

**CONTAMINANTES EMERGENTES: INTERVENCIÓN DIDÁCTICA
ESTRUCTURADA DESDE LA QUÍMICA RELEVANTE, PARA EDUCACIÓN MEDIA**

Por

INDIRA VANESSA LEÓN RIAÑO

2017183004

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

2018

**CONTAMINANTES EMERGENTES: UNA ALTERNATIVA DE INTERVENCIÓN
DIDÁCTICA, ESTRUCTURADA DESDE LA QUÍMICA RELEVANTE, PARA
EDUCACIÓN MEDIA**

POR:

LICENCIADA INDIRA VANESSA LEÓN RIAÑO

Aspirante a optar al título de Magister en Docencia de la Química

DIRECTOR:

Dr. JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

2018

Derechos de autor

“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”. (Artículo 42, párrafo 2, del Acuerdo 031 del 4 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional)

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado


Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi familia que siempre están en mi vida incondicionalmente. A

Gabriela por sus sonrisas.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Excelencia en la Educación</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 6 de 123	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado.
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Contaminantes emergentes: intervención didáctica estructurada desde la Química relevante, para educación media
Autor(es)	León Riaño, Indira Vanessa
Director	Casas Mateus, Jaime Augusto
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2018, 123p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	QUÍMICA RELEVANTE, CONTAMINANTES EMERGENTES, MAPAS POSAC Y MAPAS SSA.

2. Descripción
<p>Tesis de grado donde la autora realizó una investigación sobre la promoción de las dimensiones individual, social y vocacional de la <i>Química Relevante</i> (Eilks y Hofstein, 2015) en un grupo de 13 estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá, educación Montessori, a partir de una intervención didáctica fundamentada desde la <i>Gran Idea</i> de la calidad del agua, específicamente desde la temática de los contaminantes emergentes, con el fin de darle contexto a temas interdisciplinarios como: reacción química, estequiometría, solución y cinética química.</p> <p>El estudio utilizó la temática relevante de contaminantes emergentes, con el fin de generar interés en los estudiantes, debido a que son sustancias antropogénicas de reciente preocupación, dentro de las que se pueden encontrar fármacos, drogas ilegales, retardantes de fuego y cosméticos, que cuando se eliminan a través de los desagües pueden ingresar a los ecosistemas acuáticos, dando lugar a afectaciones fisiológicas en animales y seres humanos.</p> <p>En la investigación se efectuó un proceso de triangulación de resultados en el que se comparan 3 fuentes de información: la revisión bibliográfica, los resultados generados por el grupo objetivo y la percepción del investigador.</p>

La investigación demostró que la intervención didáctica tuvo un impacto favorable y significativo hacia la dimensión social en el grupo objeto de estudio, evidenciado a través del estudio de mapas POSAC y SSA, generados antes y después de aplicar el cuestionario de actitudes hacia la ciencia en general y hacia la química en particular de Barmby, *et al* (2008). Por otra parte, la explicación de tal migración favorable hacia la potenciación de la dimensión social, se puede explicar desde la relación que establecieron los estudiantes entre las prácticas de laboratorio y el reconocimiento de la importancia social de la ciencia, en la medida que lograron reconocer que la ciencia en la sociedad tiene un lugar fundamental, así como evidenciaron que el trabajo en el laboratorio en equipos favorece su actitud frente al aprendizaje de las ciencias.

3. Fuentes

- Barmby, P., Kind, P. M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International journal of science education*, 30(8), 1075-1093.
- Berrecil, J. E. (2009). Contaminantes emergentes en el agua. *Revista unam.mx. Revista digital Universitaria*. 10 (8)
- Bulte, A. M., Westbroek, H. B., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- De Jong, O., & Talanquer, V. (2015). Why is it Relevant to Learn the Big Ideas in Chemistry at school?. In *Relevant Chemistry Education* (pp. 11-31). SensePublishers.
- Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). (2015). *Relevant chemistry education: From theory to practice*. Springer.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.
- Petrie. P. Barden. R., & Kasprzyk-Horden. B. (2015). A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water research* 72, 3-27.
- Shye, S. (2009). Partial Order Scalogram Analysis by Coordinates (POSAC) as a Facet Theory Measurement Procedure: how to do POSAC in four simple steps. *Facet Theory and Scaling: in search of structure in behavioral and social sciences*, 295-310.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

4. Contenidos

Esta investigación se enmarca en dos constructos de reciente estudio en el marco educativo: la química relevante y los contaminantes emergentes, pero circunscritos al ámbito de la química y en entornos escolares, y se desarrolló para dar respuesta a la pregunta de investigación: ¿En qué medida, una propuesta de intervención relacionada con contaminantes emergentes, promueve un avance significativo en términos de las categorías: satisfacer la curiosidad y el interés, comportarse

como un ciudadano responsable y orientarse hacia carreras potenciales en ciencias de las dimensiones de la química relevante individual, social y vocacional, en un colectivo de estudiantes de educación media?

La investigación se realizó con un grupo de 13 estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá Educación Montessori- del municipio de La Calera en el Departamento de Cundinamarca.

Las finalidades de la investigación se postulan en tres objetivos que buscan establecer un estado del arte para los dos constructos objeto de estudio, así como para validar y aplicar los instrumentos que dan cuenta de ellos y determinar las correlaciones encontradas entre los constructos en la muestra objeto de estudio.

El trabajo de grado está estructurado en las siguientes partes: Primeramente, se presenta el marco general del estudio, que incluye una introducción, una justificación, la pregunta de investigación, así como los objetivos generales y específicos. La segunda parte corresponde al marco referencial que incluye el marco teórico y de antecedentes sobre los dos constructos objeto de estudio. La tercera parte constituye el marco empírico de la investigación, que involucra todo el desarrollo de la fase de campo, que recoge los datos empíricos obtenidos a través de los instrumentos de recolección de información, que incluye el marco metodológico, los resultados y las conclusiones.

En los anexos se incluyen los instrumentos utilizados y algunos documentos soporte de interés.

5. Metodología

La investigación propuesta se enmarca en un paradigma mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, pues pretende hacer uso de datos y metodologías matemáticas, desde la aproximación estadística, así como de instrumentos tales como una prueba tipo Likert y un test sobre relevancia de las ciencias, y en el plano cualitativo, desde la mirada interpretativa, con el empleo de la triangulación de la información, desde tres elementos: las fuentes de información, los resultados obtenidos en la fase de campo y la percepción del investigador.

La investigación, además de utilizar los resultados cuantitativos pre/post de una prueba de actitudes y los de salida de un test de relevancia, evaluó a partir de rúbricas, las producciones académicas de los estudiantes, que incluyen ensayos argumentativos, así como reportes de laboratorio o infografías, relacionadas con el tema de contaminantes emergentes.

La presente investigación de corte exploratorio, descriptivo y correlacional, se sirvió de diversos instrumentos de recolección de información, tales como cuestionarios, así como de diversas técnicas como el Smallest Space Analysis, SSA y el Partial Order of Scalogram with Base Coordinates, POSAC.

6. Conclusiones

Sobre la pertinencia de los contaminantes emergentes como una temática relevante

Se concluye primeramente que el estudio de los contaminantes emergentes dentro de la química relevante fue pertinente, en la medida que se trata de un contenido inmerso en la temática de calidad

del agua, lo que lo constituye como de interés global, lo que a su vez implica que independientemente de la vocación científica, un estudiante se preocupa por la calidad del agua y por los métodos para tratar las aguas residuales, así como se muestra en la Tabla 24 Respuestas del Numeral C del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). Relevancia que se le da a los temas pseudocientíficos en el colegio Ekirayá-educación Montessori. y en la Tabla 22. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre los temas que los estudiantes desean aprender en el colegio Ekirayá educación Montessori, en la que el tema de la calidad del agua y el tratamiento de agua residual tienen una alta relevancia 3,0/4,0 y 2,9/4,0 respectivamente.

Por otro lado, respecto a la pertinencia del estudio de los contaminantes emergentes, se concluye que su relevancia está relacionada con el hecho de ser un área de reciente estudio que genera un impacto en los estudiantes por los variados efectos de estas sustancias antropogénicas en la biota (disfunción endocrina, alteraciones en el sistema reproductor, resistencia a los antibióticos, riesgo de cáncer, entre otros), además de lo anterior, fue generador de incertidumbre, por los efectos de sustancias que aún no han sido estudiadas, dando lugar a un incremento en la importancia de la ciencia en la sociedad, ya que los estudiantes reconocieron que a través de la ciencia se puede solucionar este tipo de amenazas, como se observó en la pregunta 4 de la Tabla 26 Respuestas del Numeral D del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre la percepción de los problemas ambientales por los estudiantes del colegio Ekirayá educación Montessori sobre la percepción de problemas ambientales, en la que se encontró una alta relevancia (3,0/4,0) al papel de la ciencia en la resolución de problemas.

Por último, respecto a la relevancia en el contexto educativo, en la que se deben consolidar las dimensiones individual, social y vocacional del estudiante en los aspectos intrínsecos y extrínsecos, tanto en el presente como en el futuro, fue pertinente situar el tema de contaminantes emergentes dentro de las 'grandes ideas' de la química contextual y conceptual; así, en el marco contextual, hizo parte de la química relacionada con problemáticas ambientales, mientras que en el plano conceptual hizo parte de constructos como el de identidad química, que se refiere a cómo caracterizar las sustancias químicas.

Pertinencia de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos en la investigación

La técnica POSAC fue de gran de gran utilidad para efectuar el análisis de las tendencias para las dimensiones en la muestra de estudiantes, en tal sentido, dicha técnica permitió generar perfiles y mapas tanto para la muestra general, como para cada faceta, desde la selección de reactivos y la aplicación del procedimiento del software Hudap. En los mapas se pudieron efectuar particiones, que a su vez explican el comportamiento relativo frente a las dimensiones de la química relevante. En tal sentido, la técnica SSA fue pertinente para analizar la promoción o la migración de las categorías que describen las dimensiones individual, social y vocacional de la química relevante.

Respecto a la caracterización de actitudes y dimensiones de la química relevante

Desde la caracterización de actitudes que se hizo a través de la aplicación pre/post del test de Barmby, Kind y Jones (2008), en los resultados se observó una migración de las categorías (ortogonales) importancia de la ciencia en la sociedad y autoconcepto frente al aprendizaje de la

química hacia las categorías participación extracurricular en ciencia y a una posible fusión de las categorías importancia de la ciencia en la sociedad/importancia de los trabajos prácticos.

Al refinar el cuestionario con los reactivos que apuntaban a las dimensiones individual, social y vocacional específicamente, el grupo objeto de estudio también tuvo una migración desde las dimensiones vocacional y social, hacia las dimensiones vocacional y social/individual, con este resultado y a partir del test de Wilcoxon (Anexo 3) se permitió concluir que el grupo presentó una mejora, principalmente, en la dimensión social, ya que las dimensiones individual y vocacional se mantuvieron constantes.

Respecto a la fusión de las categorías social/individual al final de la intervención, presentadas en el Mapa POSAC 14, se confirmó lo expuesto por De Jong & Talanquer (2015), quienes mencionan que los tres dominios de relevancia (individual, social y vocacional), se superponen en diversos grados y por lo tanto no son mutuamente excluyentes.

Sobre la pertinencia de la propuesta

Para evaluar al grupo al final de la intervención se aplicó el test de relevancia para la educación en ciencias (ROSE) de Sjøberg & Schreiner (2010), los resultados demuestran un alto interés (un promedio de 2,9/4,0) del grupo por temas pseudocientíficos (vida y muerte del alma humana, significado de los sueños, lectura de la mente, sexto sentido o intuición) por lo tanto se recomienda que dentro de una propuesta de química relevante se haga énfasis en lo que es ciencia y lo que no es ciencia a través del análisis de artículos científicos, junto con la revisión del rigor del tratamiento de los datos y los mínimos requerimientos para que una investigación sea confiable en términos estadísticos (tamaño de la muestra, desviaciones, etc).

El test ROSE, permitió evidenciar que los estudiantes en el plano social, presentan un alto interés por ciertos aspectos relacionados con los retos ambientales, siendo así que uno de los reactivos con mayor grado de acuerdo fue el relacionado con que las personas deberían tener los mismos derechos que los animales, mostrando que el grupo no está de acuerdo con el especismo, así mismo consideran que la gente debería preocuparse sobre la protección del ambiente y reconocen su responsabilidad ambiental en cuanto a que reconocieron que personalmente pueden afectar el medio ambiente.

En el plano individual, se observa que la ciencia del colegio, en promedio, tiene una relevancia media alta (2,8/4,0) en los estudiantes, pues tuvieron un alto grado de acuerdo (cerca de 3) con enunciados como “todo el mundo debe aprender ciencia en el colegio”, por otro lado la ciencia del colegio ha incrementado aspectos como la apreciación de la naturaleza, la importancia de la ciencia en la manera de vivir, la curiosidad por cosas que no se pueden explicar y por último, dan apreciable favorabilidad al enunciado: la ciencia del colegio es fácil de aprender.

Limitaciones, mejoras y sugerencias

No hubo un avance significativo de las dimensiones individual y vocacional, por ende, se tienen en cuenta las recomendaciones de Jong y Talanquer (2015), para promover los dominios de relevancia. Desde la dimensión individual, se recomienda desarrollar actividades donde prime el interés de los estudiantes a través de ejercicios de indagación y de resolución de problemas y desde la relevancia vocacional, se recomienda desarrollar actividades entre colegios, visitas a universidades y empresas cuya actividad esté relacionada con la química, también se recomienda

invitar profesionales cuya profesión esté relacionada con la química para que dé charlas a los estudiantes.

Hubo dificultad en explicitar las actividades que determinaron la migración de la dimensión social luego del proceso de intervención didáctica, por ende, se recomienda complementar el presente estudio con una investigación no transeccional en el tiempo, para dar cuenta de la dimensión vocacional en el mismo grupo objetivo.

Respecto a la confiabilidad de los resultados se recomienda ampliar el tamaño de muestra, pues un grupo de 13 estudiantes (aunque exhaustivamente estudiado) no permite hacer conclusiones que permitan hacer generalizaciones para una población similar de educación media.

Se sugiere seguir empleando los mismos instrumentos de recolección de información (test de actitudes y el test ROSE) y extender la investigación a otras temáticas de la química relevante, ya que la calidad del agua no es la única gran idea, se sugiere, por ejemplo, trabajar desde impacto de las drogas en el organismo, química forense o química espectacular.

