

INFRARROJO:
UNA APROXIMACIÓN METODOLÓGICA BASADA EN EL MOVIMIENTO
Y EL ARTE CINÉTICO

Angie Tatiana Vidal Hernandez
dqu_atvidalh573@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Carlos Mario Riveros Toro
dqu_cmriverost949@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Jhon Gerardo Valero Vargas
dqu_jgvalerov080@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Julieth Alexandra Reina Hernández
dqu_jareinah179@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Julie Geselle Benavides Melo
jgbenavidesm@pedagogica.edu.co

Norberto Pinto Sáenz
npintos@pedagogica.edu.co
Universidad Pedagógica Nacional

Resumen

Este artículo se configura como un reporte de investigación producto de un trabajo desarrollado a partir de una iniciativa del Semillero SISMA - Semillero de Investigación en Salud y Medio Ambiente, el cual tiene como objetivo establecer una relación experimental entre la enseñanza de las ciencias y el arte cinético. Particularmente, se involucra como componente conceptual la temática del espectro electromagnético, en particular la comprensión del trabajo en infrarrojo, y la pedagogía de Waldorf como eje articulador, involucrando el movimiento y el arte cinético dentro de seis etapas de aplicación que incorporan actividades diversas como mediadoras del aprendizaje. Éste trabajo se desarrolló con dieciocho profesores de química, en formación inicial, que cursaron el espacio académico de Métodos de Análisis Químico II ofertado en la Licenciatura en Química de una institución de educación superior en Bogotá, Colombia. Es importante destacar que posterior a la implementación de la iniciativa, se aplicó un test para identificar las percepciones de los participantes sobre la actividad, encontrando argumentos que enriquecen la didáctica de la química, la relación evidente entre el movimiento, el arte cinético y la comprensión de la espectroscopía infrarroja, la representación de las ondas mediante el cuerpo y el fomento de la interacción entre el contexto, las herramientas y la enseñanza de las ciencias desde Waldorf.

Palabras clave: Arte Cinético, Enseñanza de las Ciencias, Infrarrojo, Movimiento, Pedagogía de Waldorf.

Abstract

This article is configured as a research report product of a work developed from an initiative of the SISMA Seedbed - Semillero de Investigación en Salud y Medio Ambiente, which aims to establish an experimental relationship between the teaching of science and art kinetic. In particular, the theme of infrared and Waldorf pedagogy as an articulating axis is involved as a conceptual component, involving movement and kinetic art within six stages of application that involve diverse activities that mediated learning. This work was developed with eighteen professors of chemistry in initial formation who studied the academic space of

Methods of Chemical Analysis II offered in the Degree in Chemistry of a higher education institution in Bogotá, Colombia. It is important to note that after the implementation of the initiative, a test was applied to identify participants' perceptions of the activity, finding arguments that enrich the didactics of chemistry, the evident relationship between movement, kinetic art and the infrared. , the representation of waves through the body and the promotion of the interaction between the context, the tools and the teaching of science from Waldorf.

Keywords: Kinetic Art, Teaching of Sciences, Infrared, Movement, Waldorf Pedagogy.

Introducción

(contexto, desarrollo del problema, justificación y propósitos)

En lo que respecta a la formación inicial de profesores en ciencias Gallego, Pérez & Franco (2014), es necesario precisar que un profesor debe tener en cuenta qué clase de química va a enseñar en el aula, es decir, si seguirá llevando una química que resolvió la mayoría de problemáticas en el siglo XIX, una química descontextualizada, o realmente implementará una química de frontera donde se vea involucrado el contexto, además, realizar una relación directa entre pedagogías alternativas, no tradicionales, como eje articulador que pretendan involucrar el arte y el movimiento con el infrarrojo como componente conceptual.

Así, surge la necesidad de entender el proceso de espectroscopía de infrarrojo sin limitarse, simplemente, al funcionamiento del equipo analítico; sino en entender cuál es el comportamiento de las sustancias cuando se logran cualificar o cuantificar con éste método entendiendo las diferentes formas vibracionales de las moléculas. Así, la pedagogía de Waldorf es referente metodológico y articulador, propone contribuir a fundamentar una actitud ante la vida que no sea científica solamente en la superficie, sino también en la profundidad, entendiendo la oportunidad que presenta la química para ejercitar la facultad de observación y reflexión.

Por lo tanto, en éste artículo se presenta un reporte de investigación que surge de una iniciativa del Semillero SISMA - Semillero de Investigación en Salud y Medio Ambiente, con la que se pretendía analizar y evidenciar la importancia de usar pedagogías alternativas para la enseñanza de las ciencias y particularmente del infrarrojo como componente conceptual tratado en espacio académico de Métodos de Análisis Químico II ofertado en la Licenciatura en Química de una institución de educación superior en Bogotá, Colombia.

