fosfodiesterasas” (pág. 159).

La cafeína al ser ingerida por el ser humano es absorbida rápidamente por el tracto gastrointestinal hacia el flujo sanguíneo, sus efectos tardan alrededor de 15 a 30 minutos. Posterior a ello es metabolizada en el hígado a través del grupo de enzimas Citocromo P450 oxidasa, también conocida como isoenzima 1A₂ mediante la desmetilación en paraxantina, la cual determina la tasa de eliminación de cafeína y la farmacocinética dosis-dependiente en humanos (Maroto, 2015 pág. 09).

Adicional a esto Tavares & Sakata (2012) afirma que *“la cafeína es un alcaloide que está presente en más de 60 especies de plantas. Químicamente, esos alcaloides se parecen a las purinas, xantinas y al ácido úrico, que son compuestos*

metabólicamente importantes” (pág. 387). Complementando, Rogers (2007) menciona que *“En términos químicos, (...) la cafeína es una sustancia básica y orgánica de origen vegetal, trimetilxantina. Es un polvo blanco sin olor que es soluble en agua y en lípidos, tiene un sabor amargo”* (pág. 83) y en cuanto a su estructura Pardo, Alvarez, Barral, & Farré (2007) concluye que la cafeína al hacer parte de las metilxantinas (al igual que teofilina y teobromina) dada su semejanza a las purinas, se unen a los receptores A1 y A2a de la adenosina actuando como antagonistas competitivos” (pág. 227).

Así mismo, Tavares & Sakata (2012) afirman que la cafeína fue aislada en 1820:

“(...) pero la estructura correcta de esta metilxantina quedó establecida en la última década del siglo XIX. Los efectos no fueron claramente reconocidos hasta el año 1981, cuando el bloqueo de los receptores adenosina se correlacionó con las propiedades estimulantes de la cafeína y de sus análogos” (pág. 387).

Ahora bien, en cuanto a los efectos que produce la cafeína en el cuerpo humano es posible enmarcar que puede causar síndrome de abstinencia posterior a 24 horas de haber dejado de consumirla produciendo cansancio mental y físico, dolor muscular, problemas de concentración y un cerebro menos alerta, por lo cual es considerada como una sustancia adictiva. A continuación, se retoman las ideas de Maroto (2015) quien menciona que es posible enmarcar los siguientes efectos:

EFECTOS SOBRE	OBSERVACIONES
sistema nervioso central (SNC)	<ul style="list-style-type: none"> • Insomnio, ansiedad, dolor leve de cabeza, fotofobia, temblores, delirios, agitación, inquietud, convulsiones, irritabilidad, cambios de humor, pitidos y/o zumbidos de oídos, depresión. • incremento en corticoesterona y β-endorfina en suero • disminución en hormona del crecimiento y tirotrópina en suero • Es estimulante del sistema nervioso central por la formación y liberación de neurotransmisores tales como catecolaminas, serotonina, ácido γ-aminobutírico, norepinefrina y acetilcolina. • Con 1-5 mg/Kg de cafeína: Sujeto más alerta y activo, presenta una mejora en la función cognitiva, incluyendo vigilia, aprendizaje, memoria y estado de ánimo.

	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro en la calidad del sueño caracterizada por un aumento en el número de despertares espontáneos y movimientos corporales. • Las dosis de cafeína por arriba de 15 mg/Kg: inducen cefalea, alteración, nerviosismo, irritabilidad, temblores musculares y palpitaciones. • Con dosis de 100-200 mg/Kg: aparece un delirio leve, seguido por convulsiones y muerte. • Efectos benéficos en el desarrollo de la enfermedad de Parkinson y los mecanismos involucrados pueden estar mediados por los receptores de adenosina A2A, la cual aún se encuentra en estudio. • incremento en la tolerancia al dolor.
Sistema gastrointestinal	<ul style="list-style-type: none"> • Efecto débil en el peristaltismo intestinal • Modifica el intercambio de fluidos de una absorción neta a una excreción únicamente de agua y sodio en el intestino delgado. • Náuseas, vómitos, úlcera gástrica (aun no comprobada) y hemorragia gástrica a grandes dosis. • Disminuye considerablemente la absorción intestinal de Fe y estimula la secreción gástrica.
EFFECTOS SOBRE	OBSERVACIONES
Metabolismo Energético	<ul style="list-style-type: none"> • Los sujetos inactivos exhiben un mayor incremento en la tasa metabólica en reposo que los sujetos entrenados. • Estas modificaciones del metabolismo energético han sido asociadas con incrementos significativos en las concentraciones séricas de ácidos grasos, glicerol y lactato, mientras que se han reportado hallazgos inconsistentes para los niveles de glucosa en sangre. • Disminuye la sensibilidad a la insulina y deteriora la tolerancia a la glucosa, posiblemente como resultado de la elevación de epinefrina en plasma. • Acidodosis metabólica y alcalosis respiratoria.

Tabla 1. Efectos sobre la salud de la cafeína. Retomado y modificado de Maroto (2015)

En la anterior sección, se evidenció un proceso documentado en torno a la descripción de la molécula cafeína, como actúa en el cuerpo, sus efectos y ciertas propiedades químicas, las cuales fueron de gran importancia para el diseño y la construcción de la secuencia didáctica, pues de esta manera se podía tener una

base en el momento de hacer la simulación de la cafeína a través del software educativo Avogadro.

ADENOSINA: Según Tagliafico (2008) la adenosina con fórmula $C_{10}H_{13}N_5O_4$ es un nucleósido formado de la unión de la adenina con un anillo de ribosa a través de un enlace glucosídico β -N9. En cuanto a su función Salín Pascual (2004) indica que: *“el nucleósido de purina, adenosina, desempeña una serie de funciones relevantes en el sistema nervioso, por lo que se le ha atribuido un papel como neurotransmisor/neuromodulador”* (pág. 356). En cuanto al proceso fisiológico de esta molécula, Galindo (2006) afirma que:

“la adenosina se forma intra y extracelularmente de manera constante. La adenosina generada intracelularmente es transportada al espacio extracelular por difusión facilitada. (...) En algunos tejidos se encuentran proteínas transportadoras que son capaces de mantener altas concentraciones de adenosina en contra de un gradiente de concentración.” (pág. 668)

“En primer lugar, los nucleósidos intracelulares pueden ser liberados mediante transportadores de nucleósidos equilibrativos. En segundo lugar, la adenosina extracelular se forma a través de la hidrólisis del ATP y de otros nucleótidos liberados al exterior celular.”, (Carús-Cadavieco & de Andrés, 2012 pág. 415)

Así pues, la adenosina tiene una importante función en procesos bioquímicos, tales como la transferencia de energía, en la formación de ATP y ADP, así como transductor de señal en la forma de adenosín monofosfato cíclico o AMPc (pág. 02) *“La adenosina desempeña un papel como neuromodulador en el sistema nervioso central, a través de la interacción con sus receptores A_1 , A_2A , A_2B y A_3 , distribuidos en los tejidos del cuerpo produciendo vasodilatación, broncoconstricción, inmunosupresión, somnolencia, etc.”* (Tagliafico, 2008, pág. 02).

Adicional a esto Contreras (1990) menciona que: *“La adenosina y los nucleótidos de adenina (ATP, ADP y AMP) desempeñan importantes papeles bioquímicos y*

fisiológicos en el organismo, incluyendo su muy conocida participación en diversos procesos metabólicos celulares” (pág.01), donde se tiene en cuenta su estrecha relación con el fenómeno en estudio del control de vigilia-sueño en el cerebro humano, pues “la adenosina, como neurotransmisor inhibitorio, participa en los procesos que facilitan el sueño” (Díaz, 2013 pág. 47)

Ahora bien, en cuanto a su estructura química es posible indicar que es una base nitrogenada Adenina (nucleótido) unida a una ribosa (pentosa) por medio de un enlace glucosídico, que produce una molécula de agua y una del nucleósido Adenosina del cual se explicará más detalladamente en el apartado Ácidos nucleicos.

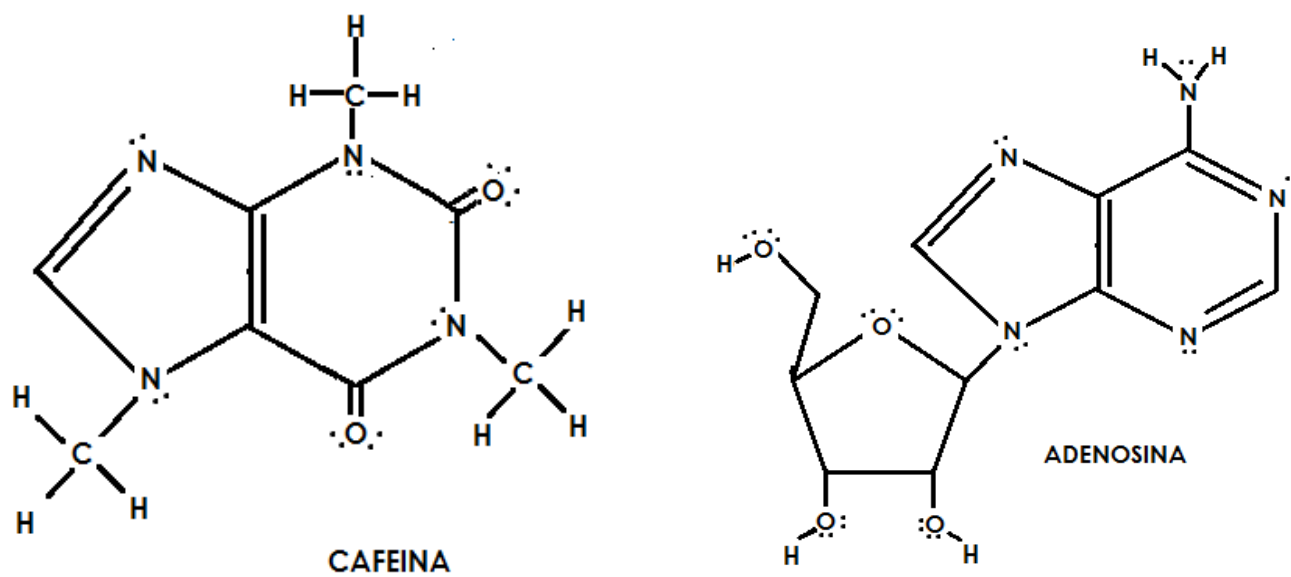


Ilustración 1. Estructuras químicas de la Cafeína y la Adenosina, Autoría Propia.

Como cierra a estas caracterizaciones de las moléculas, se realizó una indagación sobre las moléculas de manera individual, mostrando así sus funciones, características y sus componentes químicos, con el fin de identificar dichos comportamientos de manera separada, para dar paso a una sección donde se documenta las diferentes características y funciones que tienen estas en especial la cafeína frente a la adenosina.

4.2.2 Mecanismo de acción de la cafeína en los receptores adenosina

Según Tavares & Sakata (2012) en 1978, Burnstock formuló la existencia de dos clases de receptores purinérgicos llamados receptores P1 (adenosina) y P2 (ATP), donde las metilxantinas bloquean los receptores P1. Estudios posteriores al inicio de la década de los 80, arrojaron que los receptores P1 podrían ser divididos en receptores A1-adenosina (inhibitorios de la adenilciclase) y A2-adenosina (estimulantes de la adenilciclase). A su vez, los receptores A2, podrían ser divididos en receptores A2a (donde los agonistas poseen una alta afinidad) y A2b (donde los agonistas poseen una baja afinidad); adicionalmente, en 1992, se descubrió el receptor A3, un nuevo receptor de adenosina, en que los agonistas tienen una baja afinidad (pág. 394).

Por otra parte, el mecanismo de reacción de la cafeína en los receptores adenosina A1, A2a, A2b según Tagliafico (2008) están dados principalmente por su capacidad de inhibir la adenosina al competir por los mismos receptores, ya que su estructura química es muy similar pues ambos compuestos químicos tienen estructuras purinicas, y la estructura de la cafeína bloquea eficazmente los receptores de la adenosina en el sistema nervioso central (pág. 03) impidiendo que la señal de cansancio transmitida adecuadamente por la adenosina se vea afectada y por ello cause los efectos mencionados anteriormente.



Ilustración 2. Actividad de la Cafeína y la Adenosina en los receptores A2a y A1, retomado de Tagliafico (2008), *El Aparato Circulatorio en relación con el Consumo de Cafeína*.

Esta reducción de la actividad de la adenosina conlleva a una inhibición de neurotransmisores y posteriormente su acumulación o reducción en las neuronas, como lo indica Tagliafico (2008).

Gandia (2013), indica que el receptor A2a cuenta con 410 aminoácidos siendo el receptor más largo de la familia de receptores de adenosina, (donde se encuentran los receptores A1, A2a, A2b y A3) y presenta una extensa cola C-terminal. (pág. 394). Adicional a ello, en cuanto a la vía de transducción de la señal usada por el receptor indica que:

(...) depende de la activación del adenilato ciclasa, mediante G_s. La relativa deficiencia de este tipo de proteínas en el estriado favorece que este receptor señalice en esta región de cerebro por activación de Golf. En ambas situaciones se produce una generación de AMPc, que activa la proteína quinasa dependiente de AMPc, que a su vez regula el estado de fosforilación

de varias proteínas sustrato. Uno de estos sustratos es DARPP-32, que se convierte en un potente inhibidor de la proteína fosfatasa-1 (PP1) inhibitoria de la actividad de la proteína CREB (proteína de unión de elementos de respuesta a AMPc) (pág. 16).

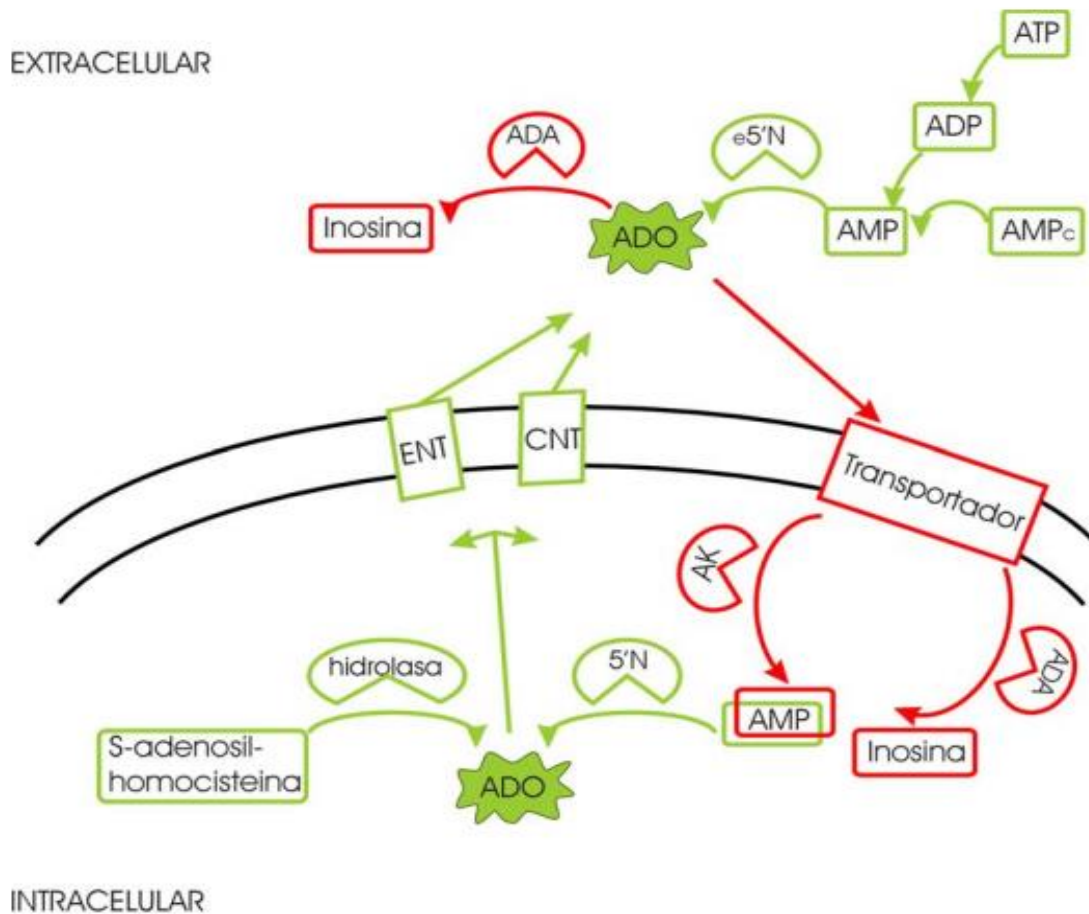


Ilustración 3. Biosíntesis y degradación de la adenosina. Retomado de: (Gutierrez de Teran, 2004)

4.2.3 Proceso de sinapsis cerebral

En cuanto a la conformación de las neuronas Bustamante (2007) afirma que:

son las unidades básicas del sistema nervioso y que de su funcionamiento normal depende todas las posibilidades de acción de los seres vivo dotados

de este tipo de organización celular (...) el papel de cada neurona es el de recibir información en forma de impulsos eléctricos procedentes de muchas otras. (...) las neuronas como cualquier otra célula, tiene un cuerpo celular con un núcleo que contiene ADN en sus cromosomas (Pág. 50)

Barret, Barman, Boitano, & Brooks (2015), indican que, en la mayoría de las sinapsis, la transmisión es química, lo cual tiene gran importancia fisiológica y farmacológica. Las terminaciones nerviosas han sido llamadas transductores biológicos que convierten energía eléctrica en energía química. A grandes rasgos estos procesos de conversión implican la síntesis de neurotransmisores, su almacenamiento en vesículas sinápticas y su liberación mediante impulsos nervioso hacia la hendidura sináptica. (...) Algunas de las sustancias químicas liberadas por las neuronas tienen poco o ningún efecto por si solas, pero pueden modificar las actividades de los neurotransmisores. Estas sustancias se llaman neuromoduladores (Pág. 129)

En cuanto a la sinapsis ya como un proceso estructurado Balbiano y otros (2012) afirman como definición que: *“El impulso nervioso se propaga de una neurona a otra, a través de sitios específicos de comunicación conocidos como la sinapsis”* (pág. 84). En cuanto a la comunicación *“Las neuronas se comunican a través de una señal eléctrica que fluye desde los receptores neuronales, habitualmente las dendritas y el soma, hasta el terminal pre sináptico, el cual establece un punto de comunicación con la neurona siguiente.”* (Balbiano, Barderi, Ludica, Méndez, Molinari, & Suárez, 2012, pág. 84).

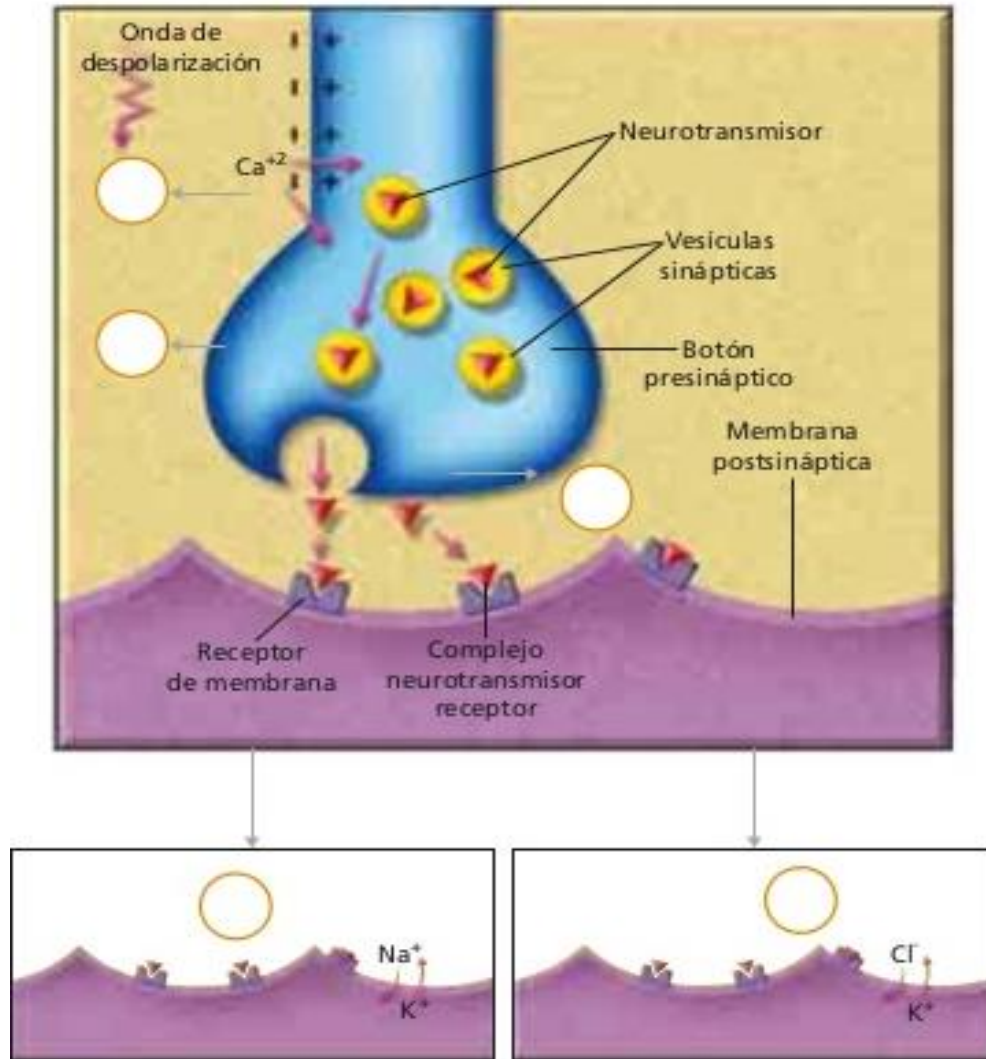


Ilustración 4. proceso de sinapsis química, retomado de (Balbiano, y otros, 2012)

4.2.4 Geometría molecular

La geometría molecular refuerza la percepción espacial de las moléculas, pues tal como indica Tudela (2014) “Uno de los puntos más débiles de los alumnos se relaciona con las habilidades de percepción espacial. Es decir, los alumnos memorizan estructuras y las dibujan en un plano sin ser capaces de visualizarlas en tres dimensiones.” (pág. 225). Esto se debe a que algunos conceptos químicos pueden ser muy abstractas por lo tanto se dificulta su aprendizaje. Es importante resaltar que tener claro este concepto pues como dice Santoyo (2012) los modelos

moleculares trabajan en representaciones que hacen los estudiantes para explicar para explicar la estructura de los compuestos, *“resaltando no sólo lo referente a la geometría misma de las moléculas, sino también la relación que tiene con algunas propiedades físicas y químicas de las sustancias.”* (pág.17)

Por lo tanto, al utilizar el software de Avogadro como herramienta para explicar un poco más a fondo las temáticas abstractas de la química, según Gillespie R. (2006) se podría lograr que el estudiante pudiera identificar a través de la simulación:

“varias propiedades físicas como la distancia, la energía y la dirección (ángulos de enlace), para decidir cuándo se presenta un enlace en una molécula. La distancia entre los núcleos de dos átomos enlazados es descrita por la distancia de enlace y frecuentemente este dato es tomado como criterio de que dos átomos están enlazados.” (pág. 264).