Elaborado por:	León Riaño, Indira Vanessa
Revisado por:	Casas Mateus, Jaime Augusto

Fecha de elaboración del Resumen:	28	11	2018
--	----	----	------

Tabla de Contenido

Lista de Tablas	14
Lista de figuras.....	16
1. Marco General	17
1.1 Introducción.....	17
1.2 Justificación	19
1.3 Identificación y planteamiento del problema	22
1.4 Objetivos	24
1.4.1. Objetivo general.....	24
1.4.2. Objetivos específicos.....	24
2. Marco referencial.....	25
2.1 De la Química relevante.....	25
2.1.1 Sobre el concepto relevancia.....	25
2.1.2 Sobre las dimensiones de la relevancia.....	28
2.1.3 Sobre las grandes ideas en Química Relevante.....	32
2.2. De los contaminantes emergentes	34
2.2.1 Definición y tipos de Contaminantes Emergentes.....	34
2.2.2 Efectos de los Contaminantes Emergentes.....	36
2.2.3 Posibles tratamientos a los Contaminantes Emergentes.....	39
3. Marco metodológico.....	41
3.1 Tipo y enfoque de la investigación	41
3.2 Fases metodológicas	41
3.2.1 Fase inicial.....	42
3.2.2 Fase de Desarrollo.....	47
3.2.3 Fase Final.....	51
3.3 Población de estudio.....	52
4. Resultados.....	53
4.1 De la prueba sobre actitudes hacia la ciencia a partir del cuestionario adaptado de Barmby <i>et al</i>, (2008).....	53
i) Análisis POSAC de la prueba de entrada.....	54

b)	Análisis POSAC de la prueba de salida.....	59
c)	Análisis POSAC de la prueba de entrada con súper categorías	66
d)	Análisis POSAC de la prueba de salida con súper categorías	70
4.2	De los ensayos de carácter argumentativo/expositivo sobre contaminantes emergentes. 78	
4.3	De los reportes de laboratorio.	79
4.4	Análisis de Informe final de investigación (infografías)	80
4.5	Análisis del cuestionario sobre la relevancia de la educación en ciencias (ROSE test) (Sjøberg, & Schreiner, 2010).	81
4.5.1	Respecto a la dimensión individual	81
4.5.2	Respecto a la dimensión Social.....	87
4.5.3	Respecto a la dimensión vocacional	88
4	Conclusiones	90
5	Referencias bibliográficas	95
	Anexo 1. Contenidos para aprender. Errores detectados en material del estudiante de los Contenidos para aprender del MEN.....	102
	Anexo 2. Cuestionario de actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular, adaptado de Barmby, Kind y Jones (2008).....	104
	Anexo 3: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	107
	Anexo 4: Muestras de ensayos sobre contaminantes emergentes desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.	109
	Anexo 5: Muestras de reportes de laboratorio sobre titulación y cinética química desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.	112
	Anexo 6: Muestras de reportes infografías finales sobre contaminantes emergentes desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.	115
	Anexo 7: test ROSE (Relevance of Science Education).....	117

Lista de Tablas

Tabla 1. Definiciones de las dimensiones individual, social y vocacional. Elaboración propia (2018).....	29
Tabla 2. Indicadores de cada una de las dimensiones de la Química relevante. Adaptado de De Jong y Talanquer (2015).....	31
Tabla 3. Algunos experimentos con aspectos relacionados de belleza adaptado de Ball (2005)	32
Tabla 4. Grupos de grandes ideas a través del desarrollo de los currículos desde los 60s a nuestros días. Adaptado de DeJong y Talanquer (2015).....	32
Tabla 5. Efectos ambientales de algunos CE. (Gogoi et al., 2018).....	37
Tabla 6. Dimensiones e ítems del cuestionario de actitudes desde el filtro de las súper categorías. Elaboración de la autora.....	43
Tabla 7. Rúbrica para evaluar ensayo sobre contaminantes emergentes.....	44
Tabla 8. Rúbrica para evaluar los reportes de laboratorio.....	45
Tabla 9. Rúbrica para evaluar infografías finales.....	46
Tabla 10. Secuencia de actividades desarrollada con los estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá-Educación Montessori.....	48
Tabla 11. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems de la prueba de entrada de actitudes.....	55
Tabla 12. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems frente a los ejes de la prueba de entrada de actitudes.....	56
Tabla 13. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems de la prueba de salida de actitudes.....	60
Tabla 14. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems frente a los ejes de la prueba de salida de actitudes.....	60
Tabla 15. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems. Prueba de entrada por dimensiones.....	66
Tabla 16. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems frente a los ejes. Prueba de entrada por dimensiones.....	67
Tabla 17. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems. Prueba de salida por dimensiones.....	71
Tabla 18. Coeficientes de monotonicidad débil frente a los ejes. Prueba de salida por dimensiones.....	71
Tabla 19. Resultado del trabajo argumentativo a través de ensayos sobre el tema de contaminantes emergentes.....	78
Tabla 20. Promedio de valores obtenidos para los reportes de laboratorio desarrollados por los estudiantes.....	79
Tabla 21. Promedio de valores obtenidos para las infografías desarrolladas por los estudiantes.....	80

Tabla 22. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre los temas que los estudiantes desean aprender en el colegio Ekirayá educación Montessori	82
Tabla 23. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). sobre los temas que los estudiantes desean aprender en Finlandia.	83
Tabla 24 Respuestas del Numeral C del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). Relevancia que se le da a los temas pseudocientíficos en el colegio Ekirayá-educación Montessori.	84
Tabla 25 Respuestas del Numeral F del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). sobre la actitud hacia la ciencia que aprenden en el colegio.	87
Tabla 26 Respuestas del Numeral D del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre la percepción de los problemas ambientales por los estudiantes del colegio Ekirayá educación Montessori.....	88
Tabla 27. Respuestas del Numeral B del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) relacionado con el trabajo futuro de los estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá educación Montessori.....	89

Lista de figuras

Mapa Mental 1. Documentos que emite el MEN-énfasis en los contenidos para aprender. Elaboración propia. 2017	20
Mapa mental 2. Algunos aspectos relacionados con el estudio de los contaminantes emergentes. Elaboración propia 2017	34
Figura 1 Modelo de las tres dimensiones de relevancia. Eilks y Hofstein (2015).....	30
Figura 2. Fuentes y trayectorias de los contaminantes emergentes. (Yang, Ok, Kim,, Kwon y Tsang, (2017).	35
Figura 3. Posible mecanismo de reacción para la oxidación del antibiótico (sulfocloropiridazina) por el nanotubo funcionalizado. (Kang et al., 2018).....	39
Figura 4. Migración de las categorías antes y después de la intervención didáctica.	66
Mapa POSAC 1. Diagrama del ítem autoconcepto frente al aprendizaje de la Química.	57
Mapa POSAC 2. Diagrama del ítem importancia de la ciencia.....	58
Mapa POSAC 3. Prueba de entrada de actitudes con particiones.....	59
Mapa POSAC 4. Diagrama del ítem trabajo práctico/importancia de la ciencia.....	61
Mapa POSAC 5. Diagrama del ítem participación extra en ciencia.	62
Mapa POSAC 6. Diagrama del ítem importancia de la ciencia.....	63
Mapa POSAC 7. Prueba de salida de actitudes con cuarteamientos.	64
Mapa POSAC 8. Diagrama del ítem social-entrada.	68
Mapa POSAC 9. Diagrama del ítem vocacional-entrada.	69
Mapa POSAC 10. Prueba de entrada por dimensiones.....	70
Mapa POSAC 11. Diagrama del ítem vocacional-salida.....	72
Mapa POSAC 12. Diagrama del ítem individual-Salida.	73
Mapa POSAC 13. Diagrama del ítem social-salida.....	74
Mapa POSAC 14. Diagrama de salida por dimensiones	75
Mapa SSA 1. Prueba de entrada con dimensiones.....	76
Mapa SSA 2. Prueba de salida con dimensiones.	77

1. Marco General

1.1 Introducción

Un llamado importante para todos los educadores y en especial a los docentes de química, radica en pensar cuál es el objetivo de su quehacer y cuáles son los problemas que surgen en las aulas de clase que pueden ser trabajados desde la didáctica de las ciencias y particularmente desde la didáctica de la química.

En tal sentido y con la intencionalidad de propender por una formación integral en los estudiantes de educación media, singularmente en el área de la química, la presente investigación apunta a direccionar las prácticas de enseñanza hacia una *química relevante* (Eilks y Hofstein, 2015) que tenga en cuenta una pertinente colección de ejes o “*grandes ideas*” sobre la educación en química y que recoja investigaciones y tendencias sobre la necesidad de atender a aproximaciones a temáticas en contexto, que puedan tener un impacto significativo en la vida de los aprendices.

En respuesta a dicha necesidad de enseñar en contexto, para entender el significado de lo aprendido y su utilidad (Linás, 2017) y así darle sentido a los conceptos aprendidos en ciencias, se puede observar que las reformas curriculares y la diversidad de opciones didácticas presentan una tendencia hacia postular temáticas que sean del interés de los estudiantes, que tengan alguna aplicación en su cotidianidad y en el mejor de los casos, que los motive para inclinarse a seleccionar una carrera profesional con un componente significativo en ciencias naturales.

Para centrarse en el contexto colombiano, cabe destacar que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha hecho un arduo trabajo para delimitar los contenidos que deberían trabajar los docentes por nivel y por asignatura; para lograr tal propósito, en el año 2015 esta entidad

emitió un recurso digital que proporciona material para el docente y para el estudiante en una página denominada *contenidos para aprender*, en la que se emplea el contexto para dotar de sentido el estudio de las ciencias, adentrándose en el terreno actitudinal de los estudiantes de educación media, no obstante, presenta algunos errores que podrían reforzar algunos *obstáculos epistemológicos* Bachelard (1987), tales como el obstáculo realista al tomar la noción de sustancia como realidad, o el obstáculo verbal al usar términos cotidianos como axiomas o el obstáculo relacionada con el término animista, al sobrevalorar al concepto que lleve vida. (Bachelard, 1987, citado en Mendoza, 2008)

Teniendo en cuenta este panorama, es pertinente formular una investigación en la que se evalúen las ventajas de diseñar e implementar un ejercicio de intervención didáctica, que esté estructurada desde el estudio de *contaminantes emergentes*, en el sentido de fortalecer una serie de categorías de las dimensiones social, individual y vocacional, fundamentado en la propuesta de *química relevante* (Eilks y Hofstein, 2015).

En referencia a la química relevante, conviene citar el estudio de la calidad del agua como un tema de interés global (Bulte, Westbroek, de Jong y Pilot, 2006) particularmente en un aspecto de reciente análisis como es el de los *contaminantes emergentes* y así potenciar en los estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá-Educación Montessori, categorías que corresponden a las dimensiones individual, social y vocacional propuestas por Eilks y Hofstein (2015) tales como: satisfacer la curiosidad y el interés, desarrollar habilidades para la vida, comportarse como ciudadano responsable e inclinarse por carreras con un significativo componente en ciencias.

En el presente estudio, tales categorías serán evidenciadas a través de ejercicios investigativos con un significativo componente experimental, en el que se den los procesos de exploración, análisis, conclusión y comunicación.

1.2 Justificación

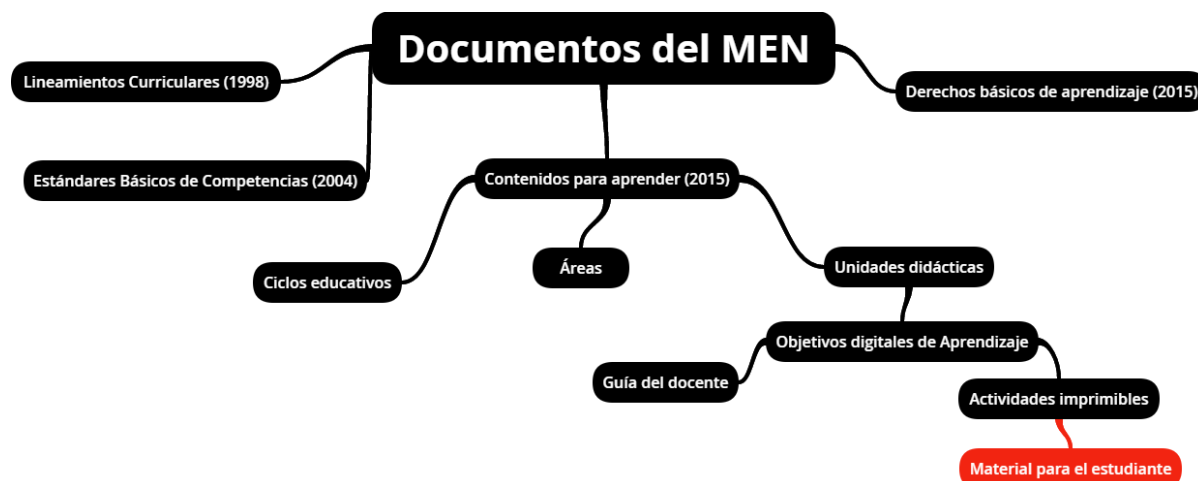
En el contexto colombiano, la enseñanza de las ciencias en general, y de la Química en particular, se imparte en las instituciones educativas desde el nivel de educación básica secundaria hasta el nivel de educación media; en tal sentido, la institución que orienta las metodologías y sobretodo los contenidos de las diferentes asignaturas es el Ministerio de Educación Nacional (MEN).

El MEN, a través de una serie de documentos como los *Lineamientos Curriculares para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*, ofrece orientaciones pedagógicas y didácticas para el diseño curricular de acuerdo con las políticas de descentralización pedagógica y curricular (Lineamientos curriculares, MEN, 1998), otro documento son los *Estándares Básicos de Competencias* (EBC) que en concordancia con los lineamientos, proponen una serie de objetivos que se espera que los estudiantes alcancen por ciclos de dos años.

Por otra parte, en el año 2015 el MEN emitió los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), que se proponen como un apoyo y un complemento para la construcción y actualización de propuestas curriculares y más recientemente se emitieron los *contenidos para aprender*, en los que los temas se organizan dentro de las siguientes preguntas: ¿Dónde estamos ubicados en el tiempo y en el espacio?, ¿De qué está hecho todo lo que nos rodea?, ¿Cómo se relacionan los componentes del mundo?, ¿Cómo cambian los componentes del mundo? y ¿Cómo transformamos el planeta?