Perspectiva teórica

Espectroscopía de Infrarrojo

La espectroscopía es un método que permite identificar sustancias cuantitativa y cualitativamente a partir de una interacción entre la energía y la materia, así, se configura como una de las técnicas de investigación,

análisis, control y diagnóstico para diferentes ramas de la ciencia, centrado en la identificación y medición de constituyentes (González y Montaña, 2015).

Según Mondragón (2017), en su libro: “Espectroscopia de infrarrojo para todos... y 51 espectros de alimentos consumidos en México” define que la espectroscopía de infrarrojo es un método que identifica los fenómenos que causa la radiación infrarroja y la materia, es decir, una radiación de una determinada longitud de onda del haz es absorbida por una molécula que se encuentra vibrando en su estado basal que se encuentra vibrando en su estado basal a la misma longitud de onda que la radiación infrarroja incidente, provocando con ello un cambio en la intensidad de la vibración. Sin embargo, se debe tener en cuenta que para que dicho fenómeno (la absorción de energía infrarroja) ocurra, la molécula debe contar con un momento dipolar; que puede ser entendido como una fuerza que existen entre los átomos de una molécula y que está directamente relacionada con la carga eléctrica y la longitud de enlace. Un ejemplo, para la apreciación del momento dipolar, es la molécula del agua:

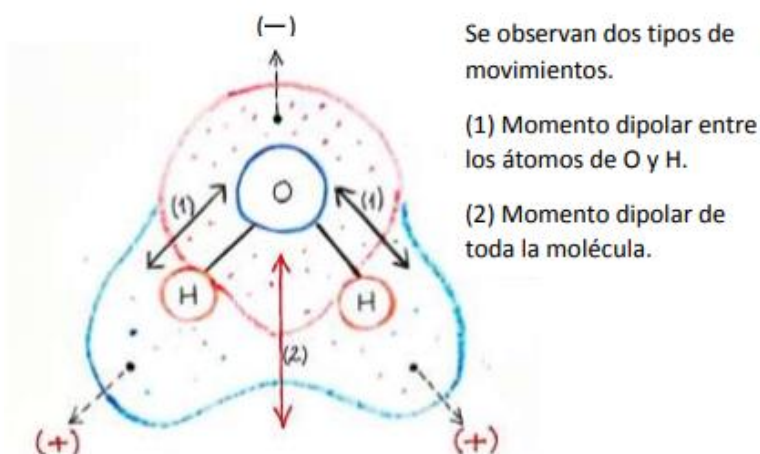


Imagen 1. Molécula de Agua. Tomado de Mondragón, P. (2017) Espectroscopia de infrarrojo para todos... y 51 espectros de alimentos consumidos en México. Recuperado de: http://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf

El momento dipolar ocurre por la electronegatividad que se evidencia como una carga eléctrica negativa a favor del oxígeno provocando variaciones y movimientos en la molécula, haciéndola capaz de absorber energía infrarroja.

Implicaciones de las Vibraciones en el espectro de IR

En el espectro IR se encuentran tres zonas específicas (cercano, medio e lejano), zonas en las que se presentan las vibraciones moleculares propias de los compuestos de análisis que son detectadas por los equipos analíticos y traducidas a señales que generan la estructura del espectro. Estas vibraciones o movimientos son de vital importancia en la construcción de los gráficos espectroscópicos dado que cada movimiento molecular analizado posee una longitud de onda específica a la cual es identificado.

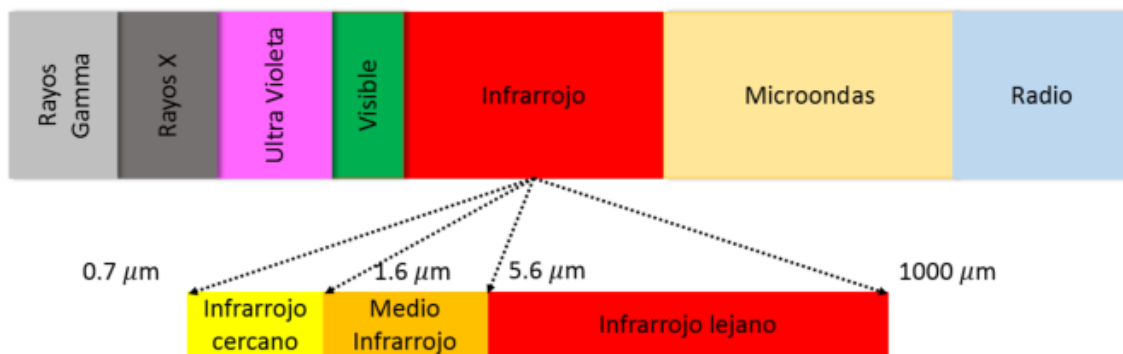


Imagen 2. Zonas del IR Tomado de: <https://goo.gl/bLMERL>

En el caso de un compuesto como el metanol, mediante la técnica analítica en estudio se puede obtener un espectro como el que se reporta en la imagen 3. En él, se puede observar una banda de tensión del grupo funcional OH muy ancha, que se presenta debido a la formación de puentes de hidrógeno. Así mismo, se muestra una banda de tensión C-O que permite observar que se trata de un alcohol sin sustituyentes.