4.2.5 Ácidos Nucleicos

Dentro de los conceptos que el docente en formación inicial debe tener presente al abordar el fenómeno en estudio bajo el software educativo Avogadro por medio de la caracterización de la molécula Adenosina, se encierra el de los ácidos nucleicos, ya que se relaciona con la estructura química de dicha molécula (siendo este un nucleósido) y adicionalmente se entiende parte de la constitución del receptor de adenosina. Así pues, es importante definir los ácidos nucleicos según Burriel Coll (2008) como: *“biomoléculas portadoras de la información genética (...) Son biopolímeros de elevado peso molecular, formados por otras subunidades estructurales o monómeros, denominados Nucleótidos”* (pág. 02)

unidos por enlaces fosfodiéster. En relación con la estructura química de la Adenosina, es posible identificarlo de la siguiente manera:

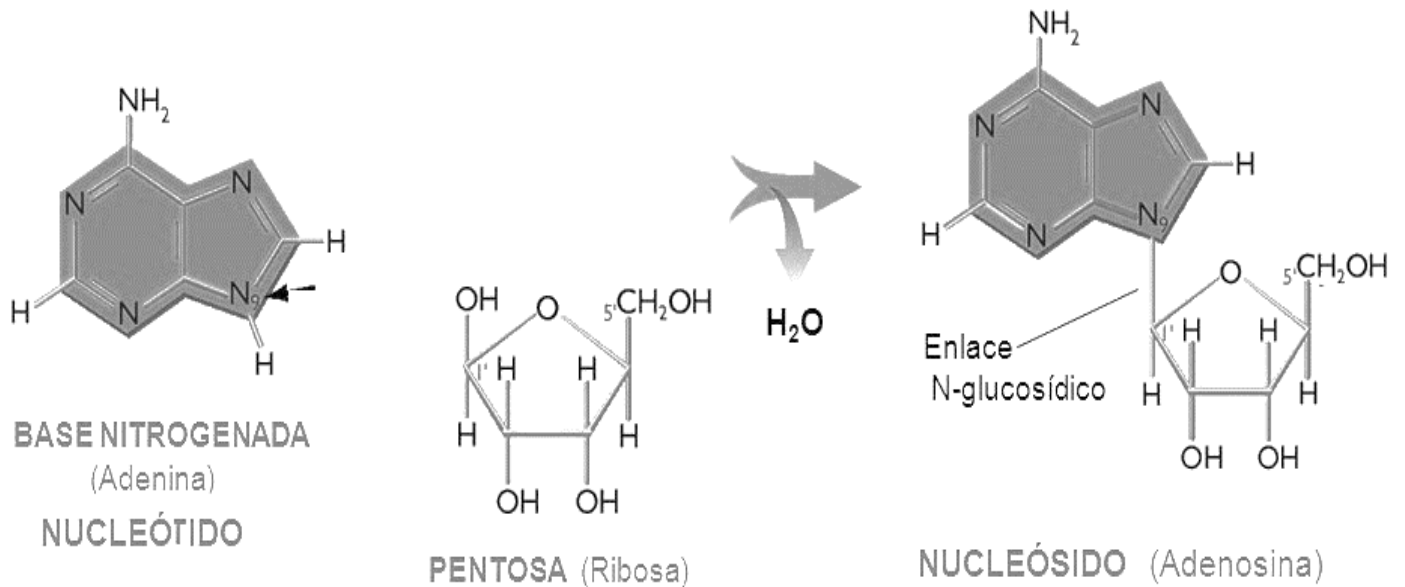


Ilustración 5. Descripción de la estructura del nucleósido Adenosina para explicar su estructura química. Retomado y modificado de (Castaños, 2015)

En la anterior imagen se observa como la base nitrogenada Adenina (nucleótido) se une a una ribosa (pentosa) por medio de un enlace glucosídico que produce una molécula de agua y una del nucleósido Adenosina del cual se partirá explicando cómo esta molécula juega un papel muy importante durante la sinapsis cerebral en relación con el fenómeno en estudio.

Así mismo, “Los ácidos nucleicos, son llamados así porque en un principio fueron localizados en el núcleo celular, siendo así macromoléculas” (Gálvez, 2009, pág. 03). Por lo tanto, cumplen funciones relacionadas con la herencia, como dice Burriel Coll (2008):

“Son las moléculas que tienen la información genética de los organismos y son las responsables de su transmisión hereditaria. El conocimiento de la estructura de los ácidos nucleicos permitió la elucidación del código genético, la determinación del mecanismo y control de la síntesis de las proteínas y el

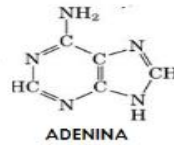
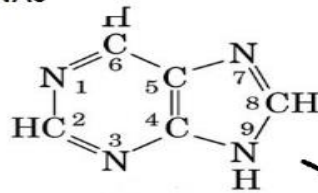
mecanismo de transmisión de la información genética de la célula madre a las células hijas.” (Pág. 3)

En cuanto a su composición química Gálvez (2009) indica que los ácidos nucleicos “se clasifican en ácidos desoxirribonucleicos (ADN) que se encuentran residiendo en el núcleo celular y algunos organelos, y en ácidos ribonucleicos (ARN) que actúan en el citoplasma.” Dentro de esta composición (ADN y ARN) se identifican bases nitrogenadas, que según Gálvez (2009) son “compuestos orgánicos cíclicos, que incluyen dos o más átomos de nitrógeno y son parte fundamental de los nucleósidos, nucleótidos, nucleótidos cíclicos (mensajeros intracelulares), dinucleótidos (poderes reductores) y ácidos nucleicos.” (Pág. 04). Así mismo, desde de estas bases nitrogenadas se identifican purinas y pirimidinas como se observa en la Ilustración 5:

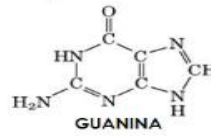
En el caso del ADN las bases son dos Purinas y dos Pirimidinas. Las purinas son A (Adenina) y G (Guanina). Las pirimidinas son T (Timina) y C (Citosina). En el caso del ARN también son cuatro bases, dos purinas y dos pirimidinas. Las purinas son A y G y las pirimidinas son C y U (Uracilo)” (Burriel Coll, 2008, pág. 04).

BASES NITROGENADAS

PURINAS

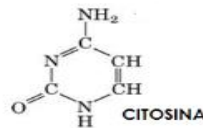
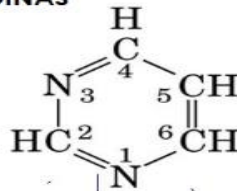


ADENINA

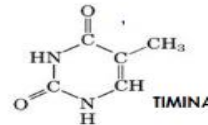


GUANINA

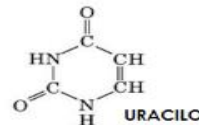
PIRIMIDINAS



CITOSINA



TIMINA



URACILO

Ilustración 6. Descripción de la estructura del nucleósido Adenosina para explicar su estructura química. Retomado y modificado de (Castaños, 2015)

En cuanto a los nucleósidos y nucleótidos es posible indicar que en los nucleósidos hay unión de una base nitrogenada a una pentosa. Esta unión que tiene como base la pentosa como se mencionó anteriormente, se efectúa a través de un enlace glucosídico, entre el carbono 1 de ribosa o desoxirribosa, y un nitrógeno de la base, ya sea el primero que se encuentra en las pirimidinas, y el noveno que se encuentra en las purinas, con la pérdida de una molécula de agua. En cuanto al nucleótido, estos son los ésteres fosfóricos de los nucleótidos. Están formados por la unión de un grupo fosfato al carbono 5' de una pentosa. A su vez la pentosa se encuentra unida al carbono 1' de una base nitrogenada (Burriel Coll, 2008).

4.2.6 Enlace Químico

Pozas, Martín, Rodríguez, Ruiz, & Vasco (2009) mencionan que *“para formar estas sustancias, los átomos ponen en juego una serie de fuerzas, globalmente atractivas, que posibilitan la unión estable de unos con otros. A esa unión estable la llamamos enlace químico”*. Desde otro punto de vista, Rincon(2005) afirma que existe un enlace químico *“cuando las fuerzas que actúan entre ellos son de índole tal que conducen a la formación de un agregado con suficiente estabilidad, que es conveniente para el químico considerarlo como una especie molecular independiente.”* (Pág. 1)

Así mismo, Matus, Benarroch, & Nappa (2011) afirman que *“Las representaciones e imágenes usadas para la enseñanza del enlace químico son, además de medios importantes para el aprendizaje de la Química, fines de su enseñanza, pues aprenderlas implica formar parte de los lenguajes que los químicos utilizan en sus interpretaciones.”* (Pág. 179). Adicionalmente Aguirre, Gonzáles, Cortes, Fernández, & Vázquez (2017) afirman que la comprensión del enlace químico es básica para que

(...) los alumnos comprendan y expliquen las propiedades físicas y químicas de las sustancias y la forma en la que se unen las partículas, así como la importancia que tiene esto en la síntesis de nuevos compuestos y su incidencia en la mejora de la calidad de vida. (Pág. 61)

En este sentido, Matus, Benarroch, & Nappa (2011) afirman que:

“En el ámbito de la Química, los modelos de enlace entre átomos constituyen un conocimiento básico para que los alumnos comprendan y expliquen la dependencia de las propiedades físicas y químicas de las sustancias y la forma en la que se unen las partículas, así como la importancia que tiene esto en la síntesis de nuevos compuestos y su incidencia en la mejora de la calidad de vida.”

Adicional a esto, uno de los posibles desarrollos para identificar el origen de este concepto, se puede documentar en Simoza (2015) quien afirma que:

“Walther Kossel y Gilbert N. Lewis, desarrollaron en 1916 la Teoría de los enlaces químicos. Al analizar los elementos de la tabla periódica y sus compuestos observaron que los gases nobles existen en forma atómica sin combinar y son estables, propusieron que los átomos se combinan por que tratan de completar en su último nivel de energía 8 electrones o la configuración del gas noble más próximo.” (Pág.05).

En esta primera sección se documentaron diferentes investigaciones en torno al fenómeno de estudio, bien sea una caracterización propia de las moléculas cafeína y adenosina y su relación cinética haciendo énfasis en sinapsis cerebral. En ese sentido, la siguiente sección abarca documentación de química teórica, software educativo, simuladores y metodología Blended-Learning, los cuales serán las bases teóricas para relacionar el fenómeno del control de sueño y vigilia y ligarlo al software educativo y que son muy importantes para la construcción y el diseño de esta secuencia didáctica.

4.2.7 Química computacional y Química Teórica

Para este apartado, es importante aclarar que se realizó una división entre estos dos conceptos, puesto que la base para la química computacional, parte de la química teórica por lo que fue necesario documentar un poco sobre esta, con el fin de estructurar de una manera más pertinente, el concepto de química computacional, y el por qué es relevante más adelante cuando se habla de simuladores en química.

Valles, Rosales, Serrato, & Farías (2011) afirman que:

“La química computacional nace con la necesidad de comprender aspectos importantes que no se pueden resolver de forma práctica, como lo es conocer estados intermediarios en reacciones que se efectúan rápidamente, conocer el comportamiento de un material a temperaturas muy altas que son muy

difíciles de alcanzar en un laboratorio, o simplemente calcular propiedades en sistemas de alto costo” (pág. 17)

Esta disciplina que ha tenido fuerza en los estudios farmacéuticos, *“es la disciplina que comprende todos aquellos aspectos de la investigación en química, implica el uso de modelos matemáticos para la predicción de propiedades químicas y físicas de compuestos, empleando computadoras”* (Cuevas, 2005, pág. 33), que por diferentes circunstancias no es posible realizarlas experimentalmente (bien sea por manejo de material altamente tóxico o altamente contaminante para el medio ambiente, materiales y reactivos de alto costo energético y económico, porque se desea hacer una predicción de algún fenómeno químico o simplemente porque es imposible desarrollarlo en el laboratorio. En cuanto a su objetivo Valles, Rosales, Serrato, & Farías (2011) afirman que: *“El objetivo principal de la química computacional es predecir todo tipo de propiedades moleculares de sistemas químicos utilizando la fisicoquímica, la física molecular y la física cuántica, y emplea una gran variedad de técnicas teóricas en constante desarrollo.”* (pág. 17). Por lo tanto, la química computacional y las técnicas experimentales son complementarias y ninguna es “mejor que la otra”. Cuevas (2005) indica que *“la química computacional pretende brindar las técnicas operacionales para resolver los modelos teóricos y para probar su validez mediante la comparación simultánea con los datos experimentales”* (pág. 02). A su vez tomando en cuenta estos aspectos, la química computacional es una aplicación de las nuevas tecnologías electrónicas y las matemáticas para comprender un sistema y es utilizada por estudiantes y profesionistas en áreas afines como método de estudio y aprendizaje debido a que es parte de los materiales educativos computacionales en donde se aprovechan los recursos tecnológicos para la comprensión de la química Cataldi (2009) citado en (Valles, Rosales, Serrato, & Farías, 2011). Aplicado a las ciencias Chigo (2004) concluye que:

El nombre de laboratorio virtual se le ha dado actualmente a la simulación o modelado computacional, (en analogía a un laboratorio común en donde se

realice investigación básica y profesional), en términos generales se hace uso de las herramientas computacionales tanto software como hardware, así como de las áreas de las ciencias exactas en su estructura teórica básica y avanzada como las matemáticas, física, biología y química (pág. 02).

Es importante, tener en cuenta que de la química computacional se derivan dos ramas, tal como dice Valles, Rosales, Serrato, & Farías (2011) al concluir que:

“Existen dos grandes divisiones en los métodos de la química computacional que lo son la mecánica molecular y la mecánica cuántica, de los cuales la diferencia son los principios y leyes físicas que se aplican. En general un algoritmo de química computacional comprende cuatro etapas: diseño molecular, elección del método de cálculo, resultados y parámetros, cálculo de propiedades.” (pág. 21)

Por otra parte, Clementi (1980) indica que la química teórica permite el desarrollo de modelos para describir cualquier sistema químico, independientemente de su complejidad; además ofrece herramientas para:

“Calcular propiedades químicas como: los arreglos geométricos de los átomos que corresponden a las moléculas estables y a estados de transición; las energías relativas de varias moléculas; momento dipolar, propiedades espectroscópicas como corrimientos químicos y constantes de acoplamiento, frecuencias vibraciones; propiedades termoquímicas; velocidad de reacción; entre otras” (como se citó en Cuevas, 2005, pág. 02)

Una característica de la química teórica es que parte de la mecánica cuántica tal como dice Patino Soriano (2017) al indicar que:

“La mecánica cuántica nació a comienzos del siglo XX, cuando se definieron conceptos y se establecieron ecuaciones que lograron explicar fenómenos

microscópicos que anteriormente no pudieron ser explicados con la mecánica de Newton, actualmente conocida como mecánica clásica.” (pág. 05).

Finalmente, es importante precisar que los términos química teórica y química computacional no son sinónimos si no son complementarios, como lo afirma Cuevas (2005):

La química teórica está asociada con la búsqueda de mejores teorías para describir cantidades determinadas experimentalmente e incluye los desarrollos de la química cuántica, la mecánica cuántica y la mecánica estadística en modelos tendientes a explicar la realidad física del fenómeno de la reactividad. Estos desarrollos se pueden transformar en algoritmos con los que se pueden desarrollar programas de computadora, susceptibles de programarse, así que la química teórica es proveedora de los métodos que pueden aplicarse en química computacional y que se enriquece con los desarrollos generados por el modelado molecular, la mecánica molecular, la dinámica molecular, el desarrollo de interfaces gráficas, etcétera (pág.03).

4.2.8 Software educativo

Las Tics son herramientas que permite complementar diferentes actividades relacionada con la educación, es decir, este software facilita ciertas explicaciones de la ciencia cuando es abstracta. Ya que según Vidal, Gómez, & Ruiz (2010) los software educativos (SE), son programas computacionales que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje (Pág. 97). Además, este software tiene ciertas *características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar* (Rito, Jara, & Larenas 2009 Pág. 31). Estos softwares desarrollan ciertas competencias como dice Valverde, Fernandez, & Garrido (2015) quien indica que:

“La competencia digital de los ciudadanos es, además de una necesidad propia de una sociedad post-industrial, un derecho que debe protegerse y fomentarse con el fin de desarrollar las capacidades cognitivas, afectivas y sociales imprescindibles para interactuar, de una manera crítica, en un contexto digital enormemente flexible y cambiante.” (pág. 02).

Es importante tener en cuenta el rol que tiene el docente en cuanto a usar el software como herramienta Niola León (2015) afirma que:

“la formación de docentes en la sociedad de la información plantea nuevos retos en cuanto al uso de las herramientas tecnológicas y específicamente al uso de software educativo como dispositivo de información, porque a partir de ellos es posible integrar otras herramientas más tradicionales.” (pág. 26).

Como herramienta Soares Pereira & Cleomar Janke (2011) concluye que:

“El uso de software desarrollado para el uso de los profesores en el área de química, como, por ejemplo, para simular reacciones químicas para la construcción de moléculas posibilitando una conformación de su geometría, para un estudio de la tabla periódica o las propiedades de los elementos químicos entre otros han sido pocos aprovechados en las escuelas de enseñanza media” (pág. 02).

4.2.9 El uso de simuladores en la enseñanza de las ciencias

Chavarría (2005) indica que los simuladores son recursos didácticos de gran utilidad en campos como las ciencias naturales debido a que muchos de los fenómenos químicos son difíciles de explicar; estos permiten reducir el tiempo de espera para lograr evidenciar los resultados rápidamente, ya que muchas veces la experimentación en la vida real puede ser tediosa, peligrosa o costosa. Un simulador que tenga propósitos educativos es un programa que simula una función o mecanismo de algún evento o fenómeno bajo diferentes circunstancias y que le

permite al estudiante familiarizarse y comprender dicho fenómeno (como se citó en Colcha, 2017, pág. 21). *“Todos estos materiales didácticos ayudan a los estudiantes a comprender conceptos abstractos como las interacciones moleculares de una enzima con su sustrato, los movimientos de los fosfolípidos en una membrana biológica o la replicación del DNA.* (Sanchez, Miguel, Diaz, Villasmil, & Lopez, 2009, pág. 33) Adicional a ello, Colcha (2005) afirma que, mediante el uso de simuladores en el aula, los estudiantes logran desarrollar destrezas mentales y físicas a través de su uso.