Para poner en términos más categorizados la información que provee el MEN, se propone el siguiente mapa mental:

Mapa Mental 1. Documentos que emite el MEN-énfasis en los contenidos para aprender. Elaboración propia. 2017



Por otra parte, un docente que enseña en Colombia, puede tener la obligación de seguir los lineamientos del MEN, o los de un programa internacional, como el propuesto por Cambridge o Bachillerato Internacional (IB), dicho docente debe empalmar sus contenidos con los internacionales a través de un ejercicio riguroso de análisis curricular. En el caso puntual del IB, los estudiantes son evaluados externamente con pruebas estandarizadas de los temas que ofrece el programa, e internamente a través de tres actividades explicadas en la guía de Química publicada por la Organización del Bachillerato Internacional (2014).

De esta manera, la primera actividad experimental del IB, desarrollada por los estudiantes, es evaluada a través de trabajos prácticos que incluyen algunos experimentos complejos que requieren un mayor esfuerzo conceptual por parte de los estudiantes, así como prácticas breves de laboratorio, simulaciones por computador, uso de bases de datos para datos secundarios, ejercicios de recopilación de datos, ejercicios de análisis de datos y trabajos de campo. La segunda actividad se evalúa a través de un proyecto denominado proyecto del grupo 4, que es

una actividad cooperativa en la que los estudiantes de diferentes ciencias (Biología, Física y Química) desarrollan un tema científico y que permite el intercambio de conceptos y percepciones de las diferentes disciplinas. Y la tercera, a partir de un informe de investigación, que es el resultado de diez o más horas de trabajo en donde se evalúan distintas habilidades de pensamiento científico.

En síntesis, tomando como referencia el proceso de evaluación interna del IB (trabajo interdisciplinar, trabajos prácticos e investigación individual) el objetivo, material, método y solución pueden ser dados por el docente o pueden ser abiertos.

Con base en lo recién enunciado se puede colegir que la aproximación pedagógica de química relevante (Eilks y Hofstein, 2015) puede favorecer una disminución de la distancia entre el *ser* y el *deber ser* de los trabajos prácticos experimentales, estructurados desde la temática actual de contaminantes emergentes, en los que la “*calidad del agua*” (Bulte *et al.*, 2006) es una temática rica en el contexto de la química, que se conecta con los objetivos del presente estudio al relacionarse con la relevancia personal, social y vocacional de la química (De Jong y Talanquer, 2015).

Desde la relevancia personal de la química, se tiene que esta gran idea permite trabajar problema del agua potable segura, además tiene una fuerte conexión con la vida diaria de todos y obtuvo un puntaje alto de relevancia personal en el test internacional ROSE (Relevance of Science Education) aplicado en Finlandia (Lavonen *et al.*, 2010) pues está en el listado de los cinco temas más relevantes enunciado como ***¿Qué se puede hacer para certificar un aire puro y un agua potable segura?*** junto con otros temas como el conocimiento de los efectos en el cuerpo humano de sustancias tales como: venenos mortales, narcóticos, alcohol, tabaco y armas químicas. Cabe añadir que esta gran idea permite desarrollar y aplicar conceptos como solución,

electrolito, purificación, estandarización de análisis de calidad y exactitud en experimentos de laboratorio.

Continuando con el análisis de la relevancia del tema de agua, se tiene que en el dominio social se abre la puerta a la discusión de problemas como la contaminación del agua superficial y sus impactos económicos y sociales. El análisis de estos problemas le da elementos discursivos a los estudiantes para que puedan debatir sobre el problema de la contaminación del agua.

Concluyendo con el dominio vocacional de la química, el enganche con esta “*gran idea*” de la química relevante puede impulsar a los estudiantes a escoger carreras - o tener en cuenta al menos- el análisis químico, la ingeniería química, la química pura y generar reflexiones de su importancia en la sociedad (De Jong y Talanquer, 2015).

1.3 Identificación y planteamiento del problema

El currículo nacional presenta diferencias de orden conceptual y metodológico respecto al currículo para el Bachillerato Internacional, éste último tiene ventajas sobre el nacional ya que fomenta la constante experimentación, la relación de los temas con preguntas relacionadas con Teoría del conocimiento y la profundización en temáticas avanzadas y actuales de la química tales como química analítica moderna, bioquímica humana, medicina y drogas, química ambiental, entre otras. Dichas diferencias curriculares hacen necesario el diseño de una propuesta pedagógica que pueda ser efectuada y evaluada sobre un colectivo de secundaria, en el que se pueda articular un ejercicio de intervención en aras a resignificar el escenario del laboratorio, desde la química relevante.

Por otra parte, cabe resaltar el hecho de que en los materiales disponibles para los estudiantes que provee el MEN, a través de los denominados *contenidos para aprender*, se encuentran varios

errores de orden conceptual y metodológico, por ejemplo, en la guía para grado décimo titulada: *¿Cómo afectan las fuerzas intermoleculares las propiedades de los compuestos?* se observa un ejercicio con los símbolos de los elementos que no corresponden a lo establecido en la tabla periódica o representaciones que no dan cuenta de las características de los puentes de hidrógeno o de las cargas parciales cuando se tratan fuerzas intermoleculares; en una segunda guía para grado décimo titulada: *¿Qué información nos brindan los valores de electronegatividad de los átomos?* Se presenta un diálogo en el que se menciona “...*el cloro tiene una fuerza que hace que el sodio voluntariamente done su electrón...*” al introducir este lenguaje se les atribuye características humanas a los átomos sin hacer uso de otros conceptos con un mayor poder explicativo, tales como la carga nuclear efectiva o el efecto de apantallamiento. Por citar un último ejemplo, en una guía para grado undécimo, titulada: *¿Por qué algunos dicen que estamos en la era del petróleo?* Se muestra una comparación entre los puntos de ebullición de los compuestos alifáticos y los compuestos cíclicos y se observa que presentan un error al graficar mayores puntos para los alifáticos y no para los cíclicos. (En el Anexo 1 se presentan imágenes con algunos errores en los *contenidos para aprender* identificados por la autora a partir de un ejercicio de observación).

Teniendo en cuenta la problemática descrita anteriormente se plantea entonces la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué medida, una propuesta de intervención relacionada con contaminantes emergentes, promueve un avance significativo en términos de las categorías: satisfacer la curiosidad y el interés, comportarse como un ciudadano responsable y orientarse hacia carreras potenciales en ciencias de las dimensiones de la química relevante individual, social y vocacional, en un colectivo de estudiantes de educación media?

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Estructurar y evaluar una propuesta de intervención didáctica, sustentada en “las grandes ideas” de la Química Relevante, a través del estudio de los denominados “contaminantes emergentes”, sobre un colectivo de estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá-educación Montessori, para promover la consolidación de sus dimensiones: individual, social y vocacional.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Posicionar el estudio de contaminantes emergentes como temática pertinente dentro de la química relevante.
- Caracterizar actitudes respecto a la química, para estructurar y aplicar una propuesta didáctica en educación media.
- Establecer el potencial de la propuesta de intervención didáctica en su conjunto, para afianzar las dimensiones individual, social y vocacional, en el grupo objetivo.

2. Marco referencial

2.1 De la Química relevante

2.1.1 Sobre el concepto relevancia.

Lo relevante resulta complejo de definir debido a sus múltiples facetas y porque se usa como sinónimo de otros conceptos educacionales (Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman y Eilks, 2013). Se ha propuesto que se debe “hacer el aprendizaje de las ciencias relevante” (Newton, 1988) y para esto hay que enmarcar las diferencias o las similitudes que existen entre los conceptos motivación, interés y relevancia.

Para lograr la implementación de la ciencia relevante en la enseñanza, hay que vencer algunos obstáculos, uno de los más importantes son las creencias de los profesores, otro es la evaluación que está influenciada por las universidades y centros de examinación, ya que siempre se pide un progreso de los estudiantes en los temas curriculares de ciencias; en tal sentido, se hace conveniente construir una definición de “relevante” que más le dé sentido al estudio de los contaminantes emergentes.

Para hacer una construcción histórica del concepto, conviene resaltar que este ha ido de la mano de las grandes reformas curriculares que se dieron después de la segunda guerra mundial, (Stuckey *et al.*, 2013), siendo así que hay referencias desde las década de los 50s y los 60s, donde la “era del Sputnik” marcó transformaciones importantes en Estados Unidos y luego en otros países del primer mundo; puntualmente desde la química surgieron propuestas como CHEM Study elaboradas por Merrill y Ridgway (1969) cuyo objetivo era formar personal científico, donde se propendía por presentar a los estudiantes una imagen real de ciencia, de científico y de sus métodos de investigación. El programa Chem Study enfatizaba en la experimentación y en actividades que permitieran diferenciar modelos de sistemas, por ejemplo,

el concepto mol era presentado como un número, así como la docena, sin tener en cuenta su construcción histórica, razón por la cual este programa recibió críticas, pues presentaba una visión ahistórica de la ciencia, además, el otro inconveniente radicó en que estaba enfocada en estudiantes que se asumían como futuros científicos, cuando la realidad era que una minoría de estudiantes optaba por estudiar ciencias.

En este punto es importante considerar con un poco más de detalle el impacto del Sputnik en la educación en ciencias ya que es un hecho histórico que cambió el rumbo del currículo en química; el 4 de octubre de 1957 cuando la Unión Soviética lanza al espacio su satélite artificial Sputnik I, da inicio a la carrera espacial con Estados Unidos, el lanzamiento de este artefacto se dio en el marco del año geofísico internacional cuyo fin era estudiar la tierra, su corteza, su atmósfera y el espacio que la rodea, se entendía que la intención de esta operación era recolectar muestras para ser analizadas. Así, el Sputnik, una esfera relativamente pequeña (de 83.6kg y 58cm de diámetro) estuvo en órbita rodeando la tierra cada 92 minutos a una velocidad de 8000 metros por segundo. Este satélite podía ser observado desde la tierra y su señal podía ser recibida, algunos lo llamaron la Luna roja y generó cierto temor entre los ciudadanos norteamericanos, pues se sentían observados y atrasados tecnológicamente respecto a la Rusia Soviética generando alarma en los oficiales del gobierno, en los políticos y en los educadores, dando lugar a proponer opciones para cerrar el abismo entre las dos culturas (Wissehr, Concannon y Barrow, 2011)

Después de la primera reforma y la avalancha del Sputnik, llegaron los 60s y los 70s con la introducción del término “alfabetización científica para todos” cuyo objetivo era involucrar a todos los estudiantes con la ciencia, independientemente de su vocación, y lograr que éstos

llevaran su vida a través de una comprensión del rol de la ciencia y la tecnología, que trajo como consecuencia un currículo basado en el contexto.

Tras la introducción del término alfabetización científica surgió la tercera reforma que se dio en los 80s, en la que se declaró una crisis en la educación, evidenciada por el bajo interés de los estudiantes por el estudio de las ciencias, esta situación llevó a una profunda transformación de los objetivos de enseñanza, en la que algunos de éstos, propuestos en Canadá al final de los 70s, estaban enfocados en inculcar el estudio de las ciencias como una futura carrera, incluir los problemas de la ciencia como medios para resolver problemas sociales, proveer un medio para atender las necesidades de los estudiantes, promover el entendimiento y el desarrollo de habilidades en el método científico, entre otras.

Posterior a la crisis de los 80s, surge un cambio en los 90s que se evidenció fue la participación de los docentes en el diseño y ejecución del currículo, así como la implementación de la enseñanza de las ciencias basada en el contexto y después de los 90s se propone hacer las ciencias más significativas para los estudiantes; en tal sentido, King y Ritchie (2012), mencionan que los desarrollos curriculares pretenden potenciar la comprensión de ideas clave, en lugar de cubrir los contenidos científicos, mejorar el aprendizaje, mejorar la relevancia de la ciencia enseñada e incrementar la satisfacción personal de los estudiantes participantes.

Por otra parte, Stuckey *et al* (2013), mencionan un punto decisivo respecto a la educación en ciencias, en el cual se enuncia que los estudiantes deberían desarrollar habilidades para participar socialmente a través de las ciencias y alcanzar metas educativas para el desarrollo sostenible (ESD), que a su vez buscan promover un aprendizaje en el que se incluyan reflexiones sobre la interacción de las implicaciones sociales, económicas y ecológicas.

Actualmente la relevancia tiene tres perspectivas: preparar a los estudiantes para escoger carreras científicas, lograr que los estudiantes entiendan fenómenos científicos y lograr que los estudiantes ejerzan una ciudadanía efectiva del lugar donde viven; en tal sentido, en la temática de química relevante, es de obligatoria referencia el libro *Química relevante* de Eilks y Hofstein (2015), en el que se muestra que la química relevante nace de la necesidad de crear estrategias que propendan por mejorar algunos problemas de la enseñanza de las ciencias, específicamente el bajo interés de los estudiantes en escuela media por el estudio de la física y la química, además la educación en ciencias es ampliamente cuestionada porque de alguna manera sacrifica a los estudiantes que no quieren estudiar ciencias (Hofstein, Eilks, y Bybee, 2011), en síntesis, la *Química relevante*, surge como una propuesta para escuela media y estudiantes de pregrado con el fin de mejorar el interés y la motivación por el estudio de las ciencias.