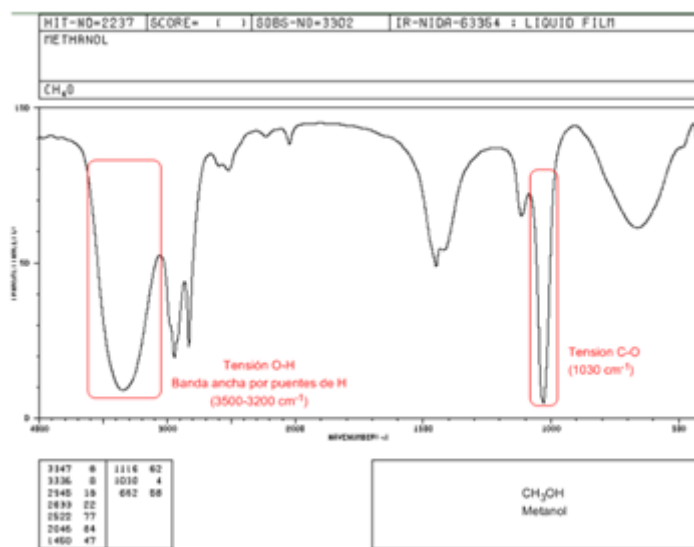


Imagen 3. Espectro IR del Metanol Tomado de: <https://goo.gl/Sq4Tkq>

Las vibraciones de cada molécula son de diversos tipos (Ver Imagen 4.), estas varían según la masa de los átomos y la fuerza de los enlaces que componen a la molécula en estudio, esto le proporciona una energía de vibración específica.

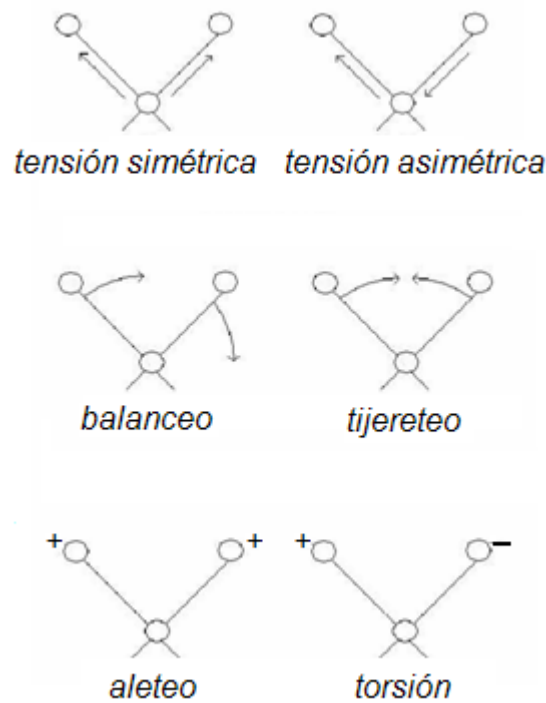


Imagen 4. Vibraciones Moleculares Tomado de: <https://goo.gl/QGMGNx>

Pedagogía de Waldorf

Para que los conocimientos se conviertan en capacidades, el recordar y reencontrar lo sumergido tiene la misma importancia que el despertar después del sueño. En cursos elementales que aplican principios de la pedagogía de Waldorf; la pintura, el dibujo, el modelado, la ejecución musical, la poética y la escenificación dramática se hallan entretejidos con la enseñanza de todas las asignaturas. Muchas de éstas -incluso el cálculo, la gramática o la geografía- son moduladas ocasionalmente con pequeños juegos que despiertan el interés de todos los participantes.

Sin embargo, podría decirse que tener interés no pareciera ser tan importante, pero es evidente el problema que podemos tener cuando pensamos en cómo facilitar a nuestros estudiantes actividades que puedan enriquecer y dar sentido a su vida posterior y que además se concatenan con los contenidos disciplinares propios de la asignatura de la que somos responsables. De acuerdo con Rudolf Steiner (Steiner, Grahl, Heydebrand & Lenz, 2003) se puede afirmar que la ocupación artística facilita un amplio registro de vivencias anímicas y la íntima coordinación entre la actividad psíquica y física, lleva progresivamente a la transformación del cuerpo, haciéndose cada vez más accesible y receptivo a los impulsos que provienen de la subjetividad individual. El cuerpo se convierte en órgano flexible y armónico, como si fuese instrumento que la individualidad puede pulsar por medio de sus energías anímicas. Y, como tantos casos, cuanto antes se inicie este proceso, tanto mejor.