Por otra parte, Bender y Fish (2000) mencionan una jerarquía que ayudara durante la transferencia del conocimiento y refieren los siguientes niveles:

Dato (mínima unidad de información), información (cuando se añade significado a los datos), conocimiento (cuando se da la aprehensión de hechos, verdades o principios), y destreza (estadio superior cuando se trata de dar respuesta al porqué de las cosas y se generan habilidades y métodos de aplicación) (como se citó en Contreras, García, & Ramírez, 2010, pág. 04).

4.2.10 Simulador Avogadro

Parte de la era de la información es importante para la utilización de simuladores, Santos, Gonçalves, Araujo, & Barbosa (2011) quienes afirman que:

“Vivimos la era de la información, de la comunicación, de la interactividad, de la inteligencia colaborativa. Por otro lado, vivimos, también, escuelas desconectadas de la realidad contemporánea, donde la utilización de metodologías tradicionales se superpone a los métodos innovadores de enseñanza en los que las tecnologías digitales son efectivamente valoradas como recursos pedagógicos” (pág. 01).

Moreno (2013) indica que es de importancia el uso de simuladores aplicados en la educación pues permiten mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y no solo en el ámbito de las ciencias naturales, *“sino también en todas las áreas y así se*

benefician los estudiantes porque mejoran la adquisición de conocimientos, aumentan la motivación por aprender, desarrollan la creatividad, construyen su propio conocimiento y a su ritmo personal”. (Pág. 23). Por ello, la implementación del simulador Avogadro permite realizar visualizaciones de las moléculas en tres dimensiones, siendo estos claves “en cursos de Química donde la tridimensionalidad de las moléculas es la piedra angular de los contenidos”. (Quesada, Varela, Frias, & Flórez-Morales, 2017, pág. 93)

En cuanto a lo que ofrece el simulador, (Carnicero, 2014) menciona que:

“El programa posee una sencillez lograda a través de íconos que guían las acciones principales que se pueden realizar con el mismo. La acción más frecuente y básica que se realiza usando este software la construcción de la molécula usando el ícono del lápiz. Un menú desplegable permite configurar enlaces simples, dobles y triples. En la fase de edición molecular, uno puede mover los átomos de manera individual o en fragmentos sólo con movimientos del mouse en una u otra dirección. También permite medir distancias entre átomos. Una vez creadas y editadas las moléculas iniciales, las moléculas obtenidas pueden ser animadas, guardadas o exportadas en distintos formatos como PNG, JPG y BMP dependiendo del futuro uso de las imágenes obtenidas. Es importante recordar que una vez que la molécula obtenida a través del proceso de manipulación, que es el objetivo principal del software que estamos analizando, es guardada en algunos de los formatos anteriormente especificados, la misma no puede seguir editándose”.

Santos, Gonçalves, Araujo, & Barbosa (2011) afirman que:

“El uso del software Avogadro contribuye al aprendizaje de la construcción de modelos moleculares a partir de contenidos de química relacionados con las conexiones químicas y la geometría molecular, ya que la comprensión de tales modelos es imprescindible para que el estudiante de química desarrolle habilidades y competencias que lo hagan comprender el universo nanométrico que esa área del conocimiento exige” (pág.02).

Por último, en esta segunda sección del marco de referencia, se documentó sobre la importancia que tienen los simuladores en ciencias y cómo aportan en la educación, pues permite identificar su importancia en la construcción de la secuencia didáctica y su aporte como un trabajo innovador para la enseñanza de la bioquímica. Seguido a esto, se continuará con la tercera y última sección del marco de referencia, donde se encontrará todo el componente pedagógico, epistemológico y didáctico que son necesarios para la elaboración de esta secuencia.

4.2.11 Metodología Blended - Learning.

La metodología denominada Blended Learning, combina una modalidad de enseñanza y aprendizaje presencial con una modalidad de enseñanza y aprendizaje virtual, que en este caso se hará por medio de un Blog Salinas, Coaten, Marsh, McFadden & Price como se citó en (Vera 2008); tiene sus fundamentos en las teorías del aprendizaje constructivista, ya que aunque retoma ideales conductistas (durante el aprendizaje mecánico inicial con una retroalimentación inmediata en el caso de la visualización de tutoriales de la sesión 1), no se deja de lado la importancia que tiene la construcción de los conocimientos basados en el esfuerzo individual de cada estudiante, haciendo referencia a lo que ocurre en el aula cuando los estudiantes aprenden: la naturaleza de dicho aprendizaje, el conjunto de condiciones necesarias para que se den sus resultados, y consecuentemente su evolución; permitiendo explicar el fenómeno que ocasiona el control del sueño y vigilia en el cerebro mediante la caracterización estructural de las moléculas con ayuda de herramientas propias del simulador “Avogadro”.

Esta secuencia didáctica se relaciona con el aprendizaje colaborativo según el Modelo Blended Learning, pues durante este proceso, los participantes son agentes activos de su aprendizaje ya que se involucran de forma reflexiva en su proceso, pero se caracteriza por ser cooperativo, colaborativo y conversacional, es decir, fomenta la interacción entre los participantes para discutir dificultades, aclarar dudas

y compartir opiniones; y por otra parte el docente será el mediador y dinamizador del proceso de enseñanza-aprendizaje de los participantes, pues enriquece las relaciones o diferencias y permite obtener un producto final más estructurado, por medio de la negociación y el dialogo (Vera, 2008). En ese sentido, es posible indicar que esta metodología no se centra únicamente en una sola teoría de aprendizaje, sino más bien se *“enfatisa en la centralidad del estudiante (...), supone un enfoque ecléctico orientado a la reflexión crítica como componente esencial”* (pág. 09), *“donde la interacción en un ambiente de aprendizaje combinado es un importante componente del proceso cognitivo, pues incrementa la motivación, una actitud positiva hacia el aprendizaje, y el aprendizaje significativo”* Entwistle & Entwistle, 1991; Garrison, 1990; Hackman & Walter, como se citó en (Sutton, 1999)

Ahora bien, dentro de los elementos subyacentes que se pueden distinguir en el aprendizaje colaborativo, presentes en la modalidad *B-Learning*, se encuentran los siguientes Driscoll & Vergara como se citó en Zañarte (2003) responsabilidad individual: retomado durante la caracterización molecular propuesta, pues cada uno es responsable de su desempeño individual dentro de un grupo específico.

- Interdependencia positiva: los miembros del grupo deben depender los unos de los otros para lograr una meta en común.
- Habilidades de colaboración: son las habilidades necesarias para que el grupo funcione en forma efectiva, como el trabajo en equipo, liderazgo y solución de conflictos. Es posible evidenciarla durante el proceso de la comparación de las moléculas que se hará colectivamente con el grupo.
- Interacción promotora: los miembros del grupo interactúan para desarrollar relaciones interpersonales y establecer estrategias efectivas de aprendizaje.
- Proceso de grupo: el grupo reflexiona en forma periódica y evalúa su funcionamiento, efectuando los cambios necesarios para incrementar su efectividad (autoevaluación y coevaluación).

Adicionalmente es posible desarrollar habilidades de observación y descripción, ya que son habilidades clave para la detección de características que en este caso son propias de cada molécula, y así darle argumentos para lograr una explicación coherente (Vera, 2008).

Finalmente, la siguiente tabla resume los principales beneficios y recursos requeridos para la implementación de la metodología *B-Learning*:

BENEFICIOS	RECURSOS REQUERIDOS
<ul style="list-style-type: none"> • Desde el punto de vista comercial: Aranceles más bajos • Honorarios docentes más bajos • Marketing atractivo • Captación rápida de clientes <p style="text-align: center;">Desde el punto de vista académico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Democratización del currículo • Socialización de los contenidos • Reflexión crítica • Asimilación de contenidos de manera ecléctica • Constatación de aprendizajes por diversos medios • Mayor interacción tutor/estudiante • Mejores resultados académicos en los estudiantes <p style="text-align: center;">Desde la perspectiva cognitiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Co-responsabilidad del estudiante • Utilización de un enfoque heurístico de búsqueda de soluciones • Centralidad del estudiante • Mayor involucramiento del estudiante en su aprendizaje <p style="text-align: center;">Desde el punto de vista práctico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mayor disponibilidad de tiempo • Organización personal del tiempo y de los trabajos <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de metas personales 	<p style="text-align: center;">Componente presencial:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clase magistral • Seminarios y talleres • Organización en equipos colaborativos • Textos de estudio y guías <p style="text-align: center;">Componente virtual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio en la <i>Web</i> • Utilización de herramientas de comunicación sincrónica/asincrónica • Bibliotecas virtuales • Bitácoras personales alojadas en plataforma basal <p style="text-align: center;">Componente metodológico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo • Aprendizaje basado en problemas • Búsqueda de materiales en la red • Tutorías en línea • Autoevaluación y/o evaluación • Retroalimentación del tutor

Tabla 2. Beneficios y recursos requeridos para la implementación de la metodología *B-Learning*. Retomado de Vera (2008)

En la anterior tabla, se mencionan los ítems básicos al manejar esta metodología como base para el proceso enseñanza – aprendizaje, esta información nos sirvió como base para llevar a cabo la construcción de la secuencia didáctica.

4.2.12 Formación de conceptos

La formación de conceptos es uno de los componentes esenciales tanto del proceso de creación y desarrollo del conocimiento, como de instrucción y aprendizaje en el contexto educacional. Entre las tendencias pedagógicas que estudian esta problemática se encuentran el cognitivismo y el enfoque histórico-cultural. A su vez, la formación de conceptos en el marco del proceso interactivo de enseñanza-aprendizaje tiene lugar en correspondencia con los fundamentos lógico-gnoseológicos que le sirven de base (Ramos & López 2015 pág. 615).

La formación de conceptos es abordada también desde diversas disciplinas científicas, entre ellas la pedagogía. Aun así, el carácter complejo de su análisis exige un enfoque interdisciplinario que incluye, entre otras perspectivas, la que proviene del tratamiento lógico-gnoseológico de esta cuestión, el cual ayuda a esclarecer los fundamentos más generales sobre los cuales transcurre dicho proceso intelectual (Ramos & López 2015, pág. 616).

La observación y el análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje en la escuela plantea que no siempre se dirige adecuadamente el proceso de formación de conceptos en los alumnos. Cuando no está bien estructurado o no se dirige correctamente, se presenta una serie de fenómenos negativos en el aprendizaje de los alumnos y en su desarrollo, destacándose el formalismo de los conocimientos en sus distintas manifestaciones, la pérdida del interés por el conocimiento y la falta de desarrollo en sus procesos cognoscitivos. (Barrios & de la Cruz, 2006, pág. 30).

4.2.13 Metacognición

Jaramillo & Simbaña (2014) indican que la “metacognición es un tema que ha obtenido gran importancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Actualmente existen varios docentes que han adoptado esta teoría como metodología de enseñanza” (pág.300). En cuanto a sus diferentes definiciones, si descomponemos etimológicamente la palabra metacognición, tenemos que meta, proviene del prefijo griego que significa “más allá” y cognición del latín cognoscere que significa “conocer”. La metacognición, en general se entiende como “pensar sobre el pensamiento” Cheng 1993 (citado en Jaramillo & Simbaña 2014, pág. 301). Adicional a ello, la metacognición se refiere a la habilidad para estar conscientes de los procesos de aprendizaje y monitorearlos Peters (2000). Tiene dos componentes principales: el conocimiento metacognitivo que se refiere al conocimiento de los procesos cognitivos y su control, y las experiencias metacognitivas que se refieren a las estrategias de planeación, monitoreo y evaluación de dichos procesos cognitivos. Flavell, 1979 (citado en Otake, 2006). Siendo así “*La metacognición es una herramienta valiosa para promover un ambiente de aula propicio para la Educación Inclusiva, si se considera a la población con discapacidad como uno de los tantos grupos que conforman la diversidad*” (Vázquez, 2015, pág. 02). Por lo tanto, la metacognición es una de las áreas de investigación que más ha contribuido a la configuración de las nuevas concepciones del aprendizaje y de la instrucción. A medida que se han ido imponiendo las concepciones constructivistas del aprendizaje, se ha ido atribuyendo un papel creciente a la conciencia que tiene el sujeto y a la regulación que ejerce sobre su propio aprendizaje, Glaser (1994) como se citó en (Osses & Jaramillo 2008, pag 191).

Como se mencionó anteriormente, este conocimiento se refiere a la comprensión de los procesos cognitivos. Este conocimiento resulta de la interacción de tres variables, que según J. Flavell se relacionan con: La persona en donde las creencias que ella tiene sobre sus propios conocimientos, capacidades o limitaciones y su relación comparativa con los demás. La tarea puesto que la percepción que la persona tiene sobre las características intrínsecas de la tarea, su dificultad y como se relacionan con la persona y por último, la estrategia ya que los

conocimientos sobre las estrategias que se pueden aplicar a los diferentes procesos cognitivos Díaz Barriga, (2002) citado en (Otake, 2006, pag. 2).

En cuanto a la practica docente Jaramillo & Simbaña (2014) mencionan que:

“En virtud de aquello, lo más importante, es que en la sala de clase los docentes deben aplicar estrategias pedagógicas en los procesos del psico aprendizaje, en función de cada una de las asignaturas. El objetivo será potencializar la creatividad para desarrollar conocimientos propios ya que cada una de ellas tiene su propia especificidad, y hay que agregar estrategias según los momentos del aprendizaje, entre los que se destaca: conocimientos previos pertinentes (pre-requisitos), esquema conceptual de partida, estrategias para el nuevo aprendizaje; y finalmente para la transferencia y/o aplicación de lo aprendido (conocimiento del conocimiento y su valor metacognitivo)” (pág. 304).

4.2.14 Representaciones científicas

El concepto de representación ha ido variado desde finales del siglo XX con la llegada de los estudios sociales de la ciencia en la década de los 80, tal como lo indican Muñoz & Nardi (2012) donde los científicos se inquietaron por *“trabajar sobre el mundo natural con una nueva perspectiva que consideraba la representación como parte de las prácticas científicas, inseridas en una cultura con problemas, sociales, políticos y de otros tipos”*. Suarez (2001) citado en (Muñoz & Nardi 2012, pág. 03).

Ahora bien, según Galagovsky y Arduz (2001) definen representación científica como:

“Imágenes visuales obtenidas por alguna mediación instrumental más o menos sofisticada, tales como imágenes digitalizadas, espectros de cualquier tipo, micrografías, rayos X. El referente de este tipo de representación es un concepto científico, visualizado mediante artificios tecnológicos. Ejemplos de esta categoría serían: una imagen de microscopía electrónica, un

electrocardiograma, la fotografía infrarroja de una superficie, una ecografía, una resonancia magnética nuclear, un espectro de masas, una foto satelital” (Pág. 236).

Por otra parte, Harrison y Treagust (2000), definen como modelo como “*una forma de hacer o representar alguna cosa, sin embargo, aunque los modelos puedan ser pensados en la física y en la química como representaciones simplificadas de fenómenos y procesos no toda representación corresponde con un modelo*”. (Como se citó en Muñoz & Nardi 2012, pág. 02); sin embargo, indican que está doble definición de modelo y representación es conflictiva, pues se les dan las mismas pretensiones epistemológicas a estas dos categorías.

De esta manera, se pueden interrelacionar cuando “*la concepción de la representación es inferencial, por lo tanto, todo tipo de representaciones mantiene una serie de relaciones que tienden a producir nuevas representaciones o a generar acciones, permitiendo a los agentes disponer de nuevos elementos para su interpretación*” (Tuay,2006, pág. 45); es decir, en este caso se podría deducir que tanto modelos como representaciones mantienen una relación que permite obtener nuevos elementos para ser comprendidos.

4.2.15 Enseñanza de las ciencias desde las representaciones científicas

El concepto de representación científica dada su naturaleza diversa, generalmente se convierte en algo polémico y por lo tanto este debe ser tenido en cuenta al campo en el que se contextualice, es importante tener en cuenta que no es lo mismo cuando se habla de representación en la filosofía de las ciencias a cuando se habla en la psicología cognitiva o en la didáctica de las ciencias e inclusive en la sociología, a pesar de que puedan existir algunas relaciones entre ellas. De esta manera el concepto de representación se ha ido transformando desde finales del siglo XX, partiendo de los estudios sociales de la ciencia en la década de los 80, y también con el avance en campos que se basan en la experiencia y la entrada de estudios

en Historia de las ciencias y la Historia Social de la Ciencia, se fue abonando el terreno para que los científicos se inquietaran por trabajar sobre el mundo natural con una nueva perspectiva que consideraba la representación como parte de las prácticas científicas, las cuales se pueden encontrar inmersas en una cultura con problemas, sociales, políticos y de otros tipos (Muñoz & Nardi, 2012, pág. 03). Adicional a esto Muñoz & Nardi (2012) indican que:

“Con la intención de establecer fundamentos para poder analizar la comprensión que sobre las representaciones químicas han construido los profesores en formación, se recurrió a los fundamentos de la filosofía de la ciencia. No se dice por acaso que la reflexión filosófica que propone pensar sobre la naturaleza de la ciencia debe hacer parte de la educación científica para: Comprender la complejidad del mundo, aprender a valorar el conocimiento científico, darnos cuenta de que cuando enseñamos se ponen en juego lenguajes que siendo elaborados por especialistas son problemáticos y para romper con el mito de que la ciencia es un cúmulo de verdades absolutas.”(pág. 04).

La primera tarea del ser humano consiste en la representación, que permite construir la realidad, mas no pretende decir como son los objetos. En la tarea representacional surge la similitud mundo- objeto, la cual se relaciona con las prácticas de representación indirectamente. (Tuay, 2006)

La forma en que entendemos las representaciones es que son nuevas estructuraciones organizadas para presentar “algo”, que no pueden ser juzgadas como verdaderas o falsas y cuya correspondencia con el mundo no es una copia fiel y directa. Con todo el conocimiento científico es una representación, no es la realidad ni se asemeja a ella, más la representa. Definidas así podemos pensar que enseñar ciencias significa estructurar un sistema de representaciones, que son interpretadas y modeladas por el profesor dependiendo de su concepción de ciencia, sus teorías y sus modelos para interpretar y recrear los fenómenos

científicos, recurriendo a su saber disciplinar y su saber pedagógico para enseñar la ciencia (Muñoz & Nardi 2012, pag. 04).

Otro aspecto a tener en cuenta es que las representaciones científicas están conformadas por un conjunto de informaciones, creencias, opiniones y actitudes, referido a un objeto particular, organizado a través de una estructura jerárquica (...) la estructura de las representaciones científicas, se conforman por el núcleo central y los elementos periféricos. Las creencias, opiniones y actitudes que se identifican en el núcleo central se vinculan, generalmente, a la memoria e historia grupal. Esta parte de la estructura es resistente al cambio, su modificación trae como resultado el cambio de toda la representación. El núcleo central cumple con dos funciones, por un lado, otorgar el significado a la representación y, por otro, organizar el resto de los elementos. Además, están los elementos periféricos, entre cuyas funciones se encuentra la de preservar al núcleo de posibles transformaciones. Estos elementos periféricos se sustentan en las características individuales de los sujetos y del contexto inmediato en el que se encuentran inmersos y favorecen la adaptación e integración de las experiencias cotidianas Abric (2001) citado en (Mazzitelli 2012, pág.04).

Conocer estas representaciones permitiría entender mejor algunas de las actitudes y acciones de los protagonistas y analizar cómo inciden en la problemática educativa. Entre otras cuestiones se podrían establecer las relaciones que existen entre las RS de alumnos y docentes, y entre éstas y el desempeño de los alumnos, en tanto factores facilitadores u obstructores del aprendizaje. (Laudadío, Mazzitelli, & Guirado, 2015)

Por otra parte, investigaciones realizadas sobre las creencias y convicciones de los profesores con respecto a la enseñanza y al aprendizaje de los estudiantes, y sobre lo que los profesores dicen que hacen cuando enseñan muestran dos orientaciones de la enseñanza. Por un lado, confirman el predominio de un estilo tradicional, también denominado de transmisión del conocimiento o centrado en la enseñanza y, por otro lado, señalan también la presencia, cada vez mayor, de un estilo centrado

en el aprendizaje, también denominado de facilitación del aprendizaje. Biggs, (2005); Monereo y Pozo (2003) citado en (Laudadío, Mazzitelli, & Guirado, 2015)

4.2.19 Diseño de Secuencia didáctica

Así pues, como estrategia de enseñanza también es importante tener en cuenta lo relacionado al currículo educativo. Pero para ello, es necesario tener en cuenta los estándares curriculares. Pues tal como lo enuncia el Proyecto Formación de Directivos Docentes en Antioquia. SEDUCA – FUNLAM (2008):

“Con los lineamientos y estándares curriculares se pretende atender la necesidad de dar orientaciones y criterios nacionales sobre las estructuras curriculares de las áreas académicas, el enfoque de cada una para comprenderla y asumirla pedagógicamente y la función de ellas para la formación y el desarrollo humano integral de las personas, según las épocas y las demandas socioculturales de un mundo en permanente cambio y transformación. (pág.02)

Una vez se tenga en cuenta estos estándares curriculares, podemos pasar a la construcción de la secuencia didáctica como una herramienta, el cual *“contiene el proyecto en sí, los materiales de la reproducción-producción de seres humanos a través de la educación, así como la dirección para desarrollar dicho plan. En la medida que el texto-curriculum es explícito, podemos discutirlo, diseñarlo conscientemente, elegirlo, cambiarlo, comprobar cómo se realiza, etc.”* (Gimeno 2009, pág. 02)

Ahora bien, Valverde, Fernández, & Garrido (2015) mencionan que “los sistemas educativos están incorporando en sus currículos oficiales nuevos conocimientos relacionados con el pensamiento computacional. (...) existiendo argumentos económicos, laborales, educativos, sociales y culturales para introducir la programación informática en el diseño curricular de la educación obligatoria (pág. 01), y de esta manera los estudiantes: “Pueden comprender y aplicar los principios y conceptos fundamentales de la ciencia de la computación, incluyendo la

abstracción, la lógica, los algoritmos y la representación de los datos.” (Valverde, Fernández, & Garrido 2015, pág. 09).