Para el presente proyecto de investigación, en el que se estudia el tema de los contaminantes emergentes se evalúa la eficacia de esta temática de reciente interés en química y se sustenta su pertinencia en el hecho de que las premisas de la denominada ‘química relevante’ puede concretarse en la alfabetización científica, necesaria para todos los ciudadanos y así influir en los desarrollos tecnocientíficos en una sociedad democrática para la Sostenibilidad (Burmeister, Rauch, y Eilks, 2012). Así mismo la química relevante favorecerá el hecho de que los ciudadanos puedan participar activamente e inteligentemente en debates sociales controversiales sobre cuestiones socio-científicas (Roth y Lee, 2004)

2.1.2 Sobre las dimensiones de la relevancia.

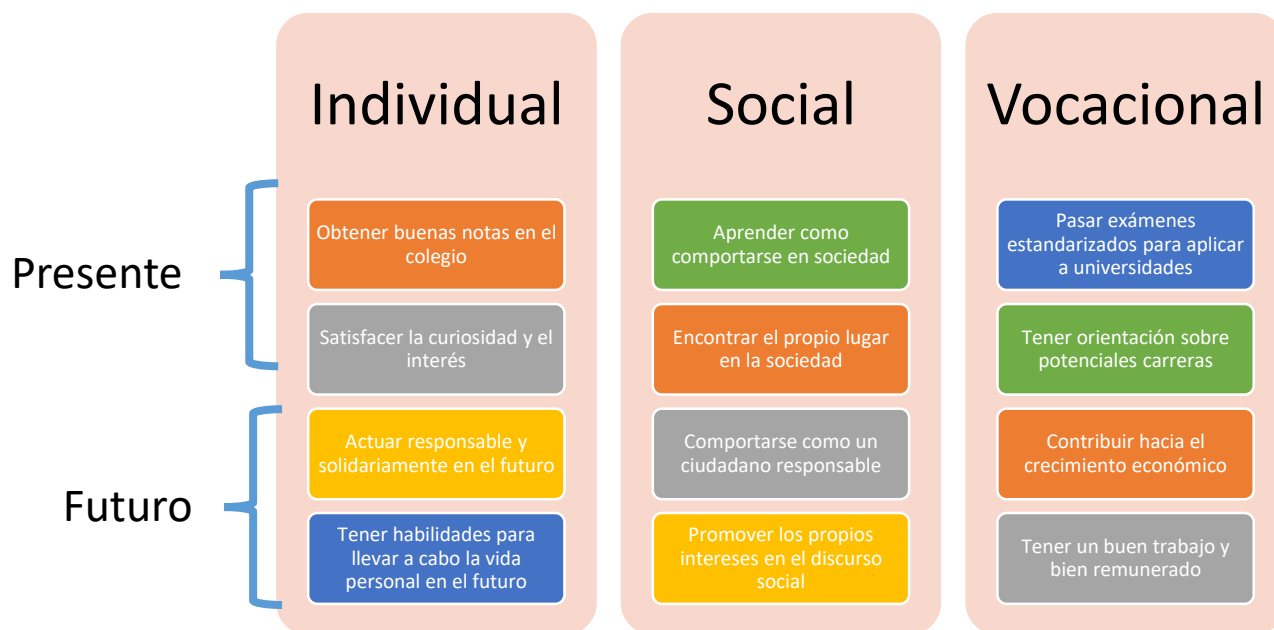
Para definir las dimensiones individual, social y vocacional se toman las definiciones de la National Research Council (1996) citados en DeJong y Talanquer (2015) y las de Stuckey *et al* (2013):

Tabla 1. Definiciones de las dimensiones individual, social y vocacional. Elaboración propia (2018)

Dimensión	Implicación desde NRC (1996)	Definición desde Stuckey et al (2015)
Individual:	<i>"Experimentar la riqueza y la emoción de conocer y comprender el mundo natural; y usar procesos científicos adecuados y perspectivas para tomar decisiones personales "</i>	Abarca la coincidencia de la curiosidad y los intereses de los estudiantes, proporcionándoles habilidades necesarias y útiles para hacer frente a su vida cotidiana hoy y en el futuro, y contribuyendo al desarrollo de las habilidades intelectuales.
Social	<i>"Participar de manera inteligente en el discurso público y el debate sobre asuntos de interés científico y tecnológico"</i>	Se centra en la preparación de los alumnos para la autodeterminación y una vida liderada responsablemente en la sociedad mediante la comprensión de la interdependencia y la interacción de la ciencia y la sociedad, desarrollando habilidades para la participación social y competencias para contribuir al desarrollo sostenible de la sociedad.
Vocacional	<i>"Aumentar su productividad económica mediante el uso del conocimiento, la comprensión y las habilidades de los científicamente alfabetizados"</i>	Se enfoca en brindar orientación para futuras profesiones, preparación para formación académica o vocacional y apertura de las oportunidades profesionales formales.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la siguiente figura de Eilks y Hofstein (2015), permite observar indicadores intrínsecos y extrínsecos en el presente y en el futuro de cada una de las dimensiones de una forma más sintética y así expresar la finalidad de la química relevante:

Figura 1 Modelo de las tres dimensiones de relevancia. Eilks y Hofstein (2015)



Dando continuidad a lo planteado, se puede caracterizar el trabajo relevante en educación en química como uno que tenga efectos en la vida real para los individuos y la sociedad, que tenga alguna incidencia en términos de prosperidad creciente y desarrollo sostenible, que permita la aplicación de constructos propios de la ciencia y la tecnología a la sociedad, la economía, el medio ambiente y la política y de lugar a la toma de decisiones individuales.

Para complementar y precisar los indicadores de cada uno de los dominios o dimensiones, se presenta la Tabla 2, elaborada a partir de lo expuesto por De Jong y Talanquer (2015):

Tabla 2. Indicadores de cada una de las dimensiones de la Química relevante. Adaptado de De Jong y Talanquer (2015)

Individual	Social	Vocacional
<ul style="list-style-type: none"> • Considerar la química como una forma particular de examinar el mundo natural. • Experimentar la interesante relación entre ciencia y tecnología ya que tiene que ver con objetos de la vida diaria. • Entender las aplicaciones de la química en la vida diaria. • Valorar aspectos estéticos de la química para satisfacción personal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entender la influencia histórica de la química en la sociedad. • Ser ciudadanos informados, que están preparados para lidiar con los problemas sociales relacionados con la química, para votar responsablemente e influenciar las políticas relacionadas con el impacto de la química en la sociedad. • Seguir discusiones críticas sobre temas de química en los medios populares de comunicación. • Ser ciudadanos con una actitud positiva hacia la química. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ser consciente de las oportunidades para el futuro estudio de carreras relacionadas con la química.

Respecto a la tabla anterior, es importante aclarar que algunos de los indicadores, por ejemplo, *valorar aspectos estéticos de la química para satisfacción personal* fueron propuestos por DeBoer (2000) quien menciona que valorar dichos aspectos de la química tiene que ver con la satisfacción personal que puede generar el conocimiento estético y atractivo del mundo natural, como el de las formaciones geológicas o lo desconocido del cielo y del mar; de esta forma, aquí cabe citar, a manera de ejemplo, algunos de los experimentos más bellos de la química desde lo expresado por Ball (2005) en la Tabla 3:

Tabla 3. Algunos experimentos con aspectos relacionados de belleza adaptado de Ball (2005)

Experimento	Aspecto relacionado con la belleza
El árbol de Sauce de Van Helmont	La belleza de la cuantificación
El experimento del agua de Cavendish	La belleza del detalle
El radio de los Curie	La belleza de la paciencia
Las partículas alfa de Rutherford	La belleza de la elegancia
Los cristales de Pasteur	La belleza de la simplicidad
La química prebiótica de Urey y Miller	La belleza de la imaginación

Así mismo, el indicador que se refiere a *ser ciudadanos con una actitud positiva hacia la química* surgió después de la segunda guerra mundial en respuesta a una creciente actitud anti-científica; de este modo, hay que dar el viraje hacia ver la ciencia con buenos ojos y sentar el precedente que fue creada para el bien de la humanidad (DeBoer, 2000)

2.1.3 Sobre las grandes ideas en Química Relevante.

Así como el término relevancia, el término “Grandes ideas” es polisémico, además depende del contexto en el cual se utilice y el nivel de especificidad. Las “Grandes Ideas” son útiles para definir los objetivos y los núcleos temáticos en los currículos de química; por otro lado, éstas se dividen en dos grandes grupos, por un lado, las “contextuales”, que son relevantes para los individuos y las sociedades y las “conceptuales”, que incluyen grandes ideas de la química y desde la química (DeJong y Talanquer, 2015). Para analizar el cambio de las grandes ideas a través de los currículos, observar la Tabla 4.

Tabla 4. Grupos de grandes ideas a través del desarrollo de los currículos desde los 60s a nuestros días. Adaptado de DeJong y Talanquer (2015)

Organización/Autor lugar y década.	Currículo	Grupos de grandes Ideas
ACS (American Chemical Society) de	CBA (Chemical Bond Approach) y CHEM Study	-La naturaleza particulada de la materia. - Estructura atómica y tabla periódica - Moléculas; enlaces químicos

Estados Unidos en los 60s .	(Chemical Education Material Study)	- Reacciones químicas, estequiometría; equilibrio; energía. - Química descriptiva sistemática
Nuffield del Reino Unido en los 60s.	Nuffield Chemistry	-La Tabla Periódica de elementos. - Relación estructura-propiedad. - Cambios de energía.
ACS en Estados Unidos y Salters Institute of Industrial Chemistry del Reino Unido en los 80s.	ChemCom (Chemistry in the Community)	- “Unidades de construcción” de otros conceptos, incluye reacciones o factores que afectan la velocidad reacción. - "Lucha contra las enfermedades" incluidas las reacciones químicas dentro del cuerpo humano, propiedades de enzimas, estructura y actividad de medicamentos médicos efectivos.
SAC (Salters Advanced Chemistry) del Reino Unido; Chemie im Kontext de Alemania y New Chemistry de Holanda En los 90s y 20000s	Módulos	-Módulo “eco-viaje” que incluye química orgánica introductoria, mol, masa molar y cálculos estequiométricos. - Módulo “plantas de la tierra”, incluidos electrolitos, reacciones de precipitación, cálculos sobre soluciones y otros temas.
Gillespie (1997)	-	-Átomos, moléculas e iones. - Las reacciones químicas. - El enlace químico. - Forma molecular y geometría. - La teoría cinética. - Energía y entropía.
Sevian and Talanquer (2014)		- Identidad química (¿Cómo identificamos las sustancias químicas?)

		<ul style="list-style-type: none"> - Relación estructura-propiedad (¿Cómo predecimos las propiedades de las sustancias?) - Causalidad química (¿Por qué ocurren los procesos químicos?) - Mecanismo químico (¿Cómo ocurren los procesos químicos?) - Control químico (¿Cómo controlamos los procesos químicos?) - Beneficios-costos-riesgos (¿Cómo evaluamos los impactos de los procesos químicos?)
--	--	---

2.2. De los contaminantes emergentes

2.2.1 Definición y tipos de Contaminantes Emergentes.

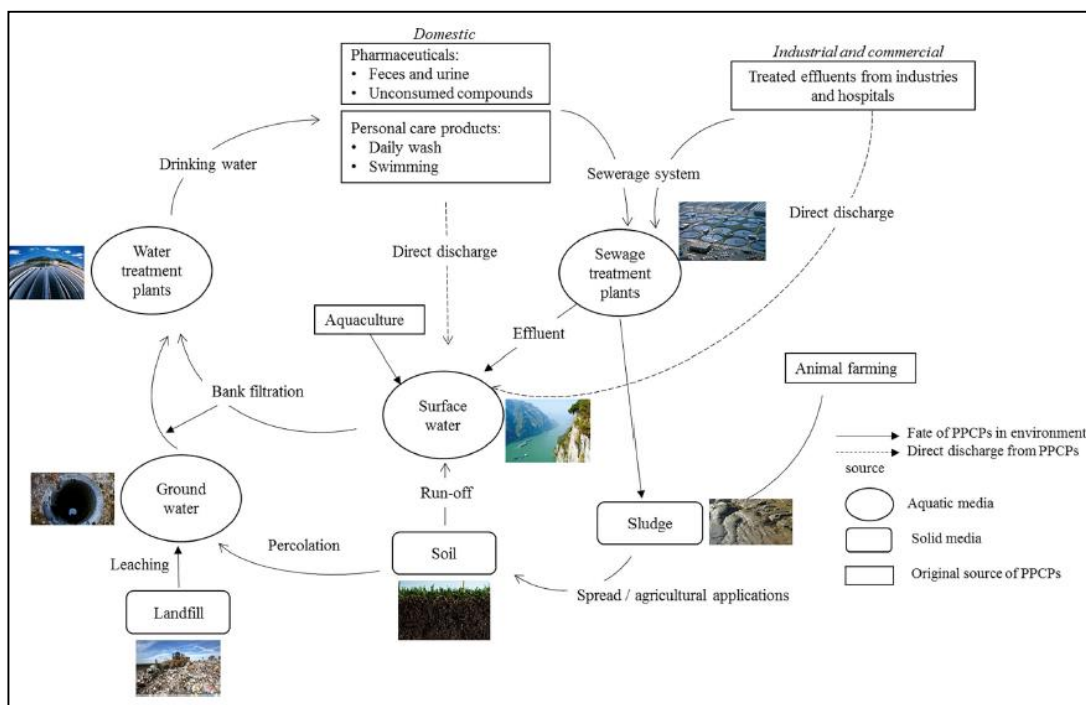
El siguiente mapa mental presenta una perspectiva general sobre el estudio de los contaminantes emergentes:

Mapa mental 2. Algunos aspectos relacionados con el estudio de los contaminantes emergentes. Elaboración propia 2017.



Los contaminantes emergentes (CE) son sustancias químicas de reciente interés que se encuentran en aguas de desecho, en biosólidos, en sedimentos de río y en agua potable, en esta última se han centrado varios estudios sobre dichas sustancias ya que no están reguladas por la legislación (Becerril, 2009), para comprender mejor este problema, en la Figura 2 se pueden observar las fuentes y trayectorias de los CE:

Figura 2. Fuentes y trayectorias de los contaminantes emergentes. (Yang, Ok, Kim,, Kwon y Tsang, (2017).



El grupo de los CE se constituye por más de cien productos químicos antropogénicos, se han podido encontrar los siguientes grupos de sustancias (Petrie, Barden, y Kasprzyk-Horden, 2015):

- Estrógenos esteroideos: el estradiol y el etinilestradiol, esenciales en la planificación femenina.
- Antinflamatorios no esteroideos (NSAIDs): el acetaminofén, el diclofenaco, el ibuprofeno, el naproxeno y el ácido salicílico con importantes funciones analgésicas, antiinflamatorias y/o antipiréticas.

- Estimulantes: las anfetaminas, la cocaína, las metanfetaminas, la cafeína y la nicotina.
- Antibióticos: la amoxicilina, la eritromicina, el metrodinazol y la sulfapiridina.
- Analgésicos: el tramadol, la oximorfona y la hidrocodeína.
- Otros fármacos: agentes de los bloqueadores solares, preservativos, alucinógenos, ayudantes en la disfunción eréctil, hipnóticos, antidepresivos, broncodilatadores, antiepilépticos.
- Otros productos: surfactantes, retardantes de fuego, aditivos industriales y productos de belleza.

2.2.2 Efectos de los Contaminantes Emergentes.

Un aspecto que se debe considerar en el estudio de los CE es que los productos de transformación suelen ser más nocivos que el mismo producto inicial, como es el caso del acetaminofén (paracetamol); además ha sido reportado que muchos de los contaminantes emergentes son compuestos de disrupción endocrina (EDC), lo cual genera una alarma global (Petrie *et al.*, 2015).