Por otra parte, se sabe que el movimiento de la pedagogía de Waldorf tiene un vínculo profundo con los destinos pedagógicos y los cambios culturales que han venido produciéndose a lo largo de la historia. Y que aunque nació de la Organización Social Ternaria de Rudolf Steiner durante las coyunturas políticas y sociales después de la Primera Guerra Mundial, aún se mantiene vigente. Sus principios muestran que el funcionamiento de esta escuela no puede ser autoritario, solamente es posible mediante una colaboración amistosa, llena de confianza entre alumnos y maestros en la que se contemple la vigencia de sus objetos de estudio, donde sus programas no se apoyan en formas escolares tradicionales, sino que surjan de las exigencias de la vida moderna. Por ello, los maestros deben contar en su proceso educativo elementos prácticos, manuales y artístico en combinación con los saberes disciplinares. Además, se debe fomentar el desarrollo individual en lugar de presionar con exigencias de rendimiento y evaluaciones tradicionales. “Se enseña en la misma medida a penetrar en los conocimientos (cognición), como también experimentar y vivenciar mediante el quehacer creativo” (Op Cit). Estas escuelas libres quieren ser el lugar de entrenamiento de un comportamiento social práctico. (Carlgren, 1989)

Arte Cinético

Es una tendencia de la pintura y escultura contemporáneas que hace alusión a obras creadas para generar la impresión o ilusión de movimiento, introduciendo el valor espacio-tiempo en el arte. El arte cinético se basa en la búsqueda de movimiento, pero en la mayoría de las obras el movimiento es real, no virtual. La mayoría de las obras cinéticas son tridimensionales, se despegan del plano bidimensional. Los recursos para crear movimiento son casi infinitos, tales como el viento, el agua, motores, luz, cuerpo. estas obras buscan la integración entre obra y espectador.

Existen diferentes tipos de obras cinéticas de acuerdo con la manera que produzca sensación de movimiento:

Los estables: Son aquellas obras cuyos elementos son fijos, dispuestos de tal manera que el espectador deba rodearlos para percibir el movimiento.

Los móviles: Son obras que producen un movimiento real debido a diferentes causas, cambiando su estructura constantemente.

Los penetrables: Generalmente la obra es un ensamblaje en un espacio real que requiere que el espectador entre en ella para poder percibir a medida que la recorre. (Mendoza,2018)

Antecedentes

LAS ESCULTURAS CINÉTICAS COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ESPACIAL CON ESTUDIANTES DE TERCER GRADO, EN EL LICEO JEAN PIAGET DE BARBOSA SANTANDER.

Yanci Paola Mendoza Riaño

En este trabajo se propone de manera lúdica el acercamiento de los estudiantes de tercer grado del Liceo Jean Piaget en Barbosa -Santander- Colombia a la matemática específicamente a la geometría desde la construcción de esculturas cinéticas que incorporen el movimiento y su relación con el espacio, También buscan reconocer los factores que desmotivan a los estudiantes utilizando los postulados del Constructivismo social de Vygotsky.

Esta investigación se fundamentó en la acción por participación, en donde se educa por medio de un proceso de investigación y aprendizaje, buscando soluciones a la problemática desde un enfoque socio crítico generando más interés por parte de los estudiantes. Para esto emplearon talleres que relacionaban la geometría con el origami, figuras en 3D y la construcción de las esculturas. Logrando finalmente que los estudiantes reconocieran el arte cinético y lo aplicaran a la geometría y se motivaran permitiendo crear ambientes óptimos para el aprendizaje de esto ella concluyó “Es fundamental motivar al niño, otorgándole herramientas innovadoras y principios éticos que le ayuden a enfrentar el mundo”. (Mendoza,2018)

Metodología

Para los propósitos de ésta investigación se desarrolló una sesión con un grupo de dieciocho profesores de química en formación inicial (de ahora en adelante PDQFI) de una institución pública de educación superior en Bogotá, Colombia, quienes fueron distribuidos aleatoriamente en seis grupos. La metodología se centra en una investigación de tipo cualitativo que, según Vasilachis (2006), plantea que el enfoque cualitativo se entiende como un estudio que toma como principales ámbitos a los sujetos participantes, el contexto en el que se desarrolla, los instrumentos, los materiales, los procesos y las relaciones interpuestas para describir las cualidades de un determinado fenómeno para la resolución de un problema en específico tratando los resultados de manera que se descubran cuantas cualidades sean posibles. Por lo tanto, se tendrá en cuenta el análisis de discurso que se evidenciará en un instrumento final que pretendió identificar y analizar la importancia que le atribuyen los PDQFI sobre la propuesta metodológica, que para efectos de la triangulación de la información fueron categorizados como P1-P18. Las fases de la intervención se presentan a continuación:

- **Fase 1. Caracterización de PDQFI.**

Se realiza la caracterización de los PDQFI teniendo en cuenta los contenidos conceptuales que adelantan en el espacio académico Métodos de Análisis Químico II, que además, se expresan en el syllabus. Encontrando así la importancia y relación del infrarrojo como método analítico y evidenciando la importancia de la aplicación de la propuesta metodológica.

- **Fase 2. Diseño de las actividades e instrumento final.**

Dentro de las actividades propias del Semillero SISMA - Semillero de Investigación en Salud y Medio Ambiente, se realiza un conversatorio permanente donde surgen las siguientes actividades que orientarán la sesión denominada “*Carrera de Observación*”:

Actividad	Descripción	Objetivo
<i>Sesión Armonía en la naturaleza</i>	Conocimiento de los movimientos armónicos en la naturaleza y la existencia de la armonía mediante Fibonacci	Entender la naturaleza como un sistema armónico
<i>Representaciones con el cuerpo de la de las vibraciones de las zonas del espectro electromagnético</i>	Las moléculas poseen una vibración diferente según la longitud de onda en la que se encuentren, se pretende representar estos movimientos con el cuerpo.	Representar con el cuerpo las vibraciones a cada una de las longitudes de onda del espectro electromagnético.

<i>Representación de los Movimientos de flexión de las moléculas con el cuerpo</i>	Las moléculas poseen diversos movimientos que son detectados por la técnica de IR, estos movimientos son difícilmente representados, mediante la corporalidad se logran representar.	Representar cada uno de los movimientos generados por las moléculas, mediante movimientos corporales.
<i>Primer estación Teléfono roto IR</i>	Pasar información con respecto a cada una de las zonas del IR mediante “Teléfono Roto”, a su vez movimientos representativos de cada una de estas zonas.	Representar los movimientos que se dan en cada una de las zonas del IR, paralelamente proporcionar información básica de cada una de estas.
<i>Segunda estación Teléfono roto IR</i>		
<i>Tercera estación Teléfono roto IR</i>		
<i>Juego de busca parejas: Selectividad del IR</i>	Juego de buscar la pareja indicada mediante igualdad de grupos funcionales, dando a entender la selectividad del método.	Entender que la técnica IR posee selectividad al momento de realizar lecturas según su longitud de Onda
<i>Carrera de tapitas espectros IR</i>	Recorrido por el espectro IR y sus partes mediante un objeto.	Reconocer los movimientos de las moléculas en el espectro y como se evidencia cada uno de estos.

Cuadro 1. Descripción de la Carrera de Observación.

Al finalizar dichas actividades, se procedió a aplicar el instrumento final que pretendió identificar y analizar la importancia que le atribuyen los PDQFI sobre la propuesta metodológica, realizando preguntas directas como lo fueron: ¿Qué entendió? ¿Qué le pareció más relevante? ¿Qué no entendió?

- **Fase 3.** *Análisis de resultados.*

A partir de los resultados recogidos por el instrumento final, se construye una malla donde se relacionan los participantes y las respuestas que surgieron de la actividad, y por consiguiente, al tratarse del análisis de discurso se procede a analizar las respuestas arrojando diferentes categorías emergentes que se expresarán en el apartado correspondiente.

Resultados y análisis

Por límites de caracteres para ésta ponencia no es posible presentar la malla de las respuestas completa, sin embargo, se presenta el siguiente link para el lector que esté interesado en indagar sobre las respuestas de los

PDQFI:

https://docs.google.com/document/d/1Mg471uQKtETje9eXww9bWG4k1WFizW92d99sIom__YA/edit?usp=sharing. Así, se procede a realizar un análisis de discurso por pregunta entendiendo que en un mismo fragmento el participante podría mencionar una o más de una categoría de análisis, como se muestra a continuación:

¿Qué entendió?

Para ésta pregunta surgieron conceptos como longitud de onda, relación entre movimiento, arte e IR, tipos de IR, grupos funcionales, simetría, movimientos de la molécula y química cotidiana como categorías emergentes, y se evidencian así:



Gráfica 1. Categorías para la pregunta ¿Qué entendió?