Riera de Montero (2006) indica que los sistemas educativos se encuentran en constante adaptación y cambio según la demanda y las tendencias globales; por ello, es importante *“subirnos al tren de los cambios y las transformaciones si queremos tener currículos modernos y actualizados, flexibles, pertinentes, multidisciplinares, interdisciplinares y transdisciplinares (...) lo cual traerá como consecuencia la formación de ciudadanos competentes, eficaces y eficientes”* (pág. 32).

Dentro de la propuesta de enseñanza que se ha ido describiendo a lo largo del trabajo, se busca una manera de plasmar de manera unificada cada uno de los aspectos que nos permite llegar a una enseñanza del fenómeno de estudio, y para este caso una de las herramientas que usaremos son las secuencias didácticas que según Corrales (2009) son: *“un instrumento de trabajo de carácter unitario que permite al profesor presentar su práctica educativa de forma articulada y completa para desarrollar unos procesos de enseñanza- aprendizaje de calidad ajustados al grupo y al alumno”* (pág. 03); por otro lado y de forma complementaria se menciona la definición que da Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía (2010) *“la secuencia Didáctica es una forma de planificar el proceso de enseñanza- aprendizaje alrededor de un elemento de contenido que se convierte en eje integrador del proceso, aportándole consistencia y significatividad.”* (pág. 01).

En este punto, *“quizás la primera preocupación al intentar planificar un curso, es identificar o reconocer los tópicos o cuestiones que pueden ser organizados por el procedimiento de unidades. Así pues, una primera tarea será la delimitación de las unidades.”* (Fernández, Elortegui, Moreno, & Rodríguez 1999, pag.13). Por ello, la programación constituye un momento principal en los docentes que desean que se evidencie coherencia *“con las decisiones de carácter general que se hayan tomado previamente, concreta las intenciones educativas hasta transformarlas en una*

propuesta coherente de actividades de aula, organizadas en torno a las unidades didáctica. (Corrales 2009, pág. 02).

Una vez se tengan claras los conceptos bioquímicos a trabajar y lo que se debe tener en cuenta antes de estructurar una secuencia didáctica, se debe seguir con los elementos que hacen parte de estas secuencias didácticas que funcionan como una herramienta para buscar un mejor aprendizaje, Rodríguez (2008) nombra algunos elementos como: *“Los objetivos de aprendizaje de los alumnos., los contenidos que conforman la unidad didáctica y los criterios de evaluación de los objetivos propuestos.”* (pág. 02).

Así pues, Saenz (2011) contempla que la secuencia didáctica es el paso previo a la práctica a través de la sesión. Para este autor, el diseño esta puede ser muy personal en función de los estudiantes y del docente. Por lo tanto, los elementos mínimos que debe tener una unidad didáctica son: Título y breve descripción, contenidos, objetivos, desarrollo, material e instalaciones y metodología.

Adicional a esto, se contempla la manera en cómo se enseña a través de unos modelos que permiten crear ciertos factores en el profesorado con el fin de lograr la excelencia en las cuestiones educativas. Grau, Gómez, & Perandones (2009) indican que el primer elemento que se debe tener presente es el de la reflexión como formación, pues es una inherente al docente, mediante el profesor puede desarrollar destrezas meta cognitivas que le ayudaran a conocer, analizar y evaluar su práctica docente, *“entre los distintos tipos de estrategias, la reflexión es el eje coordinador de la formación docente.”* (pág. 17). Como segundo factor, la formación basada en la reflexión enmarcadas en el *“apoyo profesional mutuo, retroacción de compañeros, supervisión de compañeros, o también, supervisión. Todas ellas tienen como intención prioritaria, propiciar en los profesores un proceso de análisis sobre la enseñanza desarrollada”* (pág. 19).

4.2.17 La evaluación

La evaluación es sin lugar a duda uno de los elementos claves en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Así pues, una evaluación auténtica trae consigo un complejo proceso de recolección de información a través de diferentes instrumentos que permite al docente encargado regular sus procesos instrucciones, tomar decisiones sobre qué y cómo enseñar, conocer el aprendizaje real de los participantes y sus niveles de comprensión, ayudando a regular sus procesos de aprendizaje, a conocer sus niveles de comprensión y tomar decisiones sobre cómo seguir aprendiendo. Así pues, Fundación Mapfre (2014) mencionan que la evaluación tiene dos elementos claves los cuales son:

- Instrumentos para registrar la ejecución de tareas concretas que supongan la base para definir el desempeño real del participante respecto a los objetivos marcados.
- Herramientas que impliquen para el alumno tareas más complejas y semejantes a situaciones reales, que reflejen adecuadamente el proceso seguido y no solo el resultado, que permitan tener información suficiente para tomar decisiones que regulen el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Cabe aclarar que durante la secuencia didáctica se propone la elaboración de un mapa conceptual que será evaluado cualitativamente por medio de una rúbrica. Aduanalmente se presenta una rúbrica para la evaluación de la secuencia didáctica la cual será diligenciada por el docente que valide la misma.

5. METODOLOGÍA

5.1 Enfoque investigativo y grado de profundidad

El presente trabajo responde a una metodología de investigación con un enfoque cualitativo. Ahora bien, tras la revisión de antecedentes teóricos no se encontraron trabajos directamente afines al fenómeno de estudio y su relación con el proceso de enseñanza con el modelo científico, por ello se considera como una oportunidad de aporte en el campo de la investigación en didáctica y específicamente de la bioquímica. En cuanto a su nivel de profundidad se puede hablar de una investigación de carácter exploratorio, así como lo indica Maxwell “cuya función es un primer acercamiento de las teorías, métodos e ideas del investigador a la realidad objeto de estudio” (Como se citó en Sarabia, 1999, pág. 229).

Esta se sustenta en 10 fases repartidas en tres etapas: la primera denominada exploratoria, seguida de una etapa de diseño curricular y finalizando con una etapa denominada validación; como se muestran en el siguiente diagrama:

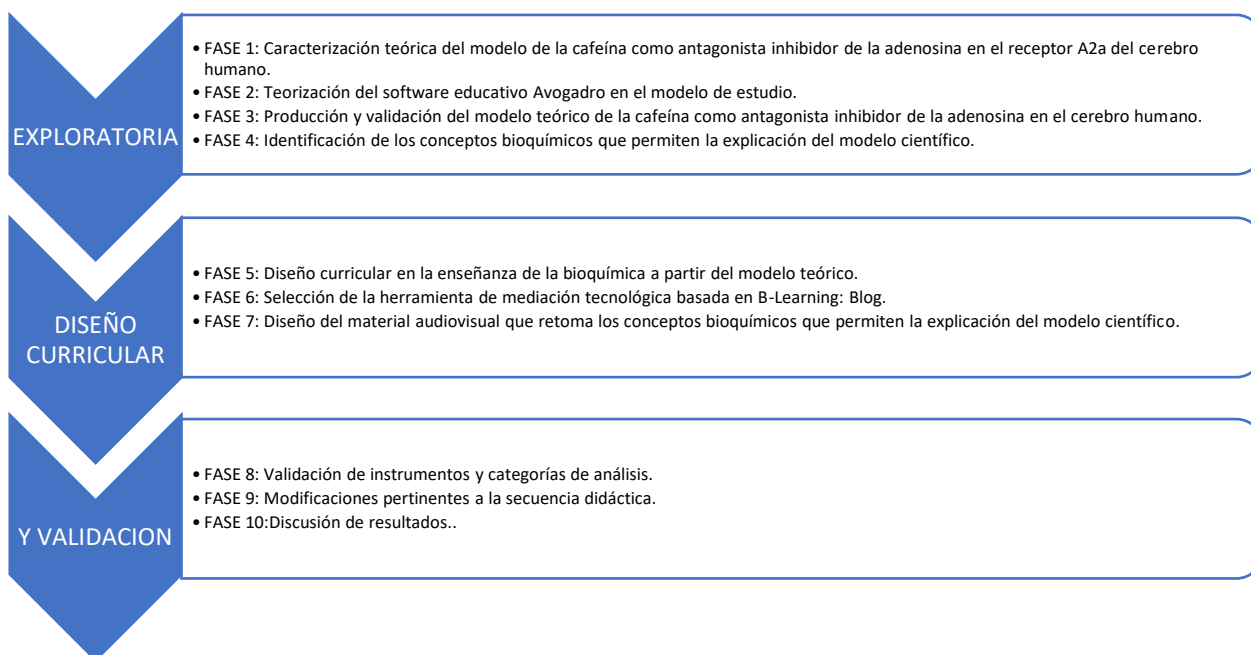


Diagrama 1. Metodología general para el desarrollo del proyecto, autoría propia

5.2 Diseño de la Investigación

5.2.1 Etapa 1: Exploratoria

La fase 1 “Caracterización teórica del modelo de la cafeína como antagonista inhibidor de la adenosina en el receptor A2a del cerebro humano”, se realizó un mapeamiento informacional con el fin de establecer una fundamentación teórica y destacar los antecedentes relacionados con la investigación que permitieron identificar el problema y comprender los elementos vinculados al mismo.

Posteriormente, la fase 2 denominada “Teorización del software educativo Avogadro en el modelo de estudio”, se caracteriza por la fundamentación teórico-práctica con relación al software Avogadro, favoreciendo la justificación y documentación sobre la necesidad de realizar el estudio propuesto y se analiza como describir el modelo teórico basado en la bioquímica con herramientas computacionales. Posteriormente, la fase 2 denominada “Implementación del software educativo Avogadro en el modelo de estudio”, se caracteriza por la fundamentación teórica con relación al software Avogadro, favoreciendo la justificación y documentación sobre la necesidad de realizar el estudio propuesto y en especial en relacionar el modelo teórico basado en la bioquímica con herramientas computacionales.

Seguido a ello, se continuó con la fase 3: “Producción y validación del modelo teórico de la cafeína como antagonista inhibidor de la adenosina en el cerebro humano”, donde se efectuó la simulación necesaria por parte de los investigadores de tal manera que al relacionarlo con la búsqueda bibliográfica de la fase I y II se logró comprender a cabalidad el proceso bioquímico que se da lugar en el fenómeno a estudiar.

Finalmente, la fase 4 denominada “identificación de los conceptos bioquímicos que permiten la explicación del modelo científico” se realizó posterior al análisis y comprensión de la información encontrada, seguida de la identificación y caracterización de los conceptos relacionados con ramas como la neurobiología (relacionándolo con anatomía del sistema nervioso y específicamente con el

proceso de sinapsis) y química (mediante a la caracterización de las moléculas de estudio y el proceso antagónico de la Cafeína).

5.2.2 Etapa II: Diseño curricular

La fase 5 “*Diseño curricular en la enseñanza de la bioquímica a partir del modelo teórico*” continuó con el bosquejo de la secuencia didáctica como propuesta de aprendizaje de los conceptos bioquímicos buscando evidenciar la relevancia de la enseñanza de las ciencias implementando la metodología B-Learning.

Seguidamente, durante la fase 6 “*Selección de la herramienta de mediación tecnológica basada en B-Learning: Blog*” se plasmó una propuesta pedagógica que permitió ofrecer diferentes interacciones para el aprendizaje de los conceptos bioquímicos en que se fundamenta el modelo científico, mediante una forma semi-presencial B-Learning a través de la herramienta de mediación computacional Blog.

Consecutivamente, la fase 7: “*Diseño del material audiovisual que retoma los conceptos bioquímicos que permiten la explicación del modelo científico*”, fue el período final donde los investigadores revelan el proceso bioquímico y neurocientífico que explica el fenómeno en estudio r

5.2.3 Etapa III Validación

Inicia con la fase 8 validación de instrumentos y categorías de análisis en torno a su confiabilidad, validez y objetividad (cuestionario diagnóstico, lista de cotejo y cuestionario final), donde el Doctor Jaime Augusto Casas, docente de la Universidad Pedagógica Nacional brindo apoyo y guio a la fase 9 “*modificaciones pertinentes a la secuencia didáctica*” dando sus acotaciones sugeridas que permitieron mejorar la secuencia didáctica para su posterior análisis.

Finalmente, en la fase 10 denominada “*Análisis de resultados y conclusiones*” donde los autores inician con el proceso de codificación y análisis de la información en respuesta al proceso metacognitivo desarrollado a lo largo de la investigación.

5.3 Categorías de Análisis

Para la construcción de las categorías fue necesario basar el análisis en el proceso de aprendizaje de los autores del presente proyecto, que se desarrolló durante la etapa exploratoria. Así pues, las actividades propuestas permiten relacionar el contenido que se pretende enseñar, distribuir los temas y las acciones en un tiempo determinado, organizar y secuenciar, creando un orden en el abordaje de dichos contenidos (Rincón, 2006 pág. 01), para luego realizar un acercamiento teórico al modelo científico a analizar.

Por ello, el presente trabajo parte de la necesaria integración de conceptos bioquímicos propios del fenómeno de estudio y la reflexión crítica de los docentes en formación inicial participantes de la secuencia didáctica, y, por otra parte, la práctica de aula basada en la comparación estructural de moléculas con ayuda de herramientas que brinda el simulador Avogadro, permitiendo analizar las estructuras tridimensionales y prontamente comprender el antagonismo de la cafeína.

Continuamente, la construcción de las categorías de análisis para el presente proyecto, entendidas como *“una denominación genérica amplia que abarca tanto las fases operativas como teóricas de la investigación”* (Rico, Alonso, Rodríguez, Díaz , & Castillo, 2002) pueden ser definidas como subdivisiones de una problemática principal en partes, elementos o dimensiones que atraviesan la práctica en el aula y su necesaria integración con la reflexión, desde las categorías representaciones científicas, concepto bioquímico, enseñanza de la bioquímica y diseño curricular, quienes a su vez se dividen en subcategorías que facilitan el análisis que se pretende realizar de una forma más accesible para los investigadores, logrando que cada categoría que se menciona represente los conceptos de interés para el observador en la investigación, pues con estas se busca delimitar y precisar la información obtenida en la investigación, dados los objetivos construidos.

5.3.1 Categoría de análisis Diseño Curricular

Según Furlan (1996) el currículo es un proyecto de transformación de la actividad académica que pretende ser totalizador en la práctica pedagógica, manejando una problemática curricular la cual se basa en el accionar de la diversidad de los profesores que concluye en una dirección única, marcando unos objetivos establecidos del proyecto de enseñanza o el marco evaluativo de una entidad educativa. Por ello, es fundamental atender a la visión de la institución educativa, la Universidad Pedagógica Nacional donde se busca “emprender programas y proyectos curriculares de pregrado que incorporen las tecnologías de la información y la comunicación (...) trazando estrategias que permitan proyectarse a la comunidad educativa mediante programas de capacitación docente y asesoría a las instituciones educativas...”.

En ese orden de ideas, el presente diseño curricular es una propuesta de cambio que busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos bioquímicos relacionados con el fenómeno de estudio mediante un entorno virtual de aprendizaje y haciendo parte de este el simulador Avogadro y el Blog, con el fin de promover nuevos conocimientos relacionados con la educación computacional. Así mismo, se analizará desde el cumplimiento de dicha proyección y considerando los problemas y necesidades de los participantes, reconociendo las propuestas de habilidades a lograr, conocimientos, acciones valorativas y las condiciones en las que ocurrirá la apropiación de los conceptos.

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	ASPECTO A TENER EN CUENTA	ANALISIS DE LA INFORMACION
DISEÑO CURRICULAR DE LA SECUENCIA DIDACTICA	Diagnostico de problemas y necesidades	Caracterización teórica del fenómeno de estudio (definición, introducción, contextualización y delimitación de conceptos).	Esta categoría se analizara desde el anexo 1, el cual presenta una descripción clara de la secuencia didáctica, sus objetivos, relación metodológica y al fenómeno en estudio, su contextualización y la inclusión de conceptos de índole químico, biológico o neurocientíficos; las cuales se prueban en las actividades formuladas que recogen el papel del profesor y los materiales utilizados.
	Estructura de la Secuencia didactica	Relación metodológica y relación con los objetivos	
	Diseño de la Evaluación	Actividades propuestas y su proceso evaluativo (diseño y validación de los instrumentos)	

Tabla 3. Categoría de análisis: diseño curricular. Fuente propia

5.3.2 Categoría de análisis Enseñanza De La Bioquímica

Reyes & Hernández (2013) indican que los recursos infovirtuales transforman la relación educativa promoviendo una relación entre los participantes y su nuevo conocimiento, posibilitando la comunicación a distancia, el desarrollo de habilidades computacionales y distribución de la información; por ello, esta categoría intenta llevar al estudiante a la identificación de problemas bioquímicos después de apropiarse unos conceptos relacionados con la investigación, evaluación y acción de este.

El desarrollo de habilidades computacionales corresponde a los conocimientos y destrezas frente a los entornos de aprendizaje, en las cuales se agrupan habilidades para la comunicación a través de medios virtuales, la destreza para operar el software educativo.

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	METODOLOGIA		ANALISIS DE LA INFORMACION
		PREGUNTA / ITEM		
ENSEÑANZA DE LA BIOQUIMICA MEDIANTE UN EVA	Tipo de entorno virtual	CUESTIONARIO DIAGNOSTICO (Sesion 1 - Fase 1)	<p>Pregunta 4. "¿Ha tenido alguna experiencia directa con simuladores computacionales durante su formación inicial de una forma contextualizada? De ser afirmativa su respuesta, comente ¿cómo fue esa aproximación?".</p> <p>Pregunta 5. ". Exprese los beneficios que puede tener el uso de simuladores computacionales en los procesos de enseñanza".</p>	Estas preguntas son de respuesta abierta (en el caso de los cuestionarios bien sea inicial o final) así que para su análisis será necesario identificar ítems en común y delimitar las respuestas. Adicionalmente se busca que el participante explique detalladamente los beneficios que observe antes, durante y después del uso del simulador Avogadro y de cuenta de su percepción frente a la inclusión de estas herramientas como forma de explicación a otros fenómenos científicos. Cabe aclarar que para el análisis de esta categoría no se hará con respecto a las subcategorías independientemente si no en conjunto con relación a los instrumentos de recolección de la información.
	Desarrollo de habilidades computacionales	LISTA DE COTEJO (Sesion 2 - Fase 2)	Todos los ítems identificados en la sección notas aclaratorias- lista de cotejo	
	Aspectos afectivos, actitudinales, motivos y emociones	CUESTIONARIO (Sesion 2 - Fase 3)	<p>Pregunta 1. Exprese los beneficios que puede tener el uso de simuladores computacionales como una herramienta pedagógica en el aula. Pregunta 2. ¿Cuán de acuerdo está con la utilización de este programa en el aula relacionándolo con el fenómeno en estudio analizado? Para contestar esta pregunta por favor indique el número que considere conveniente y argumente su respuesta. Pregunta 3. ¿¿Consideraría la opción introducir este tipo de programas computacionales para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de otros fenómenos de estudio de carácter científico? Argumente su respuesta Pregunta 4. Cómo describiría su habilidad para ver moléculas tridimensionalmente después de utilizar Avogadro?</p>	
	Material de apoyo y recursos tecnológicos.			

Tabla 4. Categoría de análisis: Enseñanza de la bioquímica. Fuente propia

Esta categoría se relaciona directamente a los instrumentos de recolección de la información mediante preguntas de respuesta abierta en torno al software educativo como herramienta pedagógica en el aula, la relevancia del aprendizaje en línea fundamentándose en la enseñanza de la química.

5.3.3 Categoría de análisis Representación Científica

La construcción de las moléculas en el simulador Avogadro y el análisis realizado a diferentes estructuras de Lewis dadas, permiten construir nuevas estructuraciones organizadas para representar “algo” que no pueden ser juzgados como verdaderos o falsos y no pretende decir como son los objetos de estudios. Igualmente, cuando se habla de macro mundo y micro mundo se habla de una idea representación a partir de un modelo el cual no necesariamente debe ser la resolución de problemas prácticos que conllevan finalmente a una reflexión colectiva durante la dimensión crítica.