En relación con la disfunción endocrina, los compuestos que la constituyen se caracterizan por generar en el cuerpo un proceso que permite copiar u obstruir las hormonas afectando el funcionamiento normal del organismo. La Agencia de Protección Ambiental (EPA) caracteriza a los EDC como agentes externos que intervienen con la formación, liberación, transporte, actividad o desplazamiento de hormonas naturales del cuerpo que mantienen la homeostasis, el desarrollo, la reproducción y el comportamiento (Gogoi *et al.*, 2018).

Los efectos en la biota de los EDC son impresionantes ya que están relacionados con una actividad anti-androgénica dando lugar a la reducción de la fertilidad en machos (disminución en el conteo de espermatozoides), la reducción en la tasa de eclosión de huevos de peces y aves y en la modificación del comportamiento de apareamiento adulto, con esto se generan serias

implicaciones para la vida silvestre y la dinámica de la población humana. Además, se han observado deformidades en el aparato reproductivo de los hijos de ratas que se han expuesto a los EDC, así como cambios en la masa ósea (Sohoni y Sumpter, 1998).

Las consecuencias del uso de los EDC no son una preocupación reciente, pues desde la década de los 60's se han querido prohibir sustancias como el DDT, muestra de esto es la publicación de la famosa obra *La Primavera Silenciosa* de Rachel Carson (1962) en la que se exponen los efectos perjudiciales de los pesticidas en el medio ambiente, fundamentalmente en las aves.

Con el fin de ampliar el espectro de los efectos adversos de los CE se presenta la siguiente tabla, adaptada de Gogoi *et al.*, (2018):

Tabla 5. Efectos ambientales de algunos CE. (Gogoi *et al.*, 2018)

Contaminante	Efecto adverso
Antibióticos	Causa resistencia entre los patógenos bacterianos, que conducen a la estructura de la comunidad microbiana alterada en la naturaleza y afectan a la cadena alimentaria superior, también hay antibióticos que inhiben el crecimiento de algas.
Cafeína	Interrupción endocrina del Goldfish (<i>Carassius Auratus</i>)
Diclofenaco	Lesiones renales y alteraciones branquiales de la trucha arcoiris (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>)
Fragancias	Cancerígeno para roedores, fácilmente absorbido por la piel humana y puede dañar el sistema nervioso.

Hormonas	Los estrógenos pueden sobre estimular la biosíntesis de insulina contribuyendo al desarrollo de diabetes tipo II, también se aumentan el riesgo de cáncer de mama y de útero, pueden inhibir la producción de esperma en hombres (Ramírez, Martínez, Quiroz y Bandala, 2015). En animales, los estrógenos pueden causar feminización en peces y afectar el sexo en huevos de lagartos. En plantas, los estrógenos pueden ser citotóxicos para las raíces de habas ya que inhiben la división celular (Gaitán, 2006, citado en Ramírez <i>et al</i> , 2015)
Propranolol	Reducción de huevos viables de medaka japonesa (<i>Oryziaslatipes</i>)

Respecto al estudio de los contaminantes emergentes se tiene que una de las limitaciones de su análisis radica en la carencia de equipos (cromatógrafos de gases, cromatógrafos líquidos de alta resolución y espectrómetros de masas), técnicas y métodos estandarizados para determinarlos (Becerril, 2009). Otra limitación radica en la imposibilidad de hacer predicciones confiables debido a la oscilación del flujo normalizado de masa respecto las horas del día, el día de la semana o los meses del año en que se recogen (Petrie *et al.*, 2015).

En el contexto nacional (Colombia) hay investigaciones enfocadas en el análisis de productos de cuidado personal tales como: trietanolamina, benzofenona, hidroquinona y hexametilentetramina a través de la técnica de extracción en fase sólida y cromatografía de gases. La dificultad reside en que éstos compuestos, por ser de uso personal, no se encuentran reglamentados por la legislación colombiana, pero son candidatos a futura regulación (Rincón y Duque, 2014).

Siguiendo el análisis del contexto nacional, en ciudades como Pereira resulta alarmante el estudio de los CE ya que se hace inminente desarrollar tratamientos adicionales a los convencionales a las aguas de consumo humano ya que se ha encontrado el cien por ciento de

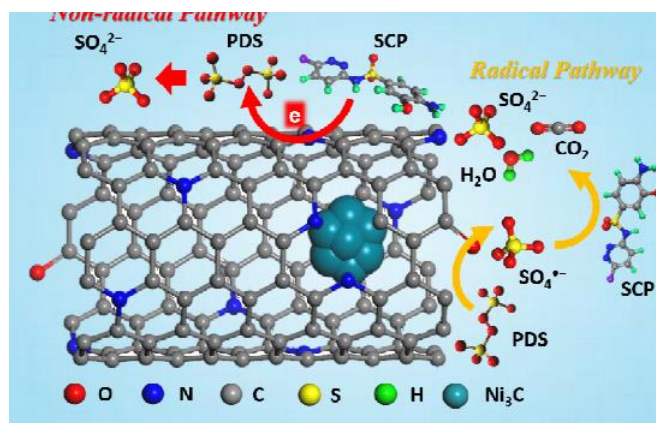
algunos contaminantes como el Ibuprofeno después del tratamiento en la planta (Arruble, Cubillos, Ramírez, Arredondo, Arias y Paredes, 2016).

Hay que mencionar, además que, en ciudades de mayor población como Cali, los compuestos CBZ-Diol, ibuprofeno, gemfibrozilo, naproxeno, paracetamol, sulfametoxazol, las estronas, 4-INF y BPA se liberan en altas concentraciones en el río Cauca, dicha presencia pone en evidencia la posible amenaza sobre la biota acuática del río y la población caleña que se abastece de esta fuente, por lo que se hace relevante profundizar en estos estudios en el contexto local (Madera-Parra *et al.*, 2018)

2.2.3 Posibles tratamientos a los Contaminantes Emergentes.

Respecto las posibles maneras de tratar las aguas con contaminantes emergentes se encuentran diversas investigaciones, por ejemplo, la fitorremediación promete un campo amplio de trabajo (Petrie *et al.*, 2015). Otra de las alternativas innovadoras desde la nanotecnología es el uso de nanotubos de carbono encapsulados con nitrógeno y nanopartículas de níquel para remover por adsorción y procesos catalíticos a los fármacos de tipo antibiótico como la sulfacloropiridazina (Kang, *et al.*, 2018) la siguiente imagen muestra el proceso a nivel molecular:

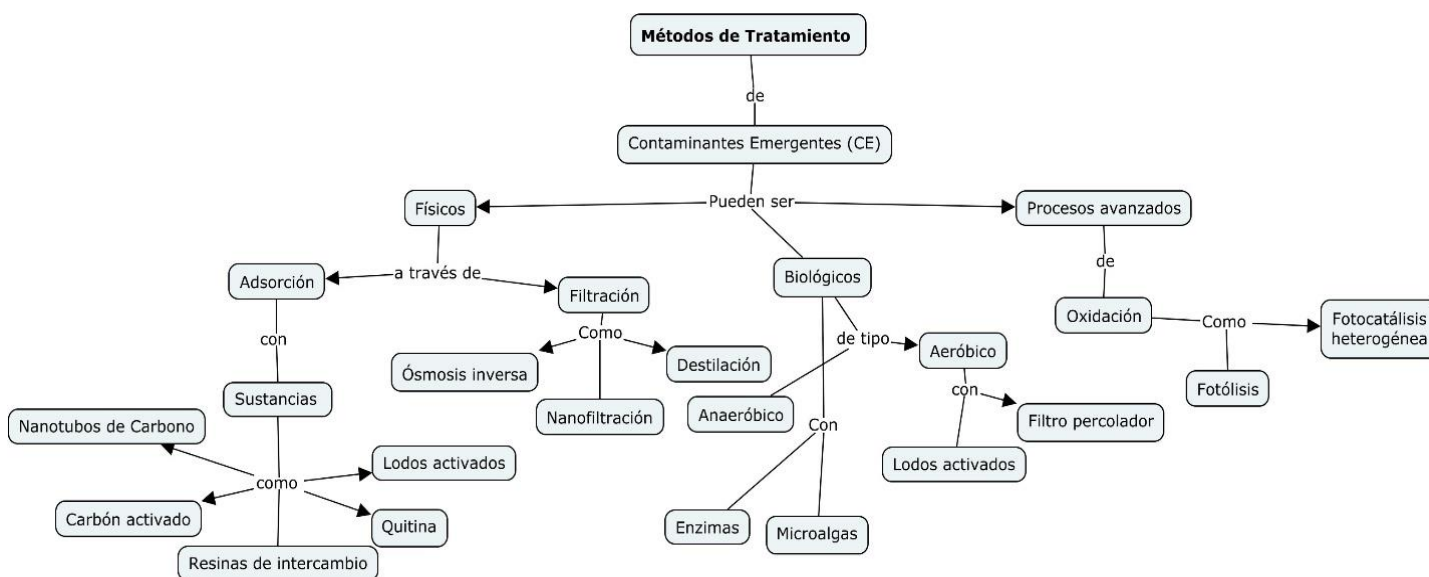
Figura 3. Posible mecanismo de reacción para la oxidación del antibiótico (sulfacloropiridazina) por el nanotubo funcionalizado. (Kang *et al.*, 2018)



Adicional a la fitorremediación o al uso de nanotubos de carbono se han propuesto alternativas que involucran métodos anaeróbicos como el proceso con lodos activados y el uso de bioreactores de membrana; dentro de los procesos naturales aeróbicos se han usado estanques de estabilización de residuos o humedales artificiales; para los tratamientos fisicoquímicos se usa el carbón activado granulado, la coagulación-floculación, la ozonización, la cloración, la irradiación con ultra violeta (UV) y la nanofiltración, dando resultados promisorios de remoción de los CE (Yang *et al.*, 2017; Gogoi *et al.*, 2018).

Para visualizar globalmente los métodos de tratamiento de los contaminantes emergentes observar el siguiente Mapa Mental 1:

Mapa conceptual 1. Resumen de los métodos de tratamiento de los CE. Elaboración propia a partir de Ramírez, et al (2015)



3. Marco metodológico

3.1 Tipo y enfoque de la investigación

La presente investigación es de corte mixto (cualitativa y cuantitativa) ya que incluye elementos propios de la metodología cuantitativa al evaluar las tendencias o resumir apreciable cantidad de información, antes y después del proceso de intervención. Es también cualitativa en términos de poder interpretar la información a la luz de las categorías deductivas formuladas en la propuesta de la química relevante desde los contaminantes emergentes y los resultados serán analizados bajo la perspectiva de la estadística descriptiva contrastando el estado inicial y final del proceso de enseñanza-aprendizaje.

De manera cualitativa se analizarán las tendencias en lo relacionado con las percepciones que surjan de los procesos de diseño y de la implementación de la estrategia, en la que la organización, reagrupación, gestión y presentación de dichas percepciones se hará mediante la metodología POSAC (*Partial Order Scalogram Analysis*) y desde una serie de categorías deductivas, relacionadas con las dimensiones de la química relevante.

El estudio es de tipo no experimental ya que se observa la realidad y las situaciones, tiene un diseño transeccional ya que el propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado y es de tipo descriptivo y exploratorio. El muestreo es consecutivo, no probabilístico. La muestra es de 13 estudiantes de grado décimo.

3.2 Fases metodológicas

Para dar cuenta de los objetivos de investigación se desarrolló la metodología, que fue estructurada en tres fases, una inicial, una de desarrollo y una final, que se explican en detalle a continuación.

3.2.1 Fase inicial.

Para la fase inicial se desarrolló una pesquisa bibliográfica a nivel global, nacional y local respecto a los temas de química relevante y contaminantes emergentes, así como en lo concerniente al diseño y validación de contenido de los instrumentos de evaluación de la propuesta.

La sección de antecedentes se desarrolla en el marco teórico de la presente propuesta, por lo que a continuación solo se explica la metodología relacionada con los instrumentos.

3.2.1.1 Instrumentos.

Desde la perspectiva de la Química Relevante, las dimensiones que se pretendió fortalecer a través de la intervención didáctica para el presente trabajo de tesis fueron: la individual, puntualmente en *satisfacer la curiosidad y el interés*; la vocacional, puntualmente en la *orientación acerca de carreras potenciales*, y la social, en lo referente a *comportarse como un ciudadano responsable*.

Dado a que la presente investigación buscaba consolidar las categorías recién enunciadas de las dimensiones de la Química Relevante, y que los indicadores propuestos por los autores están definidos en términos de actitudes y además que el test estandarizado de la relevancia de la educación en ciencias (Test ROSE) está formulado en términos de actitudes se decidió plantear los reactivos de los instrumentos bajo formato con escala Likert, desde categorías deductivas del constructo de actitudes hacia la ciencia, pero reorientados hacia las categorías seleccionadas de la Química Relevante.

3.2.1.1.1 Prueba tipo Likert pre-post sobre actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular.

Como instrumento de entrada y salida se aplicó el cuestionario de actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular, de Barmby, Kind y Jones (2008). (**Anexo 2**)

Las categorías empleadas fueron las siguientes:

Categorías	Preguntas
Aprender química en el colegio	1, 2, 3, 4, 5
Autoconcepto en la Química	6, 7, 8, 9, 10
Trabajo práctico en Química	11, 12, 13, 14, 15
Ciencia fuera de la escuela	16, 17, 18, 19, 20
Futura participación en la ciencia	21, 22, 23, 24, 25
Importancia de la ciencia	26, 27, 28, 29, 30

Para eliminar información redundante y con el objeto de condensar los resultados obtenidos desde los datos empíricos y debido a que algunas oraciones tenían semántica similar, se propusieron súper categorías como se ve en la Tabla 6:

Tabla 6. Dimensiones e ítems del cuestionario de actitudes desde el filtro de las súper categorías. Elaboración de la autora.



3.2.1.1.2 Ensayos de carácter argumentativo/expositivo sobre contaminantes emergentes.

Para familiarizar a los estudiantes con el ejercicio de la lectura y la escritura, se les pidió realizar lecturas de artículos científicos sobre el efecto de los contaminantes emergentes en la fisiología (unos dados por la docente y otros de libre elección) y elaborar un ensayo argumentativo de 1000 palabras en el que se desarrolló lo siguiente: definición de contaminante emergente, contaminantes emergentes más comunes, efectos de contaminantes en la biota, posibles soluciones a esta problemática.

Para evaluar el ensayo inicial se utilizó la siguiente rúbrica diseñada por la autora:

Tabla 7. Rúbrica para evaluar ensayo sobre contaminantes emergentes.