Cómo se evidencia en la Gráfica 1, los PDQFI en el ciclo de profundización hicieron una interpretación frente a la relación entre movimiento, arte e IR; y su correlación con elementos conceptuales como la longitud de onda, los tipos de IR, grupos funcionales, movimientos de la molécula y la simetría, respectivamente. También es necesario precisar que no se evidencia una relación con la Química Cotidiana con respecto al tema de infrarrojo ya que apenas dos participantes manifestaron entender dicha conexión.



Imagen 5. Representaciones con el cuerpo de la de las vibraciones de las zonas del espectro electromagnético Fuente propia.

P1: *“Que la longitud de onda del IR es mucho más lenta en comparación con el UV..”*

P2: *“...los movimientos de las ondas en el espectro electromagnético resaltando la (h) y la frecuencia con la que esta se presenta dependiendo del tipo de onda. Toda esta explicación se realizó involucrando al cuerpo desde el arte...”*

P9: *“Aprendí la relación de la química con el cuerpo y el arte, profundidad sobre el espectro...”*

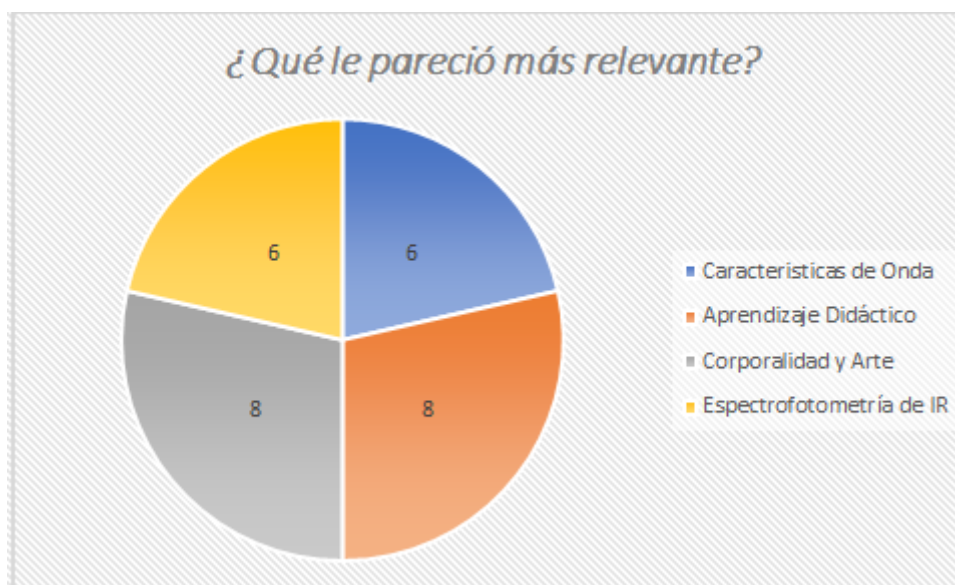
P11: *“...Es una didáctica que permite la conceptualización del movimiento y como este está relacionado con las vibraciones moleculares de una molécula cuando es afectada por luz infrarroja...”*

P12: *“La actividad tenía varias estaciones temáticas transversales, en cuanto a química el llevar conceptos abstractos a una representación, contextualización desde el sentir, desde el cuerpo, en cuanto al arte involucrado con el apoyo del profesor algo bastante novedoso, que presenta unas implicación en el desarrollo motriz y mental, el activa partes del cuerpo para el conocimiento y en cuanto a lo cultural el aprovechar el espacio de la universidad, espacios que muchas veces evitamos y que tienen una connotación frente a la universidad el desarrollar la clase en otros espacios, el llegar a la creatividad al tener nuestro cuerpo y mente conectados para un fin”*

Lo anterior da cuenta de lo significativo que fue para los PDQFI una metodología alternativa para la enseñanza de las ciencias y en específico la de infrarrojo al establecer una explicación adecuada con el movimiento y el arte, atendiendo a la tarea que los profesores conllevan indistintamente al aportar a la didáctica de la Química, ocho de los individuos realizan la conexión entre la temática planteada con su cuerpo, al utilizar su cuerpo como propio instrumento propicia este tipo de relaciones, permitiendo así que el conocimiento sea apropiado mediante la experimentación y vivencias mediante el quehacer creativo.

¿Qué le pareció más relevante?

Para ésta pregunta surgieron los conceptos de onda, aprendizaje didáctico, corporalidad y arte y espectrofotometría IR como categorías emergentes, así:



Gráfica 2. Categorías para la pregunta ¿Qué le pareció más relevante?