En relación con la secuencia didáctica se analizó inicialmente el lenguaje de los participantes al referirse a la caracterización estructural de las moléculas, la percepción que tiene el estudiante en torno al micro mundo y macro mundo y las representaciones que hace el estudiante con ayuda del software de manera tridimensional (este análisis se realiza a través de una lista de cotejo donde se seleccionaron ciertos ítems).

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	METODOLOGIA		ANALISIS DE LA INFORMACION
		PRUEBA	PREGUNTA / ITEM	
REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA	MACROMUNDO -MICROMUNDO	LISTA DE COTEJO (Sesion 2 - Fase 2)	Tods los items identificados en la seccion notas aclaratorias- lista de cotejo	Esta categoría se analizará desde el lenguaje utilizado por el participante en relación a los conceptos químicos necesarios durante la construcción de las moléculas (lista de cotejo cuestionario), prediciendo estructuras moleculares fundamentadas en un análisis previo revisando estructuras de Lewis (en el caso de la pregunta 2 - Prueba Diagnóstica y en la Lista de Cotejo - ítem 3), con el fin de examinar si los participantes desarrollaron habilidades de espaciamento tridimensional para dar explicación del fenómeno de estudio. Menciona los conceptos en su totalidad durante su discurso de forma escrita o verbal, logrando dar una definición coherente al antagonismo de la cafeína. Cabe aclarar que en el caso de esta categoría no se analizaran por aparte las subcategorías si no conjuntamente, ya que se interrelacionan a lo largo de los instrumentos de recolección de la información.
	REPRESENTACIONES TRIDIMENSIONALES	CUESTIONARIO (Sesion 2 - Fase 3)	Pregunta 4. ¿Cómo describiría su habilidad para ver moléculas de manera tridimensional después de utilizar Avogadro?. Para contestar esta pregunta por favor indique el número que considere conveniente y argumente su respuesta. Pregunta 5. Narre cómo se desarrolla el proceso antagonico de la Cafeína sobre el Receptor de Adenosina A2a y explique cómo influye en el fenómeno en estudio del control del sueño y vigilia. Para ello tenga en cuenta que debe identificar momentos claves durante el proceso, desarrollar y finalmente relacionar los conceptos que considere relevantes para la explicación del mismo.	
	LENGUAJE	CUESTIONARIO DIAGNOSTICO (Sesion 1 - Fase 1)	Pregunta 2. "Indique cual representación científica es la más apropiada para explicar pedagógicamente la geometría molecular de la molécula CCl4?. Argumente su respuesta desde el beneficio de esta representación sobre las demás opciones".	

Tabla 5. Categoría de análisis: Representaciones científicas. Fuente propia

5.3.4 Categoría de análisis Conceptos Bioquímicos

Esta categoría esta dominada por la inclusión inicial de los conceptos relacionados al fenómeno de estudio fundamentado desde el marco teórico presente (como lo son como lo

son Neuromodulador, Antagonista, Neurotransmisor, Receptor cerebral y Vía de transmisión de impulsos nerviosos). En este punto se indica el contenido a tratar atendiendo a la pertinencia curricular y contextual esperada que claramente se relaciona con la categoría anteriormente descrita. Adicionalmente es preciso indicar que los docentes encargados realizaron previamente una revisión crítica para escoger los conceptos a trabajar.

CATEGORIA	SUBCATEGORIA	METODOLOGIA		ANALISIS DE LA INFORMACION
		PRUEBA	PREGUNTA / ITEM	
CONCEPTOS BIOQUIMICOS	COMPONENTE QUIMICO (biomoléculas, enlace químico, geometría molecular)	CUESTIONARIO DIAGNOSTICO (Sesion 1 - Fase 1)	<p>Pregunta 1. “¿Cuál de las siguientes definiciones considera más apropiada para definir el fenómeno de sinapsis química?”.</p> <p>Pregunta 2. “.Indique cual representación científica es la más apropiada para explicar pedagógicamente la geometría molecular de la molécula CCl₄?. Argumente su respuesta desde el beneficio de esta representación sobre las demás opciones”</p> <p>Pregunta 3. “Cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar la información” (Brito, Jara, & Larenas, 2009). Teniendo en cuenta el anterior postulado, es posible relacionarlo con:”</p> <p>Pregunta 6. “Qué nombre reciben, los elementos que forman parte de los seres vivos”.</p>	<p>En un proceso inicial (prueba diagnóstica) se espera que el participante compare y analice las posibles respuestas e identifique previamente conceptos que se encuentran relacionados al modelo científico. Posteriormente el docente en formación inicial debe retomar bases en torno al sistema nervioso central vistos en seminarios anteriores o durante su vida escolar para lograr construir la molécula escogida con ayuda de las herramientas que ofrece el simulador Avogadro. Así mismo, el participante debe suministrar información de lo aprendido durante el desarrollo de la secuencia didáctica de tal forma que permite evidenciar la inclusión de los conceptos químicos y neurocientíficos mencionados en relación al fenómeno de estudio (cuestionario); por ello, si el estudiante menciona y relaciona los conceptos para explicar el fenómeno, indicara que los ha incluido óptimamente en su estructura cognitiva. Cabe aclarar que para el análisis de esta categoría no se hará con respecto a las subcategorías independientemente si no en conjunto con relación a los instrumentos de recolección de la información.</p>
		LISTA DE COTEJO (Sesion 2 - Fase 2)	Todos los items identificados en la seccion notas aclaratorias- lista de cotejo	
	COMPONENTE NEUROCIENTÍFICO (Neuromodulador, Antagonista, Neurotransmisor, Receptor cerebral, Vía de transmisión de impulsos nerviosos)	CUESTIONARIO (Sesion 2 - Fase 3)	<p>Pregunta 5. Narre cómo se desarrolla el proceso antagónico de la Cafeína sobre el Receptor de Adenosina A_{2a} y explique cómo influye en el fenómeno en estudio del control del sueño y vigilia. Para ello tenga en cuenta que debe identificar momentos claves durante el proceso, desarrollar y finalmente relacionar los conceptos que considere relevantes para la explicación del mismo.</p>	

Tabla 6. Categoría de análisis: Conceptos bioquímicos. Fuente propia

6.RESULTADOS Y ANÁLISIS

6.1 Construcción de las moléculas Cafeína y Adenosina

Los resultados se basaron en el diseño de la investigación anteriormente descrito, partiendo de la recopilación de información teórica con respecto al modelo de estudio con el fin de comprender el fenómeno de control de sueño y vigilia en el cerebro humano, donde se encontró información fragmentada y de un alto nivel teórico del cual no se contaba con la experticia necesaria. Por ello fue necesario articular los diversos referentes teóricos de tal manera que se tuviera una teorización más fundamentada en cuanto al proceso antagónico de la cafeína, partiendo desde la conceptualización entorno a la sinapsis química, seguido del reconocimiento de los diferentes receptores de la membrana de la célula posináptica, y reconociendo que el receptor A2a es aquel donde la cafeína realiza su efecto antagónico.

Así mismo, fue pertinente realizar la caracterización estructural de las moléculas iniciando con un ejercicio de lápiz y papel mediante la construcción de las estructuras de Lewis de cada molécula, reconociendo las diferentes partes de las mismas y su geometría molecular. Sucesivamente se pasó de un plano bidimensional a tridimensional no sin antes realizar un aprendizaje autónomo en torno al uso del simulador, en donde fue posible reconocer y utilizar las diferentes herramientas que este ofrece para la elaboración y caracterización molecular. Sucesivamente se realizó la construcción de las moléculas de adenosina y cafeína respectivamente (ver anexos imagen 1 y 2) y se realizó una breve caracterización en base a tipos de enlace, distancia y ángulos presentes en la molécula (ver anexo imagen 3,4.5 y 6). Posteriormente, por medio de la herramienta optimización fue posible hallar la configuración espacial de las moléculas de estudio buscando una geometría de menor energía.

Seguidamente, se continuó con el proceso de identificación de los conceptos bioquímicos que permiten la explicación del modelo científico, en el cual fue posible identificar un componente neurocientífico donde se encierran los conceptos neuromodulador, antagonista, neurotransmisor, receptor cerebral y vía de transmisión de impulsos nerviosos.

6.2 Diseño de la secuencia didáctica

Seguidamente, se inició con el diseño de la secuencia la cual se encuentra dividida en tres fases: fase 1 desarrollada en una sesión inicial (con un tiempo aproximado de 1 hora y 20 minutos), fase 2 y fase 3 desarrolladas en una misma sesión que cuenta con un tiempo aproximado de 2 horas y 30 minutos. Así mismo, está diseñada para docentes en formación inicial del ciclo de profundización que hayan cursado bioquímica del programa de licenciatura en química de la universidad pedagógica nacional, debido a que esta población ya ha integrado en su estructura cognitiva diversos conceptos que ayudan a robustecer el modelo científico desde diversos saberes adquiridos a lo largo de la vida escolar.

En cuanto a los resultados frente a la categoría “*diseño de la secuencia didáctica*” fue posible indicar que enmarcado en la “*estructura de la secuencia didáctica*” se analizaron las relaciones metodológicas con los objetivos de tal manera que en la investigación se tuvo como finalidad buscar que los participantes interpreten y apropien conceptos relacionados al modelo de la cafeína como inhibidor antagonista de la adenosina en el receptor cerebral A2a, implementando el simulador Avogadro para la caracterización de las moléculas de estudio que integran las áreas del conocimiento Neurociencia, Biología y Química, y un Blog educativo como herramienta para innovar en la enseñanza de la química, el cual se podrá encontrar en la página web <https://suenoconaromacafe.blogspot.com/> como herramienta para innovar en la enseñanza de la química. (anexo imagen 7)

6.3 Estructura del Blog

Se diseñó una serie de videos informativos: el primero denominado “Adenosina y Cafeína y sus efectos en el cuerpo humano” y un segundo video llamado “química computacional, software educativo y el simulador Avogadro”, los cuales se adjuntaron al Blog de la secuencia y harán parte de esta. Estos permitieron la construcción de las categorías y así delimitar los conceptos que se consideraron necesarios.

Así mismo se construyeron las diferentes secciones que llevaría el Blog el cual se dividió en cuatro secciones, la primera de ellas es la bienvenida y la información necesaria para que el docente en formación tenga claro el fin con el que se hace la secuencia. Seguido a esto se encuentran las secciones acerca de los instrumentos que se construyeron como lo fue el cuestionario diagnóstico y el cuestionario final los cuales se construyeron desde la plataforma de Google Forms.

Cuestionario diagnóstico:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfiKcqtVZracKU1j6UvyPqhcw6E1m-E0hGhnroyATq8jtKRNQ/viewform>

Cuestionario final:

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfd1QJBCEa6v08d2BvQYoFC040Mimr_8CcN8gEFICFjIQx2g/viewform

Finalmente, en la última sección se encontrarán dos herramientas audiovisuales de carácter informativo (videos), los cuales buscan exponer el proceso sináptico base para la comprensión del modelo científico y en segundo lugar se realiza una explicación de cómo la química computacional y el software educativo inciden en los procesos de enseñanza – aprendizaje. Finalizando con la descripción de diferentes herramientas del simulador Avogadro que permiten la construcción y caracterización molecular. Estos videos se encuentran anexos en el blog y en la plataforma YouTube.

Video Adenosina y Cafeína:

https://www.youtube.com/watch?v=nQc0_Lczjdk

Video Química computacional y Software educativo

https://www.youtube.com/watch?v=kkOig_WyioA

6.4 Regulación y control del proceso metacognitivo

El proceso metacognitivo inicia con la fase de conducción de la información caracterizada por la búsqueda de antecedentes y la contextualización acerca del modelo teórico. Este trabajo en conjunto con los saberes suministrados por la docente Carmen Helena Guerrero de la Universidad Distrital, permitieron dejar en claro conceptos que presentaron alguna dificultad para los investigadores, bien sea por su nivel de abstracción o falta de claridad en relación con la vía de traducción de la señal durante el proceso de sinapsis cerebral. Durante el desarrollo de este proceso se evidenciaron dificultades en torno a polaridad de las neuronas, diferencias entre neuromodulador y neurotransmisor (en el caso de la Adenosina) y la incidencia de los anteriores en la trasmisión del impulso nervioso; pero a respuesta de ello, la docente en mención realizó una clase magistral, estrategia que permitió esclarecer el tipo de vía del impulso nervioso y determinar la forma de unión entre el ligando-receptor. Debido a que no se caracterizó la estructura de los 410 aminoácidos presentes en el receptor cerebral, no fue posible identificar cuál era su zona activa, sin embargo, se llegó a comprender que al ser un receptor metabotrópico, el neurotransmisor de adenosina no afecta directamente la apertura y el cierre de canales iónicos ya que debe unirse a una proteína de la cual depende la activación de varias moléculas dentro de la célula y posteriormente deberá involucrar un segundo mensajero para la trasmisión del impulso de sueño. Este proceso se vio reflejado en el diseño la secuencia didáctica durante el proceso de clasificación de conceptos para dar explicación al modelo científico y desde el planteamiento de una Introducción al fenómeno de estudio.

Por otra parte, se realizó la construcción y caracterización de las moléculas de estudio basándose en el modelo matemático del software educativo Avogadro, teoría de repulsión de pares de electrones de valencia (TRePEV), retomando la descripción de ángulos y distancias de enlace para la caracterización molecular.

6.5 Caracterización de la Cafeína:

La estructura de la cafeína (con fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$), cuenta con átomos de Nitrógeno, Carbono, Oxígeno e Hidrogeno (átomos azules, grises, rojos y blancos respectivamente), caracterizada por la presencia del grupo de las Xantinas (bases purinicas) y presentando 24 enlaces sencillos y 4 enlaces pi.

Ahora bien, para la caracterización estructural de la molécula de la cafeína con respecto a su posición espacial, se utilizó la herramienta de rotación automática y al orientarla en un plano de rotación X (ver anexo imagen 9), se puede deducir que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano (en el orbital de hibridación sp^2) facilitando el carácter aromático de la cafeína. Así mismo, si se tienen en cuenta los ángulos y distancias de enlace es posible identificar dos geometrías moleculares presentes: Por una parte, se observa una sección que cuenta con estructuras tetraédricas de hibridación sp^3 (anexo 10 y 11) y posteriormente se muestra la geometría trigonal plana de hibridación sp^2 (anexo 12 y 13).

Adicionalmente, en el anexo 12 se evidencia la geometría molecular trigonal plana caracterizada por presentar un átomo central (que en este caso es de Oxígeno), enlazado a tres átomos periféricos que poseen una relación entre sus ángulos de 120° . En contraste, se evidencia que en el anexo 13 hay una relación de ángulo que se encierra en $120-121^\circ$ característicos de una hibridación sp^2 .

6.6 Caracterización de la adenosina:

Ahora bien, retomando lo enunciado por Tagliafico (2008) en el marco de referencia, la adenosina ($C_{10}H_{13}N_5O_4$) es un “nucleósido formado de la unión de la adenina con un anillo de ribosa a través de un enlace glucosídico β -N9”. Por ello, su caracterización estructural se dividió en dos secciones para facilitar su análisis, por un lado, se analiza el nucleótido de adenina y por otro la ribosa. Con respecto a la

estructura de la adenosina (anexo imagen 2), es posible evidenciar que cuenta con átomos de Nitrógeno, Carbono, Oxígeno e Hidrogeno (átomos azules, grises, rojos y blancos respectivamente), caracterizada por la presencia de bases purinicas y presentando 34 enlaces sencillos y 4 enlaces pi, de los cuales se caracteriza el enlace glucosídico β -N9 (anexo imagen 14), indicando el glúcido (ribosa) que se enlaza con la otra molécula (adenina). Cabe aclarar que en para el analisis en cuanto a distancia de enlace se tendran en cuenta desde el enlace 15 al 36 en referencia a la caracterizacion de la zona donde se encuentra la adenina.

Ahora bien, partiendo del análisis de la primera sección en donde se encuentra la ribosa (anexo imagen 15), es posible indicar que presenta una distribución tetraédrica en sus nubes electrónicas, pero una geometría molecular angular debido a que presenta dos pares electrónicos no enlazantes. Por ello, se esperaba encontrar ángulos de aproximadamente de 109.5° como indica la literatura, pero por repulsión de los pares electrónicos libres (teoría RPEV), dichos valores pueden variar, como en este caso donde presenta ángulos de enlace entre $106^\circ - 109^\circ$ (ilustración 19).

Ahora bien, con respecto a la zona donde se encuentra el nucleótido de adenina es posible indicar que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano (anexo imagen 17) lo cual le facilita el carácter aromático a la molécula. Así mismo, si se tienen en cuenta los ángulos y distancias de enlace es posible identificar dos geometrías moleculares presentes: Por una parte, se observa una sección que cuenta con estructuras tetraédricas de hibridación sp^3 (anexo 16) y posteriormente se muestra la geometría trigonal plana de hibridación sp^2 (ilustraciones 12 y 14).

6.7 Comparación de las estructuras químicas

Seguido al proceso de caracterización de las moléculas en estudio, se prosiguió a la comparación entre las moléculas (anexo imagen 18) y posteriormente la enunciación de puntos semejantes y diferentes entre las mismas, lo cual ayuda a explicar el modelo científico. Así mismo, se evidenció que gracias a la herramienta de rotación automática, al comparar las estructuras posteriores a rotarlas, se afirma que los

átomos de Nitrógeno (de color azul) se encuentran en un mismo plano corroborando el carácter aromático de las mismas. Por otra parte, ambas estructuras cuentan con bases purinicas en su estructura, sin embargo, no es posible indicar la zona activa de ambas moléculas ni del receptor cerebral ya que para ello es necesario hacer un análisis teórico de las mismas.

6.8 Secuencia didáctica

Por otro lado, es posible indicar que la secuencia didáctica apoyada en el fenómeno de estudio control del sueño y vigilia en relación con el modelo científico de la cafeína describe una serie de actividades que se encuadran en la metodología de B-Learning ya que interrelaciona un componente virtual donde se retoma a la web como escenario que utiliza herramientas de comunicación por internet entre personas de forma no simultánea (comunicación asincrónica), el cual se desarrolla durante la interacción del participante con el Blog y el uso del simulador Avogadro, y el trabajo colaborativo con recursos multimedia que permiten dar explicaciones al fenómeno de estudio mediante la implementación de dos videos informativos que explican la caracterización de las moléculas, química computacional y software educativo, y el uso de evaluaciones automatizadas con la ayuda de la plataforma Google Forms.

Del mismo modo se proponen tres instrumentos de recolección de información enunciados anteriormente, los cuales se validaron, con el fin de verificar la pertinencia de cada una de las preguntas con respecto a los objetivos, categorías y subcategorías establecidas como referentes teóricos. Esto permitió realizar las modificaciones pertinentes a los instrumentos de manera que se exponen los mismos por medio de los anexos de instrumentos (1,2 y 3).