	Criterio	Puntaje
1	Extensión mínimo 800 palabras.	10
2	Definición de contaminante emergente.	10
3	Contaminantes emergentes más comunes (ejemplos).	15
4	Efectos de los contaminantes emergentes.	20
5	Conclusión realista.	20
5	Citación apropiada.	5
7	Referencias.	5
8	Coherencia, cohesión y estilo.	15

3.2.1.1.3 Reportes de laboratorio.

Para evaluar los reportes de laboratorio desarrollados por los estudiantes se tuvo en cuenta la siguiente rúbrica de evaluación adaptada de lo planteado por la organización del Bachillerato Internacional (IB, 2014):

Tabla 8. Rúbrica para evaluar los reportes de laboratorio.

Aspecto	Descripción	Valor
Título	Mostrar la relación entre variables (dependiente e independiente) o mencionar el tema central si se trata de una experiencia cualitativa.	2
Abstract	Enunciar el objetivo, el procedimiento, los resultados y las conclusiones de manera breve, en una extensión de un párrafo.	10
Palabras clave	Mencionar los principales constructos de la experiencia, entre 3-5 palabras.	-
Introducción	Presentar el marco teórico que sustenta la experiencia, acá se trabaja sobre los constructos establecidos en las palabras clave. Extensión de una página como máximo. Manejar citación de la información.	20
Materiales	Enunciar los materiales y reactivos, incluyendo su capacidad e incertidumbre (en el caso de los instrumentos).	2
Procedimiento	Listar los pasos que se llevaron a cabo en la experiencia.	3
Resultados	Incluir los datos brutos, observaciones cualitativas, el tratamiento de los datos brutos (algunas muestras de cálculo), tablas, gráficas (con título, ejes nombrados, escala clara)	30
Conclusiones	Explicar los resultados con base en lo establecido en la introducción, identificar las limitaciones y proponer mejoras a dichos problemas.	30
Referencias	Libros, revistas, páginas web que se usaron para el informe. Al menos 3.	3

3.2.1.1.4 Informe final de investigación.

Para evaluar el trabajo final de los estudiantes, se propuso la elaboración de una infografía, ésta es un elemento visual que combina palabras y gráficos que hacen más atractiva la información, además, debe responder a interrogantes tales como: qué, quién, cuándo, dónde, cómo y por quién; en conclusión, la infografía es una conjugación entre un artículo, una historia y una fotografía (Leturia, 1998). Para la evaluación de la infografía se tuvo en cuenta la siguiente rúbrica diseñada por la autora:

Tabla 9. Rúbrica para evaluar infografías finales.

Aspecto	Descripción	Valor
Título	Describir de manera creativa la problemática de los contaminantes emergentes.	5
Explicación de problemática	Puntualizar el problema planteado en el artículo científico dado por la docente, respondiendo interrogantes tales como: ¿cuándo ocurrió?, ¿dónde ocurrió?, ¿cuáles son los efectos del contaminante(s) descrito(s)?	10
Relación de análisis de agua hecha en el colegio	Presentar los resultados del análisis químico del agua del lago presente en el colegio Ekirayá a partir de pruebas sencillas hechas con un kit casero de análisis de agua para parámetros de: pH, alcalinidad, acidez, así mismo, describir las reacciones químicas involucradas.	15
Planteamiento de soluciones	Describir soluciones que podrían darse para el problema de los contaminantes emergentes,	30
Creatividad	Evidenciar integración de la información, armonía entre la fuente del texto y el manejo del color.	30
Ortografía y redacción	Tener claridad en la escritura, coherencia y cohesión.	5
Referencias	Libros, revistas, páginas web.	5

3.2.1.1.5 Cuestionario de salida sobre la relevancia de la educación en ciencias.

Para complementar la prueba de salida, se aplicó el test ROSE (Relevance of Science Education) de Sjøberg y Schreiner, (2010). El test ROSE mide el interés de los estudiantes por aspectos de la ciencia en general y de la química en particular, a través de una serie de enunciados. El test en mención, está dividido en 10 secciones, de las cuales se tuvieron en cuenta las que se presentan a continuación, por su relación con las dimensiones de la química relevante:

- **¿Sobre qué quiero aprender?:** Para analizar el interés sobre temas específicos que los estudiantes quieren aprender y correlacionarlo con la dimensión individual de la química relevante. Este numeral precisa temas como la calidad del agua, grande idea desarrollada en este trabajo. También se analiza el interés por temas pseudo-científicos.

- **Mi futuro trabajo:** Para analizar qué tan importantes son algunas situaciones a la hora de escoger un trabajo o una ocupación. Este numeral se relaciona con la dimensión vocacional de la química relevante.
- **Yo y los retos ambientales:** Para analizar el nivel de acuerdo o desacuerdo con una serie de problemas ambientales. Este numeral se relaciona con la dimensión social de la química relevante.
- **Mis clases de ciencias:** Para analizar el grado de acuerdo o desacuerdo con unos enunciados sobre la ciencia que se debe estudiar en el colegio y correlacionarlo con la dimensión individual de la química relevante.

3.2.2 Fase de Desarrollo.

A continuación, se detalla el diseño y la implementación de la propuesta de intervención didáctica, además de la metodología de aplicación de los instrumentos de evaluación de la pertinencia y la efectividad de la propuesta en el grupo objetivo.

3.2.2.1 *Secuencia de enseñanza.*

En la secuencia de actividades se propendió por la argumentación desde varios tipos de trabajos (ensayos, infografías y reportes de laboratorio) ya que según Erduran & Pabuccu, (2015) la argumentación lleva a los estudiantes a apreciar la naturaleza de la química, por lo tanto, les permite advertir que la evidencia y las justificaciones son usadas por los químicos para validar el conocimiento científico. En tal sentido, la argumentación por sí misma puede tener unas implicaciones de amplio rango en la vida de los estudiantes, ya que hay temas que demandan un conocimiento químico para cualquier ciudadano, pues hay problemas apremiantes (cambio

climático, uso de energía nuclear, clonación, entre otros), indistintamente de la carrera que se haya escogido para el futuro.

Así mismo, la argumentación en la educación científica permite: (a) hacer públicos y modelar los procesos cognitivos, (b) desarrollar competencias comunicativas y del pensamiento crítico, (c) la culturación científica y el desarrollo epistémico (d) el desarrollo de razonamientos y criterios racionales (Jimenez y Erduran, 2007 citado en Erduran y Pabuccu, 2015).

El siguiente grupo de actividades fue propuesto con el fin de fortalecer las dimensiones individual, social y vocacional de un grupo de estudiantes del colegio Ekirayá-Educación Montessori. Las actividades 1-7 hicieron parte de su plan de trabajo de primer, segundo y tercer periodo de grado décimo (año escolar 2017-2018) y las actividades 8 y 9 hicieron parte del primer periodo de grado undécimo (año escolar 2018-2019). El tema en el que se hizo énfasis fue el de contaminantes emergentes, debido a que abarcan variedad de temas interdisciplinarios (concentración de soluciones, tipos de sustancias químicas, grupos funcionales, disrupción endocrina, posología, biomagnificación, entre otros), además de tener implicaciones en la vida de los estudiantes, por lo que constituyen un tema relevante.

Tabla 10. Secuencia de actividades desarrollada con los estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá-Educación Montessori.

Objetivo	Tiempo empleado	Actividades	Recursos
Identificar las actitudes de los estudiantes respecto a la química.	1 sesión 45min	1. Aplicar el cuestionario de entrada sobre Actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular.	Cuestionario adaptado de Barmby y Jones (2008).
Familiarizar a los estudiantes con la temática de los contaminantes emergentes, su definición, tipos y	4 sesiones de 45 min	2. Realizar lecturas de artículos científicos sobre el efecto de los contaminantes emergentes en la fisiología y anatomía animal y humana (dados por la docente y otros de propia elección) y elaborar un ensayo	Artículos publicados sobre contaminantes emergentes: Gil, M. J., Soto, A. M., Usma, J. I., & Gutiérrez, O. D. (2013). Contaminantes emergentes en aguas, efectos

efectos en la biota, así como posibles soluciones a esa problemática.		argumentativo de mínimo 800 palabras en donde se desarrolle lo siguiente: definición de contaminante emergente, contaminantes emergentes más comunes, efectos de contaminantes en la biota, posibles soluciones a esta problemática. 3. Socializar los resultados del ensayo y dar lugar a correcciones haciendo énfasis en el referenciación adecuada. Los estudiantes deben entregar la versión final mejorada de sus ensayos.	y posibles tratamientos. Producción limpia; Becerril Bravo, J. E. (2009). Contaminantes emergentes en el agua.
Identificar y aplicar los conceptos de las leyes ponderales, de reactivo límite, rendimiento y pureza en una reacción para la solución de problemas.	10 sesiones de 45min	4. Aplicar la actividad de <i>estequiometría lego</i> (Witzel, 2002) donde la estequiometría se presenta utilizando objetos cotidianos. Los bloques de construcción de Lego se usan para explorar la relación entre la masa y el número. Los estudiantes descubren y desarrollan los conceptos de limitar reactivos y reactivos en exceso. Al proporcionar una explicación a estos conceptos de una manera concreta, se puede mejorar la comprensión del estudiante. 5. Experimentar la importancia de las cantidades en las reacciones químicas a través del desarrollo de la práctica de titulación y de cinética química.	5 juegos de bloques de legos para armar figuras de aproximadamente 30 piezas y balanza. NaOH, HCl, fenolftaleína. Peróxido de hidrógeno, yoduro de potasio.
Analizar la problemática de los contaminantes emergentes a nivel global y local, acercándose a algunos métodos para su tratamiento.	2 sesiones 45 min	6. Desarrollar un estudio de caso sobre los contaminantes emergentes. Se entregan noticias sobre los contaminantes emergentes, se socializan, se realiza una actividad experimental de análisis de pH, acidez, alcalinidad del agua del lago del colegio Ekirayá. La actividad cierra con la elaboración de una infografía que contiene la problemática, la solución y unas conclusiones realistas frente al problema de los contaminantes emergentes.	Muestras de agua. Kit casero de análisis de agua (alcalinidad, acidez, pH y conductividad) Noticias recientes sobre contaminantes emergentes: - Los contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos de Argentina (Agueda, Castaño y Miranda, 2017) - Low doses of contaminants, long ignored, can have vast consequences- Scientists found cocaine – and a lot of

			<p>other chemicals – in Minnesota snow (Robuck, 2018)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arcillas para eliminar contaminantes de las aguas industriales. (DiCYT, 2017) - Fármacos y drogas, algunos de los "contaminantes emergentes" en los ríos. (Agencis Efe, 2017)
Identificar las actitudes de los estudiantes respecto a la química tras la aplicación de actividades relevantes.	2 sesiones de 45min	7. Aplicar el cuestionario de salida sobre actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular y el test Rose sobre relevancia de la ciencia.	Cuestionario adaptado de Barmby y Jones (2008). Cuestionario adaptado de Sjøberg, & Schreiner, 2010).
Establecer las características generales de los fármacos y su mecanismo en el cuerpo humano ya que son unos de los principales contaminantes emergentes.	4 sesiones de 45min	<p>8. Realizar lectura de los capítulos: farmacocinética, farmacodinámica, vías de administración y posología del libro manual de farmacología* de Mitchel, (2009) con el fin de conocer las interacciones benéficas o peligrosas que se pueden desencadenar ante el uso empírico o el desconocimiento sistémico de la acción de los fármacos.</p> <p>*La lectura de la farmacología permite estudiar interdisciplinariamente conceptos químicos y biológicos, además es relevante para los estudiantes porque tiene que ver con su vida diaria.</p>	<p>Quizzes desarrollados por la autora en la página web kahoot: Farmacocinética y farmacodinámica: https://play.kahoot.it/#/k/b2c09353-c677-4870-bee5-b1f4e5dd1ac2</p> <p>Vías de administración, posología y química orgánica básica: https://play.kahoot.it/#/k/0f188c46-fd0a-4296-8770-5d3b18aadf8d</p>
Diferenciar la ciencia de la pseudociencia haciendo énfasis en el campo de la industria farmacéutica.	1 sesión de 45min	9. Observar video y discutir brevemente lo que es ciencia y lo que no, para reconocer algunas actividades y productos que se desarrollan en un contexto pseudocientífico. Rescatar el papel de la industria farmacéutica en el desarrollo de un medicamento.	<p>Conferencia a cargo del doctor Javier J. de la Rosa. Segunda sesión del VI Curso de Divulgación Avances de la Química y su Impacto en la Sociedad.</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=HoenM5XNtuU</p>

3.2.3 Fase Final.

La última fase de la investigación se enfocó en la sistematización de resultados, depuración de la información y documentación de bases de datos para desarrollar un análisis tipo SSA y POSAC.

La evaluación de resultados se efectuó mediante triangulación de la información, desde tres fuentes de información: el marco teórico y de antecedentes, los resultados empíricos y la percepción del investigador.

A continuación, se explican las metodologías utilizadas en la presente investigación.

3.2.3.1 Sobre el análisis SSA y POSAC.

Para el análisis de categorías, se acudió a la metodología SSA (*Smallest Space Analysis*) y para la evaluación de tendencias se empleó la metodología POSAC (*Partial Order Scalogram Analysis with Coordinates*). Las rutinas para ambas metodologías se encuentran en el programa Hudap 8™, un paquete que no es de acceso libre y que se documentó con bases de datos hechas en el programa Excel, con los resultados dados por los estudiantes en los instrumentos de actitudes y de relevancia de la educación en ciencias.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que la metodología SSA (*Smallest Space Analysis*) es una técnica que tiene como fin reducir el número de variables haciendo agrupaciones ahorrativas. Por otro lado, el análisis POSAC (*Partial Order Scalogram Analysis with Coordinates*) es una técnica no paramétrica de escalamiento multidimensional que permite la comparación de perfiles de sujetos o casos sobre múltiples variables simultáneamente, además de permitir comparar casos en dimensiones de carácter cualitativo, desde perfiles de puntajes para las variables y presentarlos en un espacio de dos dimensiones (Shye, 2009).

Con el análisis POSAC, al evaluar un atributo (como inteligencia o actitud positiva) mediante una muestra de variables observadas en una muestra de individuos, se obtiene una matriz de datos cuyas filas representan los individuos observados y sus columnas representan las variables observadas. Si para todas las variables el conjunto de respuestas permitidas se ordena uniformemente con respecto al atributo, las filas de la matriz de datos constituyen en efecto un conjunto de perfiles y este conjunto se denomina escalograma (ibíd.).