En la Gráfica 2 se puede evidenciar cómo los PDQFI en el ciclo de profundización resaltaron la importancia de relacionar el arte y la corporalidad con las temáticas tratadas, usando el cuerpo como herramienta para representar las diversas ondas del espectro, su longitud y frecuencia; nos reafirma que el uso de diferentes medios ya sean el cuerpo, representaciones gráficas permiten establecer una relación entre el observador y quien ejerce la acción, dando como resultado la comprensión del mismo concepto, fomentando el desarrollo individual a través de diferentes perspectivas donde la creatividad se utiliza para enseñar una temática mientras se aprende desde la misma experiencia.



Imagen 6. Juego de busca parejas: Selectividad del IR. Fuente propia

P1 “...también entendiendo un poquito cómo funciona el IR”

P6 “Recordar Espectroscopía, vibracionales, IR, dibujar espectros”

P8 “Lo importante fue poder dibujar y observar un espectro IR”

P10 “La asociación que se hace entre el arte y espectrometría IR...”

Es importante destacar la importancia que los PDQFI interpretaron. En cuanto a la corporalidad y el arte algunos estudiantes dieron relevancia al ejercicio que se desarrolló y lo mencionaron como un factor fundamental para el ser humano, y aún la capacidad que se desarrolló de entender el arte y el cuerpo como factor imprescindible para absorber en gran cantidad el conocimiento de un tema así como se muestra enseguida:

P9 “Cómo presentar las ondas (H) por medio del cuerpo”

P10 “La asociación que se hace entre el arte y espectrometría IR...”

P11 “...los movimientos que puede realizar la molécula y en nuestro caso como puede expresarse nuestro cuerpo ante términos de movimientos simétricos, asimétricos, tijeras, etc.”

Finalmente, de esta actividad se puede resaltar que los estudiantes fueron un poco más allá analizando el trasfondo didáctico de la actividad, un factor preciso y necesario porque son PDQFI, así deben tener como presente el ámbito disciplinar que en este caso es el IR y el ámbito didáctico, que fue el cambio de las acciones comunes y una clase en un aula tradicional, para una clase alternativa con diferentes actividades, se puede evidenciar la conformidad de los estudiantes con este cambio a continuación:

P2 “...pertinente el ejercicio porque al cambiar la dinámica de clase encerrada en al aula efectivamente se hace más significativo el aprendizaje de los conceptos”

P4 “Nosotros meternos en el papel de molécula, me parece que es un aprendizaje didáctico súper buena porque si uno vive me parece que es más significativo”

P5 “...una nueva estrategia de enseñanza...”

P7 “La actividad didáctica me parece importante para entender una temática y estar más atentos constantemente”

P10 “...crear espacio diferente para así fomentar la interacción colectiva...”

P16 “La interacción grupal, considero que el éxito de la actividad Lúdico-Disciplina...”

En las respuestas se evidenció la relación entre la didáctica, la disciplina en cuanto al IR y la relación de la corporalidad y el arte, involucrando todo para tener un aprendizaje significativo. Cómo se observa en la Imagen 4, los estudiantes aplicaron toda la teoría que se revisó para la construcción e interpretación de gráficos de espectros IR, logrando identificar las zonas, los movimientos moleculares y la intensidad de las bandas propias para los compuestos en estudio.



Imagen 7. Representación de las zonas del espectro electromagnético en el espectro IR
Fuente propia.

¿Qué no entendió?

Para ésta pregunta se evidencian “faltó tiempo, todo quedó claro, interpretación del espectro ir, espacio inadecuado y metodología” como categorías emergentes, de la siguiente forma:



Gráfica 3. Categorías para la pregunta ¿Qué no entendió?

Son resultados contundentes frente a aquello que no entendieron los participantes, y se destaca la Metodología como categoría dominante pues en el desarrollo de la actividad se sentían agobiados físicamente y los llevaba a un estrés que no les permitía asociar la información que se les orientaba con el componente disciplinar de la misma, como se evidencia en los siguientes fragmentos:

P7: *“El hecho de estar siempre compitiendo y no pensar en lo que o información que más daban”*

P9: *“Me sobra el juego del recorrido en el espectro del IR, debe ser mejor planteado o relacionas otro juego, Ahí perdí el interés, que bueno que fue para terminar”*

P13: *“En algunas relaciones entre las disciplinas puede ser que se pierda la concepción de conceptos básicos sobre el IR (Por ejemplo el uso de las tapas con la naranja de pronto no se relaciona con funciones o características del IR)”*

P18: *“...creo que deben hacerse en sesiones corticas antes de la clase de esta manera se logra el objetivo...”*

Ante este ítem de análisis, es muy importante tener en cuenta las impresiones de los participantes con el fin de optimizar la metodología, ajustar las actividades y la información brindada; de modo que la propuesta se enriquezca paulatinamente. Ésta última pregunta se configura como una evaluación directa a la propuesta metodológica; quien aunque evidenció algunas dificultades pudimos observar que pese a ello, los estudiantes lograron correlacionar el arte, la corporalidad y la química; que en últimas era la intención que perseguíamos.