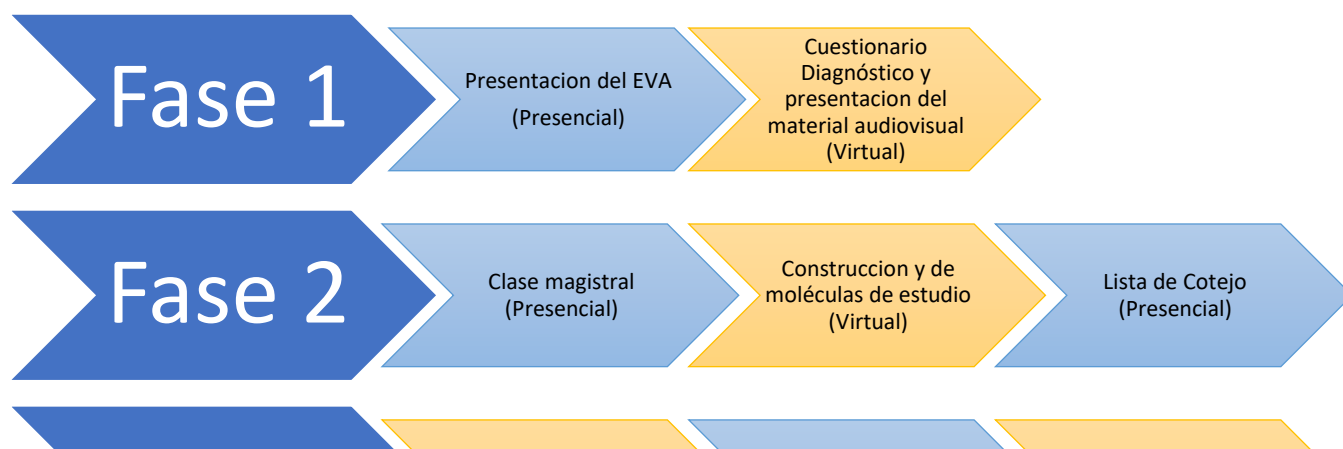


Diagrama 2. Relación entre el aprendizaje virtual y presencial con el diseño de la secuencia didáctica

Ahora bien, con respecto al “*Diseño de la Evaluación*”, las actividades propuestas para esta secuencia didáctica se dividieron en dos sesiones que incluyen una propuesta de evaluación formativa para los participantes y recoge el proceso metacognitivo de los autores del presente trabajo:

Sesión	Fase	Duración	Actividad propuesta	Descripción
1	1	1 hora 20 minutos	Presentación del Blog	Esta actividad esta propuesta con el fin de dar una introducción al blog y posteriormente continuar con una socialización de la metodología a trabajar en la sesión para que el participante tenga claro cuál es el fenómeno de estudio, el modelo teórico y los conceptos que abordarán.
			Cuestionario diagnostico	Esta prueba se realizó con el objetivo de reconocer la situación de partida de los participantes en cuanto a saberes y capacidades que se consideran necesarios para iniciar con éxito el proceso de aprendizaje del modelo científico, la cual retoma preguntas en relación con la química, la neurobiología, biomoléculas, software educativo.
			Presentación de los videos	Video adenosina y cafeína Video Química computacional y Sotware educativo.
2	2	2 horas	Clase Magistral	esclarecer el fenómeno de control de sueño y vigilia en relación con el modelo científico de tal forma que fue un proceso previo al diseño de la presente secuencia. Así mismo, esta actividad busco relacionar los saberes conceptuales descritos anteriormente en el cuestionario diagnóstico.
			Construcción de la molécula	Aplicación de la línea de cotejo simultáneamente
	3	1 hora y 30 minutos	Caracterización	Caracterización de la estructura química de la molécula en estudio. Este análisis configuracional se basará en lo aprendido durante los videos proyectados de la fase inicial

			Comparación de las moléculas en grupo:	cada participante debería escoger una molécula de estudio para profundizar en su estructura química) y desde allí reconocer el análisis estructural desde diferentes perspectivas enmarcadas en la información que ofrece el simulador y finalmente contraste la información suministrada a lo largo de la secuencia didáctica, llegando a conclusiones propias sobre el antagonismo mencionado en el fenómeno de estudio.
			Cuestionario final	En él se evidencia una serie de preguntas las cuales es posible retomarlas y compararlas con las preguntas del cuestionario diagnóstico de tal forma que se evidencia si hubo algún cambio de percepción durante la implementación de la secuencia didáctica.

Tabla 7. Estructura de la propuesta de actividades de la secuencia didáctica

6. CONCLUSIONES

Los resultados luego del uso del simulador Avogadro permitió identificar como conceptos necesarios para comprender el fenómeno de control y vigilia del sueño, lo siguiente: neuromodulador, neurotransmisor, antagonismo, receptor y sinapsis siempre y cuando se analice el comportamiento fisiológico de la cafeína en el fenómeno propuesto como estudio. Toda vez que se trata de un proceso bioquímico de alta complejidad que requiere de un conocimiento específico en el campo en mención.

En cuanto a la comprensión del fenómeno usando el modelo científico representado en el software Avogadro, permite afirmar que la estructura de la cafeína ejerce un control inhibitorio sobre la vía de transmisión de la señal transmitida por la adenosina sobre su receptor A2a, ya que bloquea y evita el paso de estas señales hacia el receptor, pues impide que el ligando (en esta caso adenosina) establezca la conformación del receptor y por ello impide que la proteína G (que en este caso hace el papel de excitatoria) reciba la información para dar continuidad al proceso del impulso nervioso en la sinapsis cerebral realizada. Lo anterior facilitó inferir que se está frente a un fenómeno bioquímico no reproducible en condiciones controladas de laboratorio de modo que, se convierte en un excelente problema teórico, que, usado como estrategia, favorece la articulación de aspectos teóricos en la enseñanza de la bioquímica con aspectos de la cotidianidad.

En este sentido, la metodología B-Learning ofrece un modelo para el diseño de una estrategia de enseñanza en la que aprovechando recursos computacionales de comunicación sincrónica o asincrónica (mediante el intercambio de información por internet en tiempo real o sin coincidencia temporal), permite el abordaje de recursos ya disponibles en la web o de diseños propios que, anclados a un problema de aprendizaje en particular, genere propuestas innovadoras de enseñanza. El blog titulado “Sueños con aroma a café” es un ejemplo de implementación de esta metodología, en la que se proponen actividades provenientes de los diseños hechos con el simulador Avogadro de las moléculas bioquímicas en estudio, de la representación de la reacción que permite comprender el fenómeno bioquímico y de los cuestionamientos que sugieren el consumo de bebidas a base de cafeína.

7. RECOMENDACIONES FINALES

Es posible indicar que la caracterización estructural del receptor en torno a las hélices y formas específicas de unión entre ligando y receptor no fue posible calcularlas ya que no se hicieron análisis en cuanto a la mecánica cuántica (donde se aborda la distribución de los electrones en función de una onda molecular en relación con la energía del sistema mediante la ecuación de Schrödinger, propiedades de la función onda- molecular en relación a la mecánica molecular y por ello desarrollar un método QM/MM que se considera parte de un análisis más específico que puede arrojar un paquete computacional avanzado que hace énfasis en química teórica y química computacional.

Por ello se propone desarrollar un análisis estructural más detallado en donde se hagan los cálculos matemáticos necesarios para la caracterización logrando así encontrar el sitio activo en donde posiblemente el receptor logra recibir la señal de la adenosina y dar continuidad a una modelación molecular.

9. BIBLIOGRAFIA

- Abellan, j., & otros, y. (2014). Incorporación de la simulación como estrategia de aprendizaje de Bioquímica y Fisiología en el Grado en Enfermería. *Revista Memorias de Intranet de Innovación Docente.*, 1-3.
- Aguirre, C., Gonzáles, M., Cortes, J., Fernández, R., & Vázquez, A. (2017). Estudio del tratamiento del enlace químico en los libros de texto españoles. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 60-72.
- Balbiano, A., Barderi, M., Ludica, C., Méndez, H., Molinari, N., & Suárez, H. (2012). *Biología 3*. Buenos Aires: Santillana.
- Barret, K., Barman, S., Boitano, S., & Brooks, H. (2015). *Ganong: Fisiología Medica*. China: Mc Graw Hill.
- Barrios, L., & de la Cruz, B. (2006). Reflexiones sobre la formación de conceptos. *VARONA*, 30-33.
- Benavides Lara, R., Villacís Lizano, M., & Ramos Paredes, J. J. (2017). El Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) en la generación de conocimiento de estudiantes universitarios. *CienciAmerica*, 46-52.
- Brito Ascencion, M., Jara Salazar, C., & Larenas Villagran, C. (2009). El software educativo en el aula. *Universidad Academia de Humanismo cristiano*, 1-97.
- Burriel Coll, V. (2008). Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos. *Química Aplicada a la Ingeniería Biomédica*, 1-17.
- Bustamante, E. (2007). *El sistema Nervioso: desde las neuronas hasta el cerebro humano*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Cabrera, J. (2017). Las ciencias de la computacion en el currículo educativo. *Revista Avances en supervisión educativa*, 1-21.
- Cardella, L., Companioni, M., Hernández, M., Briggs, M., & Gómez, A. (2009). Materiales en soporte electrónico para la enseñanza de la Bioquímica. *Revista Panorama Cuba y Salud*, 25-30.
- Carnicero, S. (05 de 10 de 2014). *Inevery Crea*. Obtenido de Avogadro: un software libre para la clase de química: <https://ineverycrea.com.ar/comunidad/ineverycreaargentina/recurso/avogadro-un-software-libre-para-la-clase-de/5121797f-1926-4940-a430-363b7d94b60f>

- Carús-Cadavieco, M., & de Andrés, I. (2012). Adenosina y control homeostático del sueño. Acciones en estructuras diana de los circuitos de vigilia y sueño. *Revista de Neurociencia*, 413-420.
- Castaños, E. (05 de 07 de 2015). *Lidia con la química*. Obtenido de Los Nucleotidos : <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/tag/enlace-n-glucosidico/>
- Cataldi, Z., Donnamaria, C., & Lage, F. (s.f). Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación. *Revista de informatica educativa y medios audiovisuales*, 1-10.
- Chang, R., & College, W. (2003). *Química*. Bogota: Mc Graw-Hill.
- Chen, J.-F., Xu, K., Staal, R., Petzer, J. p., Xu, Y.-H., Beilstein, M., . . . Schwarzschild, M. A. (2001). Neuroprotection by Caffeine and A2A Adenosine Receptor. *The Journal of Neuroscience*, 1-6.
- Chigo, E. (2004). La simulación computacional en Química y Física. *e-Gnosis*, 1-7.
- Cogan, M. (1973). *Clinical Supervision*. Boston: Houghton Mifflin.
- Colcha, J. (2017). *Los simuladores como recursos diidacticos para el aprendizaje de ciencias naturales, en los estudiantes de octavo año paralelo "A" de educacion general basica de la unidad educativa victor proaño carrion, Periodo septiembre 2016 – marzo 2017*". Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, Carrera de biología, química y laboratorio.
- Contreras, E. (1990). Adenosina : acciones fisiologicas y farmacologicas. *Archivos de biología y medicina experimentales*, 1-12.
- Contreras, G., Garcia, R., & Ramirez, M. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Revista Apertura; Universidad de Guadalajara*, 1-19.
- Corrales, A. (2009). La programacion a medio plazo dentro del tercer nivel de concrecion: las unidades didacticas. *Revista digital de educacion fisica*, 1-13.
- Cuevas, G. (2005). química computacional. *ciencia*, 33-42.
- Deriabina, A., Cruz, A., Gonzáles, E., Grokhlina, T., & Poltev, V. (2004). Simulación de los mínimos de interacción de cafeína con las bases de los ácidos nucleicosy sus rutas de transición. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomedica*, 33-34.
- Díaz Negrillo, A. (2013). Bases bioquímicas implicadas en la regulación del sueño. *Arch Neurocien* , 42-50.

- Díaz, C. (2014). Diseño, implementación y evaluación de una secuencia didáctica para el mejoramiento de la comprensión de lectura en estudiantes de medicina y cirugía de la universidad del valle. *Universidad del Valle*, 01-124.
- Federación de enseñanza de CC.OO de Andalucía. (2010). La unidad didáctica, un elemento de trabajo en el Aula. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 1-8.
- Fernández, J., Elortegui, N., Moreno, T., & Rodríguez, J. (1999). *¿Cómo hacer unidades didácticas innovadoras?* España: Díada Editoras.
- Franco Pérez, J., Ballesteros Zebadúa, P., Custodio, V., & Paz, C. (2012). Principales neurotransmisores involucrados en la regulación del ciclo sueño-vigilia. *revista de investigacion clinica*, 183-191.
- Fundación Mapfre. (2014). *Unidad didáctica 2 : La evaluación*. Madrid: Fundación Mapfre.
- Furlan, A. (1996). *Curricula y institución*. México: Morevallado.
- Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Revista Química Viva, Universidad de Buenos Aires* , 14.
- Galindo, F. (2006). De la energética a la neurotransmisión: el adenosín trifosfato y sus receptores. *Revista de Neurología*, 667-677.
- Gálvez, F. (2009). Ácidos nucleicos. *Química aplicada a la ingeniería biomédica*, 1-26.
- Gandia, J. (2013). Oligomerización del receptor A2A de adenosina: interpretando el receptorsoma. *universidad de barcelona*, 1-112.
- Garay Garay, F. R., & Velandia Parra , D. F. (2014). Explicación de los estudiantes del concepto de electronegatividad en informes de laboratorio. Un análisis dirigido al discurso y al modelo de pensamiento de los estudiantes. *Conferencia latinoamericana internacional, History and phylosophy of science teaching group IHPST*, 443-453.
- Gillespie, R. (2006). El enlace químico y la geometría molecular. *Educación química*, 264-273.
- Gillespie, R. J. (2006). El enlace químico y la geometría molecular. *Revista Educación química*, 264-273.
- Gimeno, J. (2009). El Currículum como texto de la experiencia de la calidad de la enseñanza a la del aprendizaje. *Universidad de Valencia*, 1-13.

- Grau Company, S., Gómez Lucas, C., & Perandones González, T. (2009). La formación del profesorado como factor decisivo de la excelencia educativa. *Universidad de Alicante*, 7-26.
- Gutierrez de Teran, H. (2004). modelación molecular de los receptores de adenosina y sus ligandos en el marco de diseño de fármacos asistidos por ordenador. *Universidad Pompeu Fabra*, 01-132.
- Guzmán Droguett, M. A., Maureira Cabrera, Ó., Sánchez Guzmán, A., & Vergara Gonzales, A. (2012). Innovación curricular en la educación superior. *perfiles educativos*, 60-72.
- Ibarra, G., León, J., & Guevara, M. (2009). Mapas conceptuales y esquemas lógicos en la enseñanza de la Bioquímica en la carrera de Medicina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-8.
- Jaramillo Naranjo, L. M., & Simbaña Gallardo, V. P. (2014). La metacognición y su aplicación en herramientas virtuales desde la práctica docente. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 299-313.
- Laudadío, J., Mazzitelli, C. ..., & Guirado, A. (2015). Representaciones de docentes de ciencias naturales: punto de partida para la reflexión de la práctica . *Actualidades Investigativas en Educación*, 1-23.
- Maroto, M. (2015). El café, la cafeína y su relación con la salud y ciertas patologías. *Universidad de Valladolid*, 1-30.
- Maroto, M. (2015). El café, la cafeína y su relación con la salud y ciertas patologías. *Revista Universidad de Valladolid*, 01-30.
- Martínez de la Cruz, N. L., Galindo González, R. M., & Galindo González, L. (2013). Entornos virtuales de aprendizaje abiertos; y sus aportes a la educación. *Encuentro internacional de educación a distancia* (págs. 1-16). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Matus, L., Benarroch, A., & Nappa, N. (2011). En el ámbito de la Química, los modelos de enlace entre átomos de distintos niveles educativos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 178-201.
- Mazzitelli, C. (2012). Representaciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias durante la formación docente inicial. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 1-16.
- Ministerio de Educación del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires . (2012). Tutorial Avogadro: Editor y visualizador para representar graficamente estructuras moleculares . *Dirección Operativa de Incorporación de Tecnologías (DOInTec)*, 1-18.

- Ministerio de Educacion Nacional. (2004). *Formar En Ciencias, El Desafio*. Colombia: Ministerio de Educacion Nacional.
- Molina, J. (2015). *Rubrica para evaluar Unidad didáctica*. Obtenido de http://www.academia.edu/12929155/R%C3%BAbrica_para_evaluar_Unidad_Did%C3%A1ctica
- Moreno, D. (2013). *Efectividad del uso del software Avogadro en la enseñanza y aprendizaje de la química orgánica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Muñoz, L., & Nardi, R. (2011). Las representaciones científicas en la formación inicial de profesores de química. *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*, 1-10.
- Muñoz, L., & Nardi, R. (2012). Las representaciones científicas en la formación inicial de profesores en química. *Revista de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 1-10.
- Niola León, N. A. (2015). Análisis del uso de software educativo, como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matematicas. *Universidad Politécnica salesiana*, 1-138.
- Ordoñez, C. (2016). Unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto Enlace Químico. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-157.
- Osses , S., & Jaramillo, S. (2008). Metacognicion, un camino para aprender a aprender. *Estudios Pedagógicos XXXIV*, 187-197.
- Otake, C. (2006). Memorias del 6° Encuentro Nacional e Internacional de Centros de Autoacceso de Lenguas. *Las experiencias metacognitivas, sus estrategias y su relación con las plataformas educativas*. (págs. 1-9). Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pardo Lozano, R., Alvarez García, Y., Barral Tafalla, D., & Farré Albaladejo, M. (2007). Cafeína: un nutriente, un fármaco, o una droga de abuso. *Revista Adicciones*, 225-238.
- Patino Soriano , D. T. (2017). Uso de la quimica computacional como herramienta para la enseñanza de la quimica en instituciones educativas. *Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales*, 1-60.
- Pozas Margariño, A., Martín Sanchez, R., Rodríguez Cardona, Á., Ruiz Sáenz de Miera, A., & Vasco Merino, A. (2009). *Química*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Proyecto Formación de Directivos Docentes en Antioquia. SEDUCA – FUNLAM. (2008). *Lineamientos y Estandares curriculares*. Antioquia: Gobernacion de Antioquia.

- Quesada, C., Varela, P., Frías, M., & Florez, P. (2017). Implementación de Avogadro como visualizador. *Revista Educación química*, 91-98.
- Ramirez, D. (2010). Café, cafeína vs salud. Revisión de los efectos del consumo de café en la salud. *Revista Centro de estudios en salud*, 156-167.
- Ramos, G., & López, A. (2015). La formación de conceptos: una comparación entre los enfoques cognitivista y histórico-cultural. *Educação e Pesquisa*, 615-628.
- Raviolo, A., Aguilar, A., Ramirez, P., & Lopez, E. (2011). Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Análisis de las observaciones de clase. *Revista REIEC*, 13.
- Reyes, O., & Hernández, M. (2013). Criterios de eficiencia en el diseño de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). *Encuentro internacional de educación a distancia*, 01-28.
- Rico, A., Alonso, J., Rodríguez, A., Díaz, A., & Castillo, S. (2002). las categorías en la investigación social. *Universidad Pontificia Javeriana*, 23-27.
- Riera de Montero, E. (2006). Perspectivas en el diseño curricular. *Laurus, Revista de educación*, 23-38.
- Rincon, L. (2005). Enlace Químico. *Escuela Venezolana para la Enseñanza de la Química*, 1-21.
- Rodriguez, J. (2008). Algunas teorías para el diseño instructivo de unidades didácticas. *Revista de educación a distancia*, 1-23.
- Rogers, P. J. (2007). Caffeine, mood and mental performance in everyday life. *Nutrition Bulletin*, 84-89.
- Rosaria, J. (2006). La enseñanza de las ciencias basadas en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 173-184.
- Saenz-Lopez, P. (2011). *La educación física y su didáctica*. Sevilla: Wanceulen.
- Salas-Banuet, G., Ramírez Vieyra, J., & Noguez Amaya, M. E. (2011). La incomprendida electronegatividad (trilogía). Parte I. El pensamiento en la electronegatividad cualitativa. *didáctica de la química*, 38-44.
- Salín Pascual, R. J. (2004). Hipocretinas y adenosina en la regulación del sueño. *Revista de Neurología*, 354-358.
- Sanchez, M. d., Miguel, V., Diaz, K., Villasmil, S., & Lopez, M. (2009). Entorno virtual de enseñanza - aprendizaje para la construcción del conocimiento en

bioquímica médica. *Revista de la facultad de medicina ; Universidad Central de Venezuela*, 1-7.

Santos de Medeiros, A. C., Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, F. M., Araujo Lima, R. c., & Barbosa Nascimento, R. D. (2011). Avogadro: un recurso digital para el aprendizaje de modelos moleculares y conexiones químicas. *Conedu*, 1-10.

Santoyo, S. (2012). Uso de los modelos moleculares como herramienta didáctica para la comprensión de la relación existente entre estructura y propiedades de los compuestos. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-128.

Sarabia, F. (1999). *Metodología para la investigación en marketing y dirección de empresas*. Madrid: Piramide.

Simoza, L. (2015). Teoría de el enlace químico. *Colegio la salle*, 1-81.

Soares Pereira, A., & Cleomar Janke , L. (2011). Contribuciones del software abogado para el aprendizaje en la disciplina de Química en la Escuela Tiradentes de Santo Ângelo. *Universidade Federal de Santa Maria*, 1-17.

Sutton, L. (1999). Interaction. *Arizona State University*.

Tagliafico, D. (2008). Aparato circulatorio en relación al Consumo de Cafeína. *Revista de la Universidad Abierta Interamericana*, 1-7.

Tavares, C., & Sakata, R. (2012). Cafeína para el tratamiento del dolor. *Revista brasileira de anestesiología*, 394 - 402.

Torres, C., Varela, P., Frias, V., & Flores, P. (2017). Implementación de Avogadro como visualizador con alumnos de primer año de Odontología en la asignatura Química General y Orgánica. *Revista educación en Química*, 91-98.

Torres, J. (1998). Elaboración de unidades didácticas integradas. 220-264.

Tuay, R. (2006). Aproximación a las representaciones científicas . *Universidad Pedagógica Nacional*, 39-50.