3.3 Población de estudio

El grupo objeto de estudio estuvo constituido por trece estudiantes de décimo grado del Colegio Ekirayá-Educación Montessori, calendario B, los estudiantes tienen edades entre los 17 y los 18 años, pertenecen un estrato socioeconómico 5 y 6, viven en Bogotá o en el municipio de La Calera.

4. Resultados

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos de la propuesta de intervención didáctica, en primer lugar, se muestran los relacionados con la prueba de actitudes (pre/post), seguidos de los ensayos de carácter argumentativo, los reportes de laboratorio, las infografías finales de investigación y, por último, los resultados del test de relevancia de la educación en ciencias (Test ROSE por sus siglas en inglés) obtenidos a partir del diligenciamiento de los instrumentos de recolección de información.

Para la presente tesis se hizo el análisis bajo la metodología POSAC (*Partial Order Scalogram Analysis with Coordinates*) para comparar los perfiles de respuesta de los estudiantes frente al instrumento de actitudes de Barmby *et al*, (2008); posterior al análisis POSAC se procedió a hacer el análisis SSA (*Smallest Space Analysis*) que permitió determinar las categorías discriminantes de las respuestas obtenidas del mismo instrumento, antes y después del ejercicio de intervención.

En síntesis, desde el análisis SSA, se querían confirmar o modificar las categorías deductivas iniciales de la Química Relevante con objeto del presente estudio sobre contaminantes emergentes. En tal sentido, una vez documentada la base de datos en un archivo de Excel los resultados obtenidos para cada reactivo fueron codificados con un baremo que daba cuenta del grado de acuerdo con el enunciado respectivo.

4.1 De la prueba sobre actitudes hacia la ciencia a partir del cuestionario adaptado de Barmby *et al*, (2008)

Conviene primeramente explicar que la prueba de entrada sobre actitudes hacia la ciencia contenía 30 reactivos, divididos en 6 categorías que se abreviaron de la siguiente manera: Aprender química en el colegio (INT), autoconcepto en la química (AUTO), trabajo práctico en química (PRAC), ciencia fuera de la escuela (EXTR), futura participación en la ciencia (FUT) e

importancia de la ciencia (IMPO). Este instrumento no tuvo que ser validado en virtud a que la validación fue hecha por los autores Barmby *et al*, (2008) y el formato aplicado no presentó modificaciones.

Luego de aplicar el instrumento, se determinó la mediana por categoría para cada estudiante, dicha mediana se obtuvo según el grado de acuerdo de los estudiantes con cada reactivo del instrumento, después se alimentó una base de datos de Excel para finalmente importar la información al programa Hudap y desarrollar los análisis correspondientes.

Se presenta primeramente un cuadro que da cuenta de los coeficientes de monotonidad débil que permiten formular correspondencias positivas o negativas, altas o bajas, entre las categorías iniciales y a continuación los coeficientes de monotonidad débil, pero esta vez, frente a los ejes coordenados, al eje J (Joint) y al eje L (Lateral) y finalmente frente a dos índices Min (Mínimo) y Max (Máximo).

Seguido de las tablas de los coeficientes de monotonidad, se presentan los mapas POSAC, primeramente, los de las categorías con mayor correlación con los ejes coordenados y posteriormente se muestra el mapa POSAC general con las particiones (hechas por la investigadora) que representan los perfiles del estado inicial y final del grupo objetivo.

i) Análisis POSAC de la prueba de entrada

En la Tabla 11, se observa una relación de 0,81 entre trabajo práctico de laboratorio e interés por la clase de química. Lo anterior es concordante con lo propuesto por Hodson (1994), quien afirma que una de las razones para hacer que los estudiantes participen en actividades prácticas es para motivar, mediante la estimulación del *interés* y la diversión.

En la Tabla 11, también se observa una relación de 0,64 entre futura participación en ciencia y actividad extracurricular en ciencia, esto indica que los estudiantes entienden de manera similar

los reactivos, y al analizarlos, se observa están muy ligados a un componente vocacional, pues tiene que ver por un gusto innato por la ciencia, ya que quien disfruta de actividades extracurriculares en ciencias tiene posibilidad de proyectarse en el futuro con un trabajo relacionado con ésta área; este resultado se confirma con lo propuesto por Vázquez y Manassero, (2017) quienes mencionan que las experiencias de los estudiantes fuera de la escuela ofrecen pistas interesantes para cultivar, potenciar y desarrollar la vocación científica y tecnológica teniendo en cuenta que no todas las actividades tienen una influencia positiva sobre la vocación pues hay experiencias como visitar museos de ciencias, hacer productos lácteos, leer libros o revistas sobre naturaleza, separar basuras, entre otras, que tienen una correlación positiva. Pero por otro lado hay actividades como participar en pesca, hacer fuego con carbón o madera, descargar música de internet, entre otras en las que se destacan de ocio al aire libre, que tienen una correlación negativa. El análisis que hacen los autores es que este fenómeno se puede deber a la imagen de ciencia que tienen los estudiantes: una ciencia de laboratorio y bata no de una ciencia de salida de campo, exploración y observación fuera de un recinto.

Tabla 11. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems de la prueba de entrada de actitudes.

		COEFFICIENTS OF WEAK MONOTONICITY BETWEEN THE ITEMS					
		1	2	3	4	5	6
		1					
MED?INT	1 I	1.00					
			2				
MED?AUTO	2 I	.35	1.00				
				3			
MED?PRAC	3 I	.81	.31	1.00			
					4		
MED?EXTR	4 I	.00	.11	-.38	1.00		
						5	
MED?FUT	5 I	.49	.30	-.48	.64	1.00	
							6
MED?IMPO	6 I	.18	-.53	.60	.26	-.04	1.00

Por otra parte, en la Tabla 12 se ilustra la correlación entre las medianas de las categorías, se

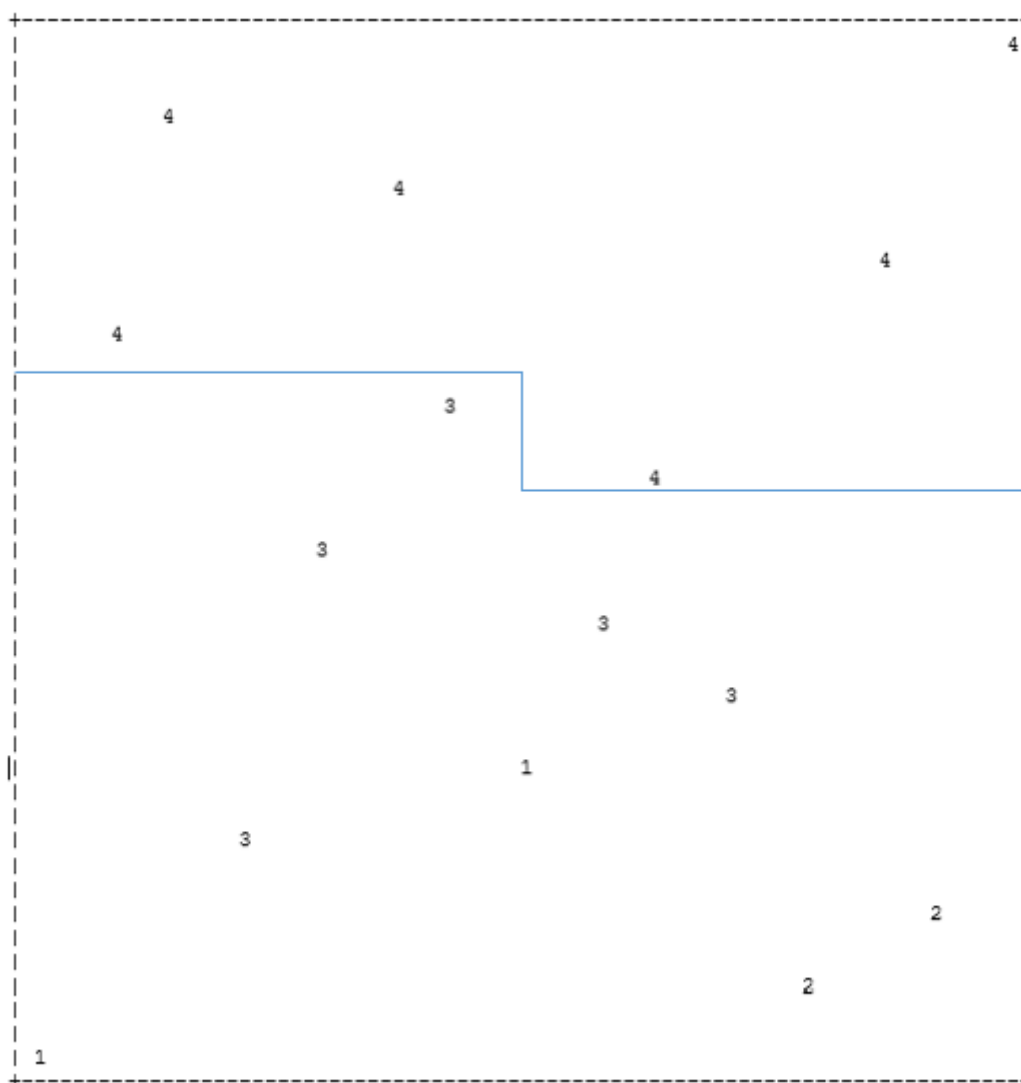
observa que el eje X correlaciona con un valor de 0,86, con importancia de la ciencia y el eje Y con un valor de 0,97 con autoconcepto frente al aprendizaje de la química. Estas dos categorías se interpretan como ortogonales, en la medida que indican que los estudiantes ven muy distinta la importancia de la ciencia en la sociedad frente a su propio concepto en el aprendizaje de la química, lo que a su vez podría deberse a que la actividad científica escolar está un poco alejada de lo que los estudiantes entienden por ciencia real, es decir, la que tiene resultados sustanciales para la sociedad.

Tabla 12. Coeficientes de monotonidad débil entre los ítems frente a los ejes de la prueba de entrada de actitudes

Item name		J	L	X	Y	P	Q
-----		-	-	-	-	-	-
MED2INT	1	.83	.21	.59	.27	.28	.89
MED2AUTO	2	.71	-.90	-.54	.97	.56	.41
MED2PRAC	3	.54	-.12	.12	.35	.54	.15
MED2EXTR	4	.84	-.22	.30	.62	.72	.56
MED2FUT	5	.80	.16	.50	.23	.10	.90
MED2IMPO	6	.63	.76	.86	-.49	.96	-.37

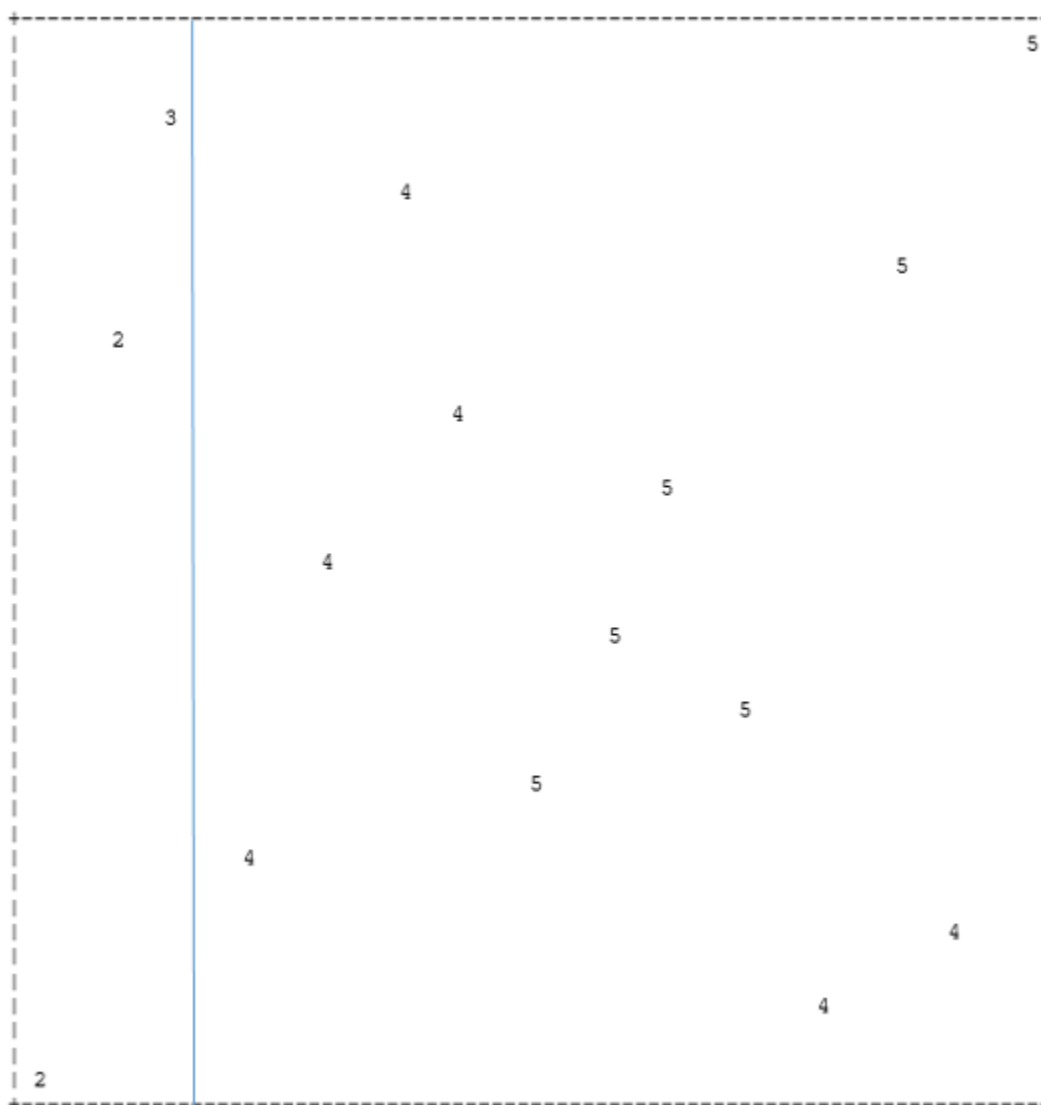
En el Mapa POSAC 1, de la categoría autoconcepto, se hizo una partición, que divide el mapa en dos regiones, la superior con 5 estudiantes con un puntaje de 4 y la inferior con 8 estudiantes con puntajes entre 1, 2 y 3. Se escogió esta categoría por ser la que mayor correlación tuvo con el eje Y.

Mapa POSAC 1. Diagrama del ítem autoconcepto frente al aprendizaje de la Química.



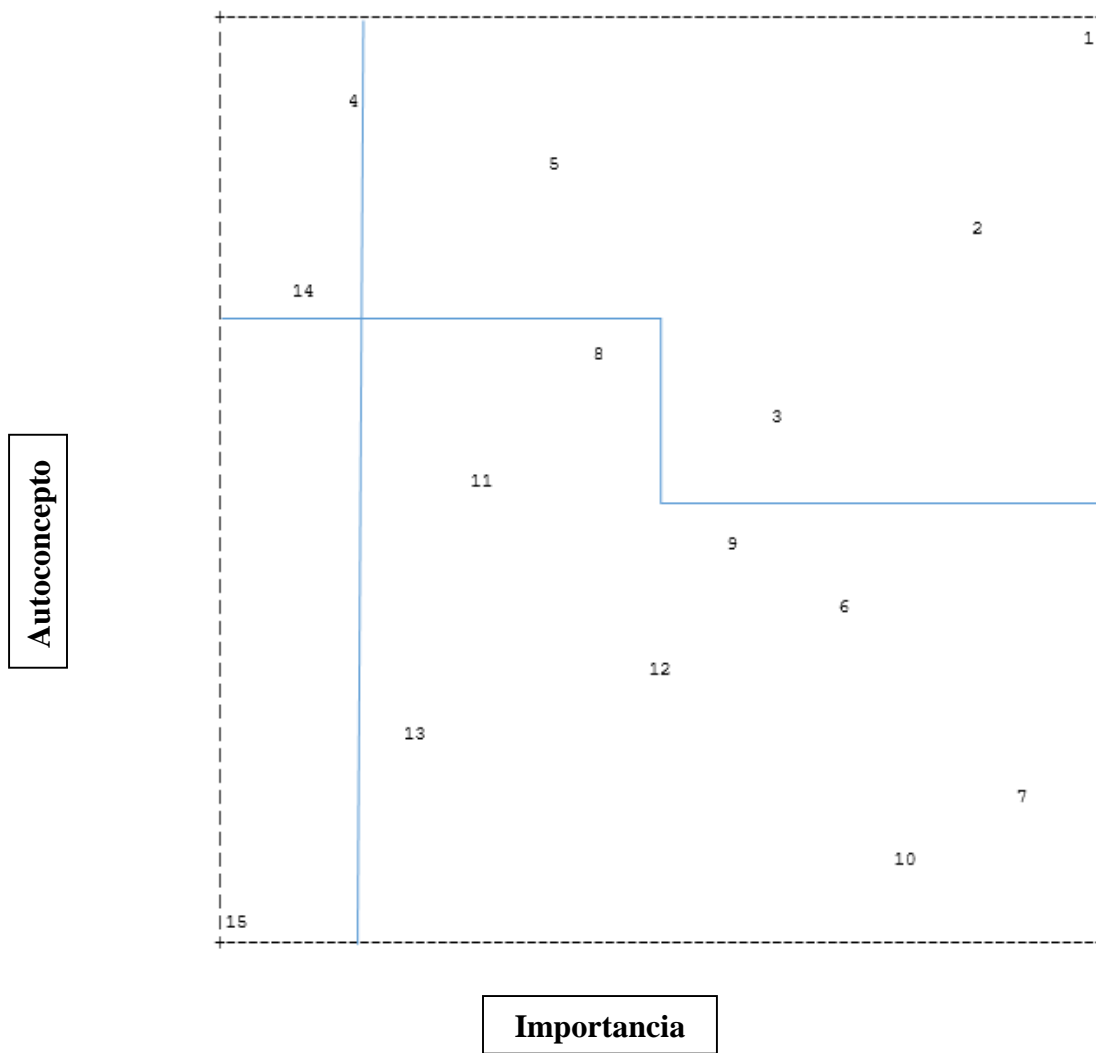
En el Mapa POSAC 2, de la categoría importancia de la ciencia, se hizo una partición que genera dos regiones, la derecha con 11 estudiantes con puntajes de 4 y 5 y la izquierda con 2 estudiantes con puntajes de 2 y 3, en este caso, se escogió esta categoría por ser la que mayor correlación tuvo con el eje X. Este mapa muestra que el 85% de los estudiantes considera importante el estudio de la ciencia.

Mapa POSAC 2. Diagrama del ítem importancia de la ciencia.



En el Mapa POSAC 3 se tiene el mapa POSAC general del grupo; en él, se puede evidenciar que hay 3 perfiles que presentan alta importancia y alto autoconcepto (cuadrante superior derecho), 2 perfiles con baja importancia y alto autoconcepto (cuadrante superior izquierdo) y 8 perfiles con alta importancia y bajo autoconcepto. Los numerales 1 y 15 no corresponden a ningún individuo, pues son perfiles que el programa Hudap incluye por defecto.

Mapa POSAC 3. Prueba de entrada de actitudes con particiones.



b) Análisis POSAC de la prueba de salida

Para establecer un comparativo con la prueba de entrada, en la Tabla 13 se observan los coeficientes de monotonía de la prueba de salida, que dan cuenta de una disminución de la relación entre las categorías trabajos prácticos e interés y un aumento de la relación entre trabajos prácticos y autoconcepto frente al aprendizaje de la química (0,85), además, se alcanza la mayor relación, (con un puntaje de 1,0) entre importancia de la ciencia con autoconcepto y trabajos prácticos.

Tabla 13. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems de la prueba de salida de actitudes.

		1	2	3	4	5	6
	I						
<u>MED?INT</u>	1 I	1.00					
<u>MED?AUTO</u>	2 I	.82	1.00				
<u>MED?PRAC</u>	3 I	.49	.85	1.00			
<u>MED?EXTR</u>	4 I	.36	.30	-.22	1.00		
<u>MED?FUT</u>	5 I	.24	.43	-.03	.87	1.00	
<u>MED?IMPO</u>	6 I	.67	1.00	1.00	-.21	-.11	1.00

Por otra parte, en la tabla 14 se observa que el eje X correlaciona con ciencia fuera de la escuela y el eje Y correlaciona con trabajos prácticos e importancia de la ciencia.

Tabla 14. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems frente a los ejes de la prueba de salida de actitudes.

Coefficient of weak monotonicity between each observed item and the factors :
 J (i.e. X+Y), L (i.e. X-Y), X, Y, P (i.e. Min(X,Y)), Q (i.e. Max(X,Y))

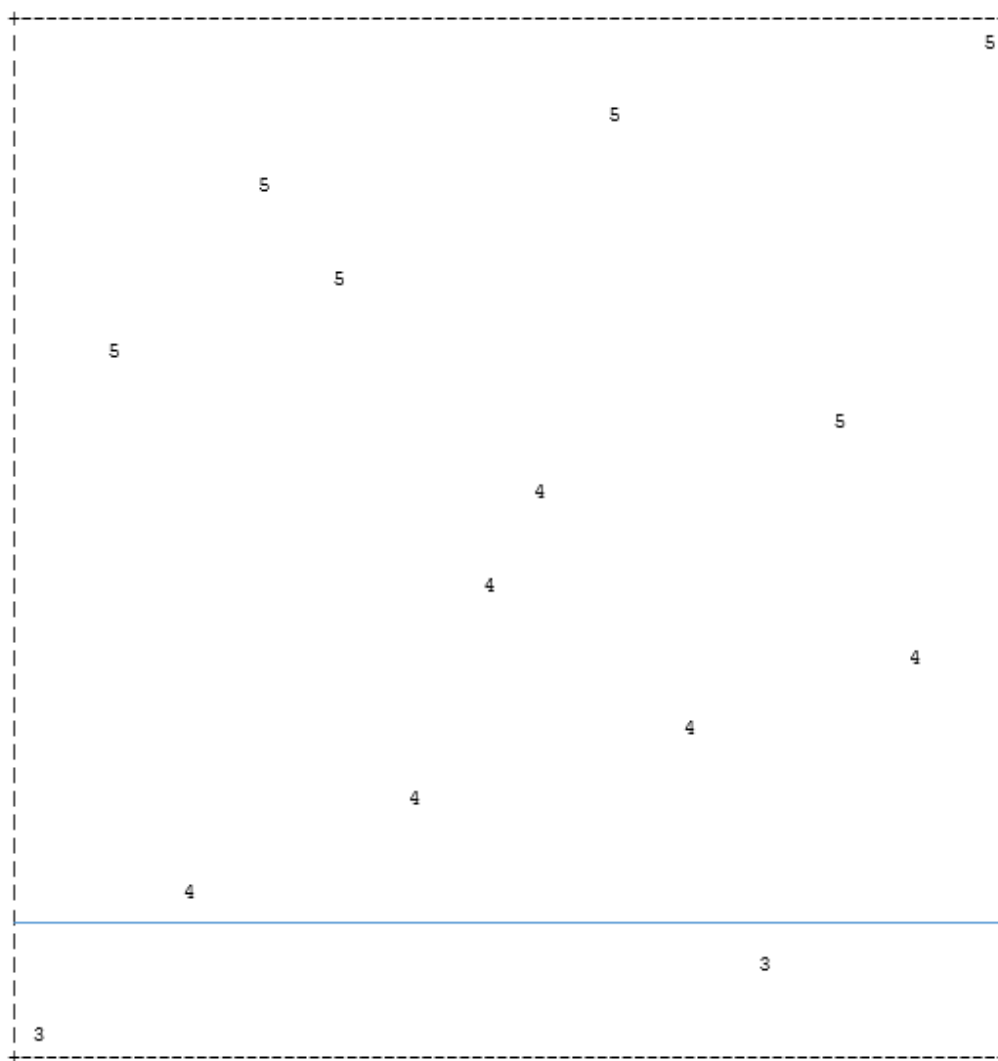
Item name		J	L	X	Y	P	Q
<u>MED?INT</u>	1	.85	-.32	.40	.76	.82	.73
<u>MED?AUTO</u>	2	.94	-.49	.47	.91	.99	.68
<u>MED?PRAC</u>	3	.85	-.87	-.04	1.00	.66	.80
<u>MED?EXTR</u>	4	.88	.75	.99	.15	.64	.92
<u>MED?FUT</u>	5	.89	.67	.95	.22	.76	.84
<u>MED?IMPO</u>	6	.94	-.70	.39	1.00	.99	.76

Una vez obtenido el Mapa POSAC 4 de la categoría trabajos prácticos que se analiza en forma específica por ser la que mayor correlación tuvo con el eje Y, se hizo una partición que genera dos regiones: una superior con 12 estudiantes con puntajes de 4 y 5 y otra inferior con 1 estudiante con un puntaje de 3. Por su parte, en el Mapa POSAC 6 se observa la otra categoría que tuvo alta correlación con el eje Y, que fue importancia de la ciencia, este último mapa tuvo una división similar que el Mapa POSAC 4.

Esta situación descrita en el párrafo anterior, evidencia que al final de la intervención didáctica, en los estudiantes hubo una relación significativa e indistinta (1,0) entre trabajo práctico e importancia de la ciencia, se podría inferir que el trabajo práctico promovió una visión

más social de ciencia, corroborando nuevamente lo planteado por Hodson (1994) quien considera que uno de los aspectos principales de la enseñanza de la ciencia es el aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia, desarrollando un entendimiento de ella, sus métodos, siendo conscientes de las *interacciones complejas entre ciencia y sociedad*.

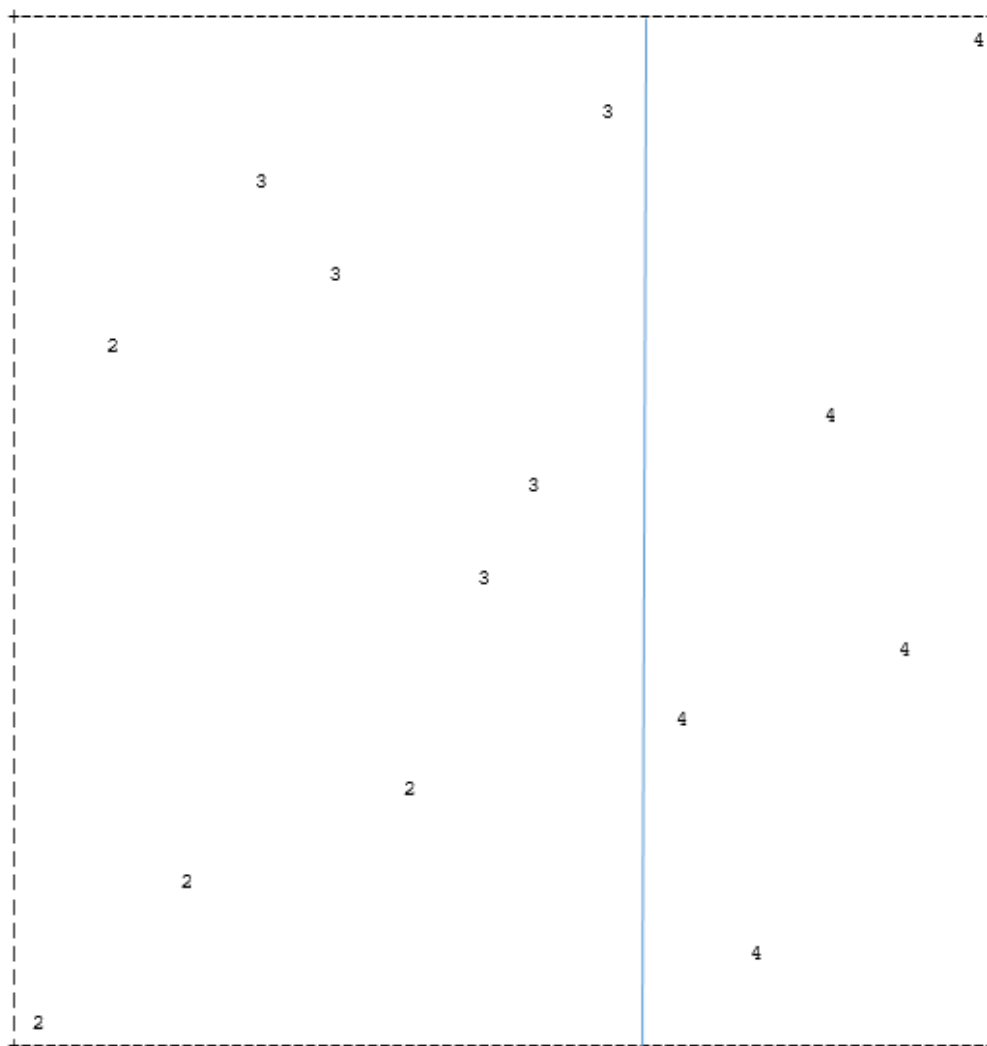
Mapa POSAC