Conclusiones

- Involucrar el arte y la corporalidad en asignaturas como la Química es posible mediante la implementación de estrategias enfocadas a un tema específico, en este caso la comprensión del espectro infrarrojo, es así cómo logramos encontrar una relación directa con la corporalidad mediante la imitación de movimientos dados a nivel micro, apropiándose de estos y logrando afianzar los conocimientos adquiridos teóricamente de una manera más práctica, lo cual logra mejorar los procesos de entendimiento y recordación de la temática trabajada.
- Se dice que para lograr que los conocimientos se conviertan en capacidades, se debe recordar, reencontrar y relacionar los conceptos de una manera sencilla y clara, que pueda perdurar en el tiempo. Ello puede verse con claridad en la construcción e interpretación de espectros infrarrojos. La cual, fue facilitada mediante las actividades implementadas durante nuestro proceso investigativo, llegando incluso a que los estudiantes participantes pudiesen predecir el trazado de espectros, de acuerdo con diversas moléculas en estudio. Ello es importante, porque generalmente la estructura de enseñanza - aprendizaje para la temática en mención aduce a capacidades memorísticas que se ejercitan mediante resolución de problemas de lápiz y papel y los conceptos aplicados para ello normalmente no pueden perdurar en el tiempo por carecer de significancia y relacionamiento con quienes los estudian.
- La correlación entre el movimiento, el arte y la corporalidad permite explorar un área de la química que históricamente se ha considerado densa en términos de contenido y comprensión, dado que muchos de los aspectos que en ella se trabajan, aducen a la capacidad de abstracción, la imaginación y la compilación de saberes disciplinares que implican análisis matemático, físico y químico robusto. Lamentablemente, el proceso de aprendizaje ha estado mediado por estructuras de enseñanza demasiado rígidas y ello ha generado formas de aprehensión de los conocimientos que solo se anclan a la memoria. Razón por la que consideramos que un abordaje diferencial podría redundar en aprendizajes significativos.
- El arte cinético como corriente explora los efectos y formas visuales causados por el movimiento físico de la herramienta que se quiera emplear, en este caso la corporalidad utilizada para ejemplificar los espectros de IR, se refiere a un tipo de obras cinéticas llamadas *penetrables*, en donde la obra es un conjunto en un espacio real en donde el espectador debe interactuar con ella para poder percibir su significado a medida que la recorre, este tipo de obra se evidenció a lo largo de las etapas planteadas, siendo los estudiantes partícipes de la obra que se estaba desarrollando.

- Es importante generar espacios de reflexión y aprendizaje interdisciplinarios, los resultados obtenidos mediante este proceso investigativo muestran que ello permite que estudiantes y profesores puedan generar un diálogo de saberes conducente al enriquecimiento de su quehacer profesional, disciplinar y procedimental y a que el abordaje reflexivo de conceptos específicos pueda apalancarse en el conocimiento disciplinar de los participantes, en la apertura y la horizontalidad.

Bibliografía

- Calgren, F.** (1989) *Erziehung zur Freiheit die pädagogik Rudolf Steiners Berichte aus der internationalen Waldorfschulbewegung* (María Varillas, trad.) Editorial Rudolf Steiner Madrid, España. (Obra original publicada en 1972)
- Gallego, R., Pérez, R., y Franco, R.** (2014). *Transformación de las concepciones de la formación inicial de profesores de química*. Bogotá, D.C: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gonzales, M. y Montaña, L.** (2015) *La espectroscopía y su tecnología: Un repaso histórico y su importancia para el siglo XXI*. *Latin-American Journal of Physics Education*. 9 (4) 4602-1 - 4602-14.
Recuperado de : http://www.lajpe.org/dec15/4602_Gonzalez.pdf
- Mendoza, Y.** (2018) *Las esculturas cinéticas como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento espacial con estudiantes de tercer grado, en el liceo Jean Piaget de Barbosa Santander*. Chiquinquirá, Boyacá, Colombia.
- Mondragón, P.** (2017) *Espectroscopía de infrarrojo para todos... y 51 espectros de alimentos consumidos en México*. Recuperado el 02 de Julio de 2018 de: http://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a43b7c09fdc1.pdf
- Steiner, R., Grahl, U., Heydebrand, C. & Lenz, J.** (2003). *La sabiduría de los cuentos de hadas*. Título original: *Märchendichtungen der Geistesforschung*, Berlín: Editorial Rudolf Steiner.
- Vasilachis, I** (2006) *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Editorial Gedisa. Biblioteca de Educación, Barcelona: España.