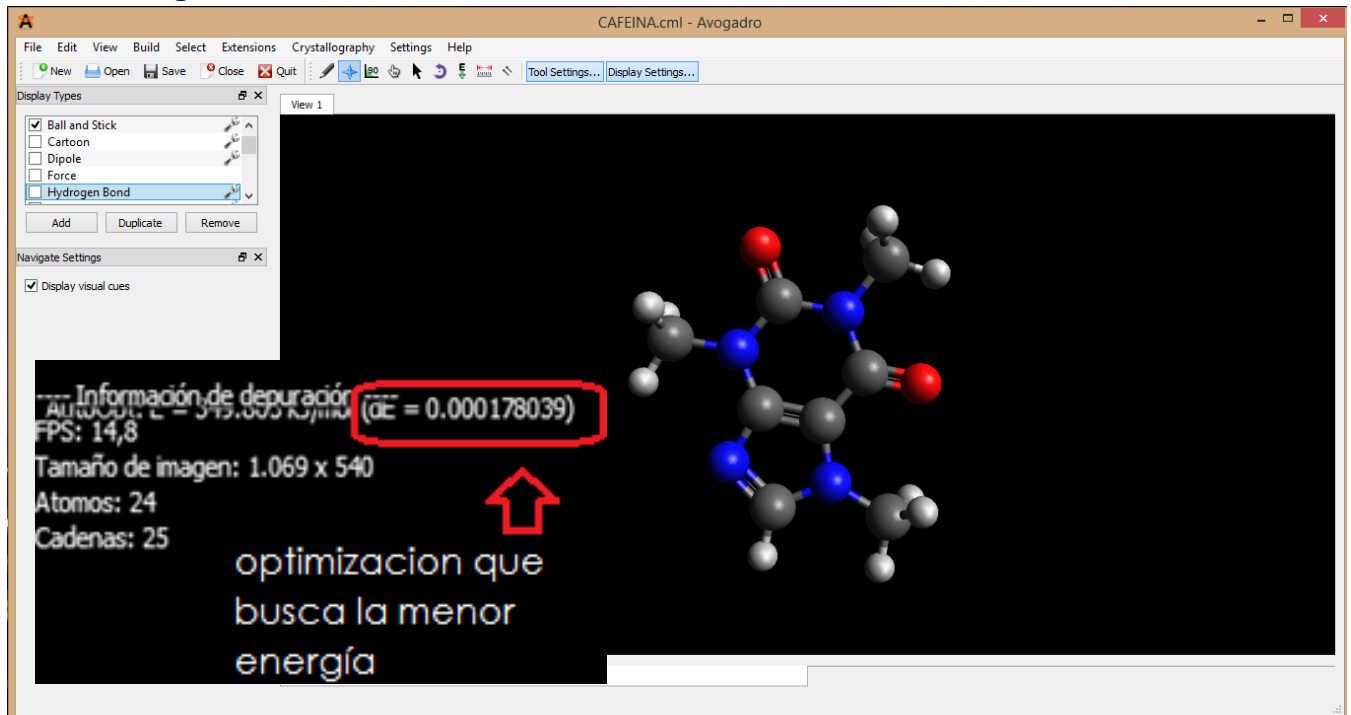
Tudela, D. (2014). Introducción a la geometría molecular utilizando plastilina y palillos. *Universidad Autónoma de Madrid*, 225-232.

Valles, A., Rosales, L., Serrato, L., & Farías, L. (2011). Métodos y Usos de la Química Computacional. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 16-21.

- Valverde, J., Fernandez, M., & Garrido, M. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*,, 1-18.
- Vázquez, A. (2015). La metacognición: Una herramienta para promover un ambiente áulico inclusivo para estudiantes con discapacidad. *Revista Electrónica Educare*, 1-20.
- Vera, F. (2008). La modalidad blended-learning en la educación superior. *Universidad Tecnológica Metropolitana*, 1-16.
- Vidal Ledo, M., Gómez Martínez, F., & Ruiz Piedra, A. (2010). Software Educativos. *Educación media superior*, 97 -110.
- Zañarte, L. (2003). Aprendizaje colaborativo: Una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. *Revista Digital de Educación y Nuevas Tecnologías*,, 1-10.

10. ANEXOS

10.1 Imágenes



ADENOSINA.cml* - Avogadro

Propiedades del Enlace

	Átomo inicial	Átomo final	Orden de Enlace	Rotable	Longitud (Å)
Enlace 1	1	5	1	false	1,3691
Enlace 2	5	2	2	false	1,3674
Enlace 3	4	6	1	false	1,4176
Enlace 4	3	7	1	false	1,4018
Enlace 5	7	6	2	false	1,3415
Enlace 6	2	6	1	false	1,3553
		8	2	false	1,4745
		8	1	false	1,4663
		9	1	false	1,0814
		10	1	false	1,4078
		10	2	false	1,3644
		10	1	false	1,4168
		12	1	false	1,0279
		13	1	false	1,0332
		4	1	true	1,4703
		15	1	false	1,5615
		16	1	false	1,5273
		17	1	false	1,5534
		17	1	false	1,4412
		14	1	false	1,4036
Enlace 20		14	1	false	1,1119
Enlace 21	14	19	1	false	1,1119
Enlace 22	17	20	1	true	1,5406
Enlace 23	17	21	1	false	1,1114
Enlace 24	22	15	1	false	1,4086
Enlace 25	15	23	1	false	1,1143
		26	1	false	0,9912
Enlace 28	22	26	1	false	0,9912
Enlace 29	24	27	1	false	1,3467
Enlace 30	20	28	1	false	1,4007
Enlace 31	20	29	1	false	1,1207
Enlace 32	20	30	1	false	1,1119

Propiedades de la molécula

Peso molecular (g/mol): 194,191

Fórmula química: C7H12N4O2

Energía (kJ/mol): 0,000

(: 2,888

Número de átomos: 24

Número de Bonos: 25

OK

Anexo 2. Estructura y propiedades de la Adenosina. Autoría propia

Anexo 3. resultado de propiedades de enlace de la molécula cafeína

Propiedades del Ángulo				
	Átomo inicial	Vértice	Átomo final	Ángulo (°)
Ángulo 1	3	1	5	105,1499
Ángulo 2	3	1	17	126,5966
Ángulo 3	5	1	17	128,2535
Ángulo 4	3	2	6	104,0226
Ángulo 5	1	3	2	111,9322
Ángulo 6	1	3	4	124,2895
Ángulo 7	2	3	4	123,7783
Ángulo 8	1	5	6	108,7245
Ángulo 9	1	5	7	130,5537
Ángulo 10	6	5	7	120,7218
Ángulo 11	2	6	5	110,1709
Ángulo 12	5	6	9	122,6716
Ángulo 13	2	6	9	127,1575
Ángulo 14	5	7	8	118,2393
Ángulo 15	5	7	11	120,5453
Ángulo 16	8	7	11	121,2153
Ángulo 17	7	8	10	119,8889
Ángulo 18	7	8	21	120,8757
Ángulo 19	10	8	21	119,2354
Ángulo 20	6	9	10	117,9455
Ángulo 21	6	9	13	121,3852
Ángulo 22	10	9	13	120,6693
Ángulo 23	8	10	9	120,5328
Ángulo 24	9	10	12	119,6669
Ángulo 25	8	10	12	119,8003
Ángulo 26	9	13	14	112,1935
Ángulo 27	9	13	15	109,7115
Ángulo 28	9	13	16	109,7116

Anexo 4. resultado de propiedades de ángulo de la molécula cafeína

	Átomo inicial	Átomo final	Orden de Enlace	Rotable	Longitud (Å)
Enlace 1	3	1	1	false	1,3554
Enlace 2	3	2	2	false	1,3579
Enlace 3	3	4	1	false	1,0824
Enlace 4	1	5	1	false	1,3445
Enlace 5	5	6	2	false	1,3519
Enlace 6	6	2	1	false	1,3484
Enlace 7	5	7	1	false	1,3882
Enlace 8	8	7	1	false	1,3895
Enlace 9	6	9	1	false	1,3599
Enlace 10	10	9	1	false	1,3899
Enlace 11	8	10	1	false	1,3971
Enlace 12	11	7	2	false	1,2199
Enlace 13	12	10	2	false	1,2222
Enlace 14	9	13	1	false	1,4689
Enlace 15	13	14	1	false	1,1104
Enlace 16	13	15	1	false	1,1107
Enlace 17	13	16	1	false	1,1107
Enlace 18	1	17	1	false	1,4597
Enlace 19	17	18	1	false	1,1109
Enlace 20	17	19	1	false	1,1102
Enlace 21	17	20	1	false	1,1102
Enlace 22	21	8	1	false	1,4724
Enlace 23	21	22	1	false	1,1099
Enlace 24	21	23	1	false	1,1108
Enlace 25	21	24	1	false	1,1108

Anexo 6.resultado de propiedades de enlace de la molécula adenosina

	Átomo inicial	Vértice	Átomo final	Ángulo (°)
Ángulo 1	5	1	10	121,1924
Ángulo 2	5	2	6	118,8243
Ángulo 3	7	3	8	109,4626
Ángulo 4	6	4	8	108,0490
Ángulo 5	6	4	14	119,4201
Ángulo 6	8	4	14	129,2986
Ángulo 7	1	5	2	120,1195
Ángulo 8	1	5	9	119,8098
Ángulo 9	2	5	9	120,0594
Ángulo 10	4	6	7	110,5882
Ángulo 11	2	6	4	126,9998
Ángulo 12	2	6	7	122,3255
Ángulo 13	3	7	6	109,0316
Ángulo 14	3	7	10	131,3606
Ángulo 15	6	7	10	119,5623
Ángulo 16	3	8	4	102,7834
Ángulo 17	3	8	32	128,6083
Ángulo 18	4	8	32	128,6083
Ángulo 19	1	10	7	117,8711
Ángulo 20	7	10	11	122,4949
Ángulo 21	1	10	11	119,5768
Ángulo 22	10	11	12	121,3827
Ángulo 23	10	11	13	119,4864
Ángulo 24	12	11	13	118,7921
Ángulo 25	4	14	15	126,1806
Ángulo 26	4	14	18	108,3027
Ángulo 27	4	14	19	103,1707
Ángulo 28	15	14	18	106,3250
Ángulo 29	15	14	19	103,9571
Ángulo 30	18	14	19	107,6773
Ángulo 31	14	15	16	107,1904
Ángulo 32	14	15	22	117,7875

Anexo 5.resultado de propiedades de angulo de la molécula cafeína

Sueño con aroma a cafe



[Página principal](#)
[Videos Interactivos](#)
[Cuestionario Diagnostico](#)
[Cuestionario](#)

MARTES, 15 DE MAYO DE 2018

Secuencia Didáctica

BUSCAR ESTE BLOG

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA, NACIONAL

Sueño Cafe

Seguir

Ver todo mi perfil

Denunciar uso inadecuado

ARCHIVO DEL BLOG

mayo 2018 (2)



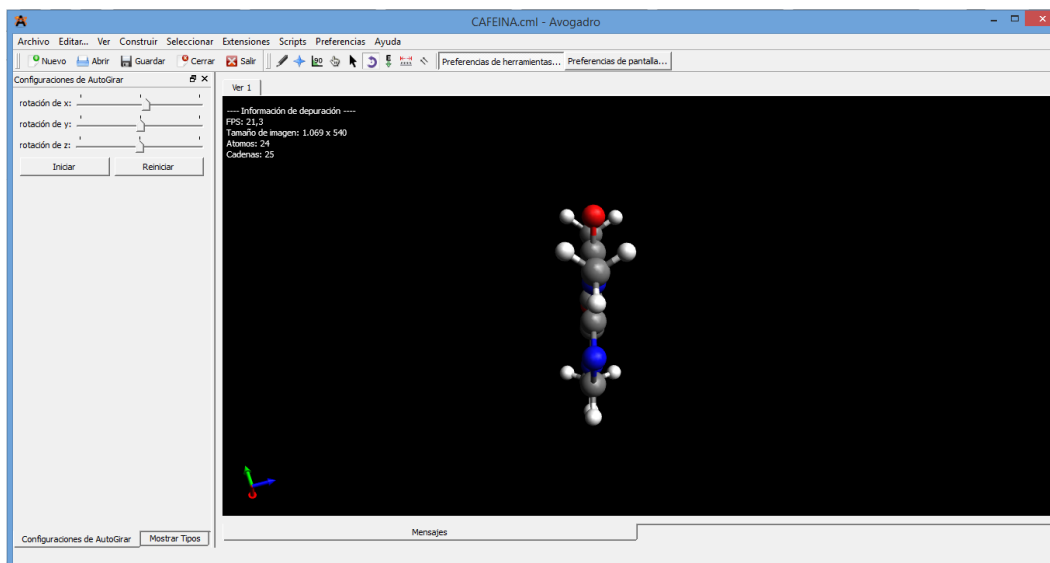
SUEÑO CON AROMA A CAFÉ

SECUENCIA DIÁCTICA

¿Por qué una taza de café me "despierta" cuando tengo sueño?

APRENDIZAJE DE CONCEPTOS BIOQUÍMICOS RELACIONADOS CON EL MODELO CIENTIFICO DE LA CAFEINA COMO ANTAGONISTA DE LA ADENOSINA EN EL RECEPTOR CEREBRAL A_{2α}

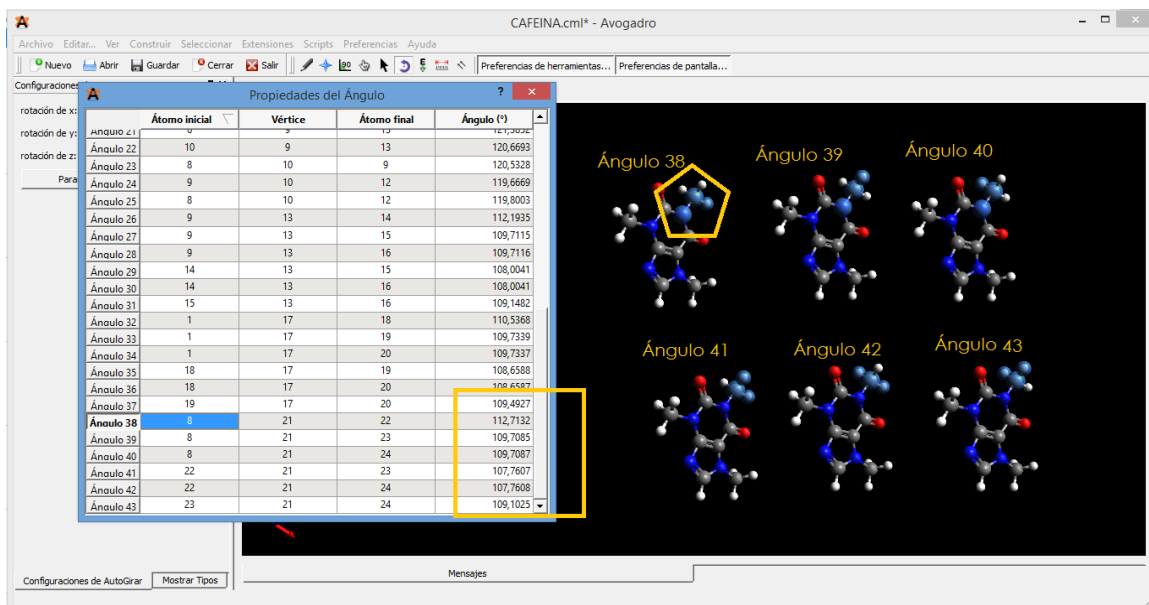
Anexo 8. Imagen del diseño del Blog para la construcción de la secuencia



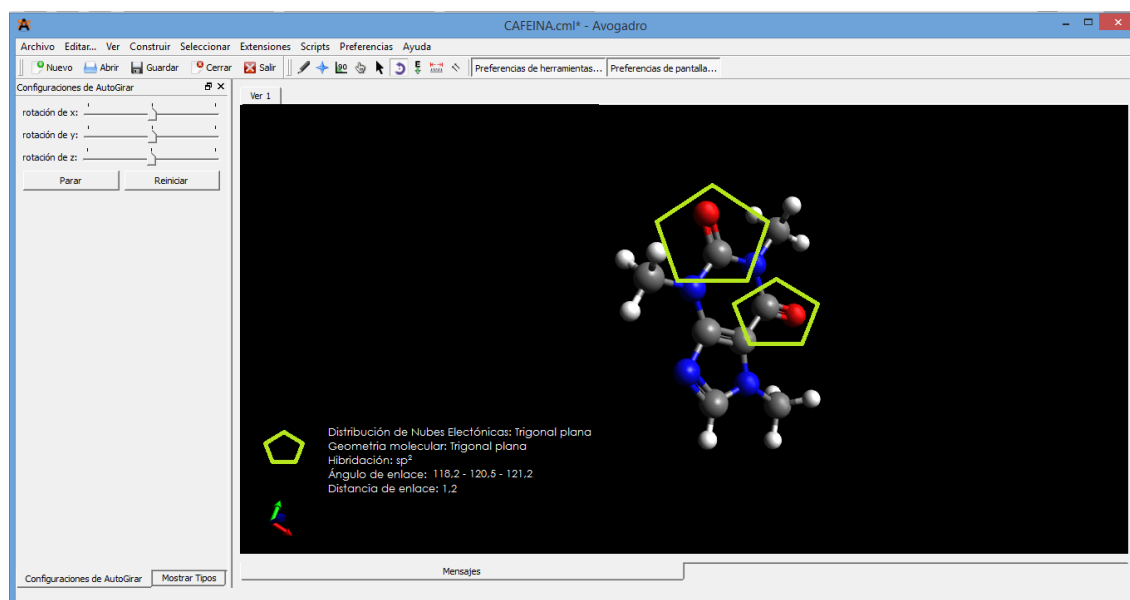
Anexo 9. Estructura de la cafeína en rotación coplanar

Enlace	Átomo 1	Átomo 2	Orden	Orden de enlace	Longitud
Enlace 4	1	5	1	false	1,3445
Enlace 5	5	6	2	false	1,3519
Enlace 6	6	2	1	false	1,3484
Enlace 7	5	7	1	false	1,3882
Enlace 8	8	7	1	false	1,3895
Enlace 9	6	9	1	false	1,3599
Enlace 10	10	9	1	false	1,3899
Enlace 11	8	10	1	false	1,3971
Enlace 12	11	7	2	false	1,2199
Enlace 13	12	10	2	false	1,2222
Enlace 14	9	13	1	false	1,4689
Enlace 15	13	14	1	false	1,1104
Enlace 16	13	15	1	false	1,1107
Enlace 17	13	16	1	false	1,1107
Enlace 18	1	17	1	false	1,4597
Enlace 19	17	18	1	false	1,1109
Enlace 20	17	19	1	false	1,1102
Enlace 21	17	20	1	false	1,1102
Enlace 22	21	8	1	false	1,4724
Enlace 23	21	22	1	false	1,1099
Enlace 24	21	23	1	false	1,1108
Enlace 25	21	24	1	false	1,1108

Anexo 10. propiedades de enlace de la cafeína



Anexo 11. Propiedades angulares de la molécula de la cafeína



Anexo 12. Caracterización Estructura Cafeína, Geometría Trigonal Plana.

CAFEINA.cml* - Avogadro

Propiedades del Ángulo

Ángulo	Átomo inicial	Vértice	Átomo final	Ángulo (°)
Ángulo 3	5	1	17	128,2535
Ángulo 4	3	2	6	104,0226
Ángulo 5	1	3	2	111,9322
Ángulo 6	1	3	4	124,2895
Ángulo 7	2	3	4	123,7783
Ángulo 8	1	5	6	108,7245
Ángulo 9	1	5	7	130,5537
Ángulo 10	6	5	7	120,7218
Ángulo 11	2	6	5	110,1709
Ángulo 12	5	6	9	122,6716
Ángulo 13	2	6	9	117,1474
Ángulo 14	5	7	8	118,2393
Ángulo 15	5	7	11	120,5453
Ángulo 16	8	7	11	121,2153
Ángulo 17	7	8	10	119,6699
Ángulo 18	7	8	21	120,8757
Ángulo 19	10	8	21	119,2354
Ángulo 20	6	9	10	117,9455
Ángulo 21	6	9	13	121,3852
Ángulo 22	10	9	13	120,6693
Ángulo 23	8	10	9	120,5328
Ángulo 24	9	10	12	119,6669

Ángulo 14 Ángulo 15 Ángulo 16

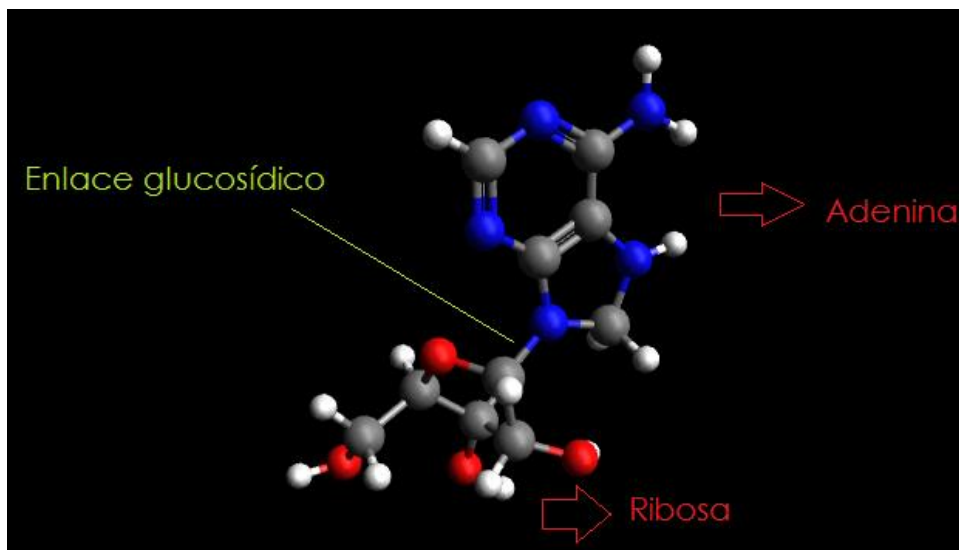
CAFEINA.cml* - Avogadro

Propiedades del Enlace

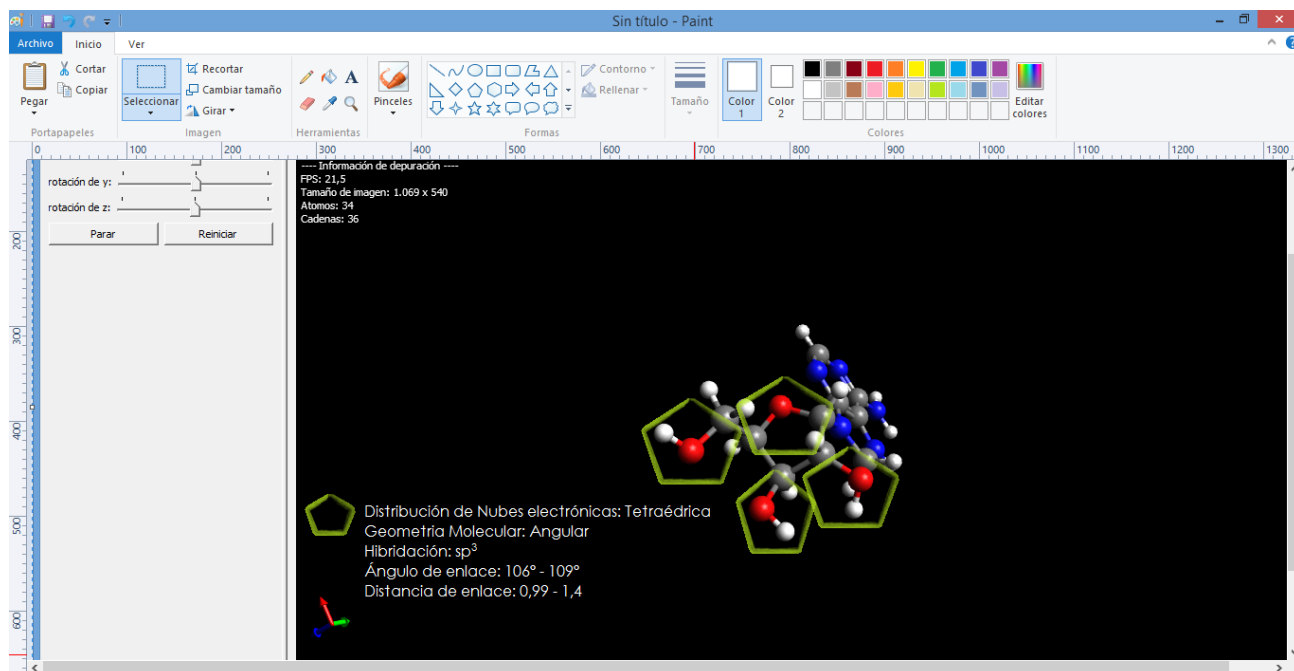
Enlace	Átomo inicial	Átomo final	Orden de Enlace	Rotable	Longitud (Å)
Enlace 3	3	4	1	false	1,00224
Enlace 4	1	5	1	false	1,3445
Enlace 5	5	6	2	false	1,3519
Enlace 6	6	2	1	false	1,3484
Enlace 7	5	7	1	false	1,3882
Enlace 8	8	7	1	false	1,3895
Enlace 9	6	9	1	false	1,3599
Enlace 10	10	9	1	false	1,3899
Enlace 11	8	10	1	false	1,4071
Enlace 12	11	7	2	false	1,2199
Enlace 13	12	10	2	false	1,2222
Enlace 14	9	13	1	false	1,4689
Enlace 15	13	14	1	false	1,1104
Enlace 16	13	15	1	false	1,1107
Enlace 17	13	16	1	false	1,1107
Enlace 18	1	17	1	false	1,4597
Enlace 19	17	18	1	false	1,1109
Enlace 20	17	19	1	false	1,1102
Enlace 21	17	20	1	false	1,1102
Enlace 22	21	8	1	false	1,4724
Enlace 23	21	13	1	false	1,7099
Enlace 24	21	23	1	false	1,1108
Enlace 25	21	24	1	false	1,1108

Enlace 13 Enlace 12

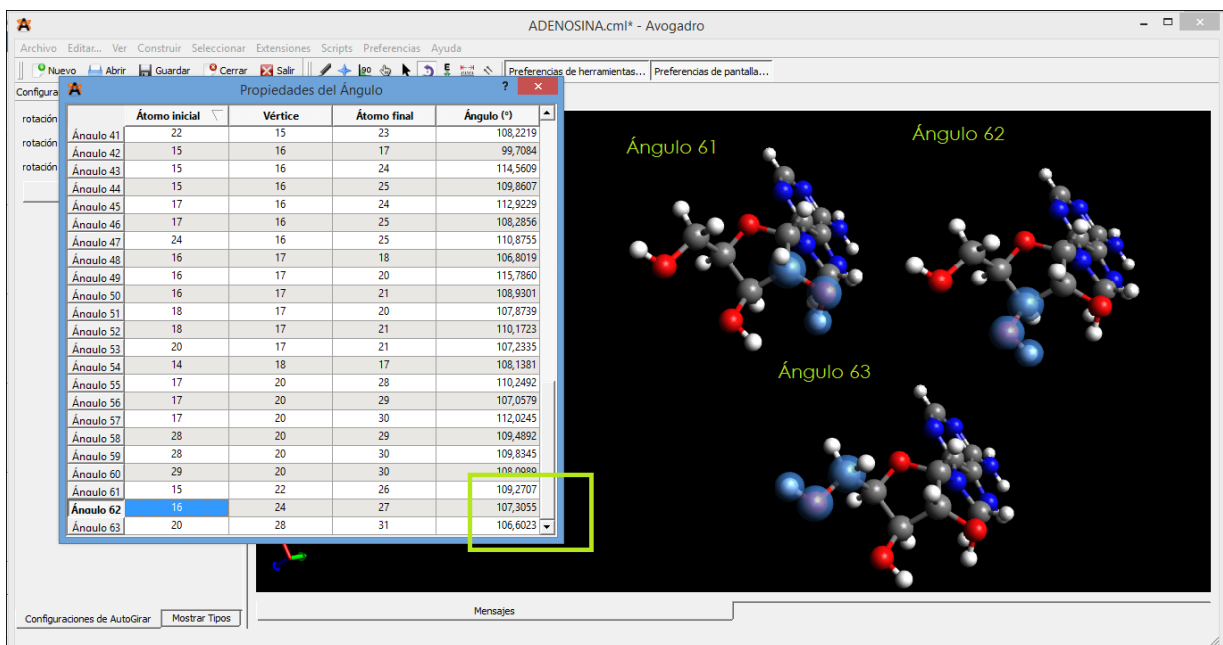
Anexo 13. Caracterización de la geometría molecular trigonal plana desde los ángulos (Imagen arriba.) y distancias de enlace (Imagen abajo.)



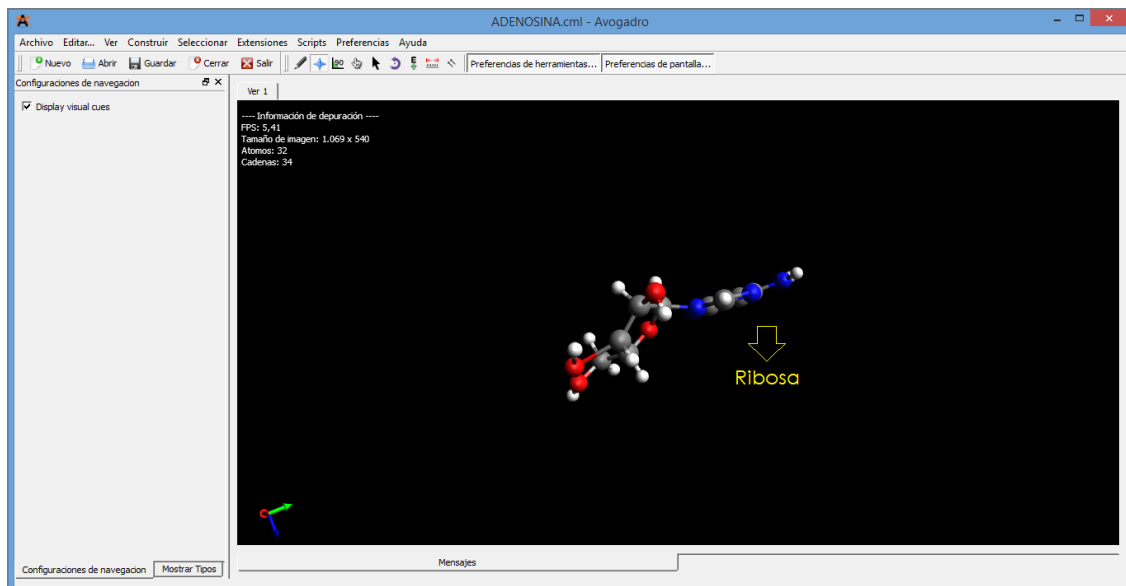
Anexo 15. Enlace Glucosídico de la Adenosina



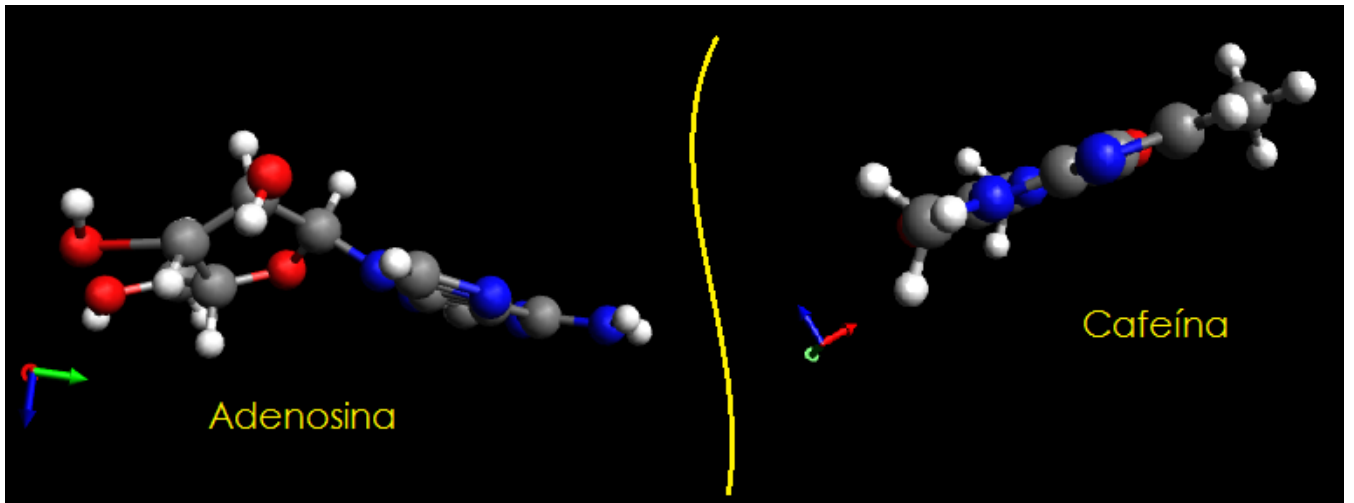
Anexo 14. Caracterización de la geometría molecular angular desde los ángulos de enlace.



Anexo 16. Caracterización de la geometría molecular Tetraédrica desde los ángulos (Imagen Izq.) y distancias de enlace (Imagen Der.)



Anexo 17. Caracterización de la estructura de adenosina donde se evidencia que los átomos de Nitrógeno se encuentran en un mismo plano



Anexo 17. Comparación de las estructuras de adenosina y cafeína

10.2 Instrumentos

10 2.1 CUESTIONARIO DIAGNOSTICO

Actividad sesión 1 - fase de Inicio

Objetivo de la actividad: identificar el dominio de los conceptos previos que tiene cada participante para emprender un aprendizaje posterior.

La prueba diagnóstica permite la obtención de información sobre la situación de partida de los participantes, en cuanto a saberes y capacidades que se consideran necesarios para iniciar con éxito un nuevo proceso de aprendizaje, que en este caso se encuentra relacionado con el modelo científico de la Cafeína como inhibidor antagonista de la Adenosina en el Cerebro humano. Así pues, es de gran importancia que el participante sepa que la información que suministrará será destinada únicamente para fines investigativos y se espera que lo solucione conscientemente ya que desde el análisis de la información recolectada será posible identificar errores y trabajar sobre los mismos en una fase continua.

Así mismo modo, en cuanto a la estructura de la prueba encontrará preguntas que retoman temáticas en relación a la química, la biología y la neurociencia. Cabe aclarar que las preguntas serán mayoritariamente de opción múltiple con única respuesta y preguntas de ensayo o de respuesta abierta.

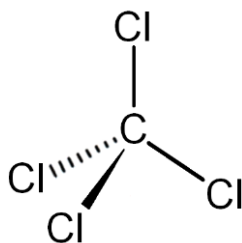
INICIO

1. ¿Cuál de las siguientes definiciones considera más apropiada para definir el fenómeno de sinapsis química?

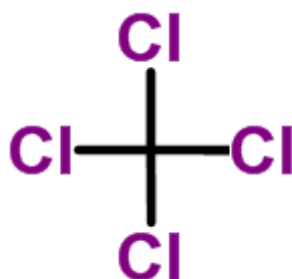
- a) El proceso en el cual la neurona interpreta un estímulo.
- b) El proceso por el cual el impulso nervioso pasa de una neurona a otra
- c) El proceso por el cual se realiza la protección de las neuronas.
- d) El proceso por el cual una neurona puede llegar a alimentarse.

2. Indique ¿Cual representación científica es la más apropiada para explicar pedagógicamente la geometría molecular de la molécula CCl_4 ? Argumente su respuesta desde el beneficio de esta representación sobre las demás opciones.

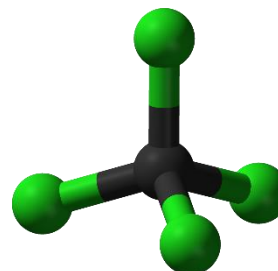
a)



b)



c)



3. “Cualquier programa computacional cuyas características estructurales y funcionales sirvan de apoyo al proceso de enseñar, aprender y administrar la información” (Vidal, Gómez & Ruiz Piedra, 2010). Teniendo en cuenta el anterior postulado, es posible relacionarlo con:

- a) Software educativo
- b) Química teórica
- c) Simulador computacional
- d) Química computacional

4. ¿Ha tenido alguna experiencia directa con simuladores computacionales como docente en su formación inicial de una forma contextualizada? De ser afirmativa su respuesta, comente ¿cómo fue esa aproximación?


5. Exprese los beneficios que puede tener el uso de simuladores computacionales en los procesos de enseñanza.

6. Qué nombre reciben, los elementos que forman parte de los seres vivos:

- a) Biocompuestos
- b) Biomoléculas
- c) Bioelementos
- d) Compuestos orgánicos

Observaciones

GRACIAS POR SU PARTICIPACION

<p>Evaluado Luis Guillermo 2011115079 Luznide Hernández - 2012115030</p>	<p>por: Castaño-</p>	<p>Fecha:</p> <hr/>  <p>UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL <i>Educadora de educadores</i></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

10.2 Anexo 2 .**INSTRUMENTO 2 - Lista de Cotejo**

Actividad sesión 2 - fase de Desarrollo

MATRIZ DE EVALUACIÓN

Objetivo: Reconocer la manera en que los participantes manipulan el simulador para el análisis configuracional de las moléculas y recocer como orienta la estimulación del aprendizaje mediante la identificación y relación de conceptos químicos.

Momentos a tener en cuenta del participante para diligenciar la lista de cotejo:


- Revisión y análisis del material de apoyo por parte de los participantes.
- Reconocimiento y uso de las herramientas del simulador para la construcción de las moléculas de estudio.
- Reconocimiento y uso de las herramientas del simulador para la caracterización configuracional de las moléculas.

RASGOS DE OBSERVACIÓN	ITEM	JUICIO VALORATIVO		OBSERVACIONES
		SI	NO	
IDENTIFICACIÓN Y RELACIÓN DE CONCEPTOS	1	El participante enuncia verbalmente el concepto químico geometría molecular, retomando la repulsión electrónica y la distribución de las nubes electrónicas		
	2	El participante enuncia verbalmente el concepto químico: ángulo de enlace, durante la caracterización estructural de la molécula de estudio		
	3	El participante enuncia verbalmente el concepto químico: distancia de enlace durante la caracterización estructural de la molécula de estudio.		
USO DEL SIMULADOR AVOGADRO	4	Reconoce y enuncia la geometría molecular presente en las estructuras de Lewis de las moléculas cafeína o adenosina. Tiene manejo de la tridimensionalidad de las moléculas a pesar de presentarle un esquema en dos dimensiones.		
	5	Utiliza correctamente las herramientas que ofrece el simulador para la elaboración de la molécula escogida (Herramienta: Configuraciones de dibujo)		
	ITEM	JUICIO VALORATIVO		OBSERVACIONES

RASGOS DE OBSERVACIÓN		SI	NO	
USO DEL SIMULADOR AVOGADRO	6 Reconoce y hace uso de las herramientas que ofrece el simulador para la caracterización molecular como se explicó en el video introductorio 2 (ángulo y distancia de enlace).			

Observaciones

GRACIAS POR SU PARTICIPACION

Evaluado Luis Guillermo Castaño- 2011115079 Luznide Hernández - 2012115030	por: Fecha: _____	 UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL <i>Educadora de educadores</i>
----------------------------------------------------------------------------------	----------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

10.3 Anexo 3. **INSTRUMENTO 3 – Cuestionario**

Actividad sesión 2 - fase de cierre

INTRODUCCION: El cuestionario es un instrumento de recolección de datos cualitativos o cuantitativos mediante el uso de un conjunto de preguntas diseñadas para conocer o evaluar y caracterizar la información de una o varias personas. En ella se evidencia una serie de preguntas las cuales es posible retomarlas y compararlas con las preguntas de la prueba diagnóstica para evidenciar si hubo algún cambio de percepción durante la implementación de la secuencia didáctica.

OBJETIVO PRINCIPAL: Este instrumento de recolección de datos permite identificar la percepción que tienen los participantes frente a la secuencia de enseñanza, frente al uso del simulador Avogadro como herramienta base para la caracterización estructural de las moléculas y frente a la comprensión del fenómeno en estudio.

PUNTUACIONES: Dependen de cada pregunta. Las preguntas que encontrarás será de respuesta abierta o con escala Likert, para identificar el grado de acuerdo o desacuerdo frente a la afirmación dada.

NOTA: la presente encuesta se subirá al blog y se manejará la herramienta Google Forms. Cabe aclarar que esta información fue retomada y modificada del trabajo de Torres y Varela (2017).

CUESTIONARIO

1. Expresé los beneficios que puede tener el uso de simuladores computacionales como una herramienta pedagógica en el aula.

2. Dada la siguiente escala, indique ¿Que tan de acuerdo está con la utilización de este programa en el aula relacionándolo con el fenómeno en estudio analizado? Para contestar esta pregunta por favor indique el número que considere conveniente y argumente su respuesta:

- 1: muy en desacuerdo
- 2: en desacuerdo
- 3: más o menos
- 4: de acuerdo
- 5: muy de acuerdo


3. ¿Consideraría la opción introducir este tipo de programas computacionales para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de otros fenómenos de estudio de carácter científico? Argumente su respuesta

4. ¿Cómo describiría su habilidad para ver moléculas tridimensionalmente después de utilizar Avogadro? Para contestar esta pregunta por favor indique el número que considere conveniente y argumente su respuesta:

- 1: Nula
- 2: Baja
- 3: Intermedia
- 4: Alta
- 5: Muy alta

5. Narre cómo se desarrolla el proceso antagónico de la Cafeína sobre el Receptor de Adenosina A2a y explique cómo influye en el fenómeno en estudio del control del sueño y vigilia. Para ello tenga en cuenta que debe identificar momentos claves durante el proceso, desarrollar y finalmente relacionar los conceptos que considere relevantes para la explicación del mismo.

GRACIAS POR SU COLABORACION

Evaluado Luis Guillermo Castaño- 2011115079 Luznide Hernández - 2012115030	por: Fecha:	 UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL <i>Educadora de educadores</i>
----------------------------------------------------------------------------------------	----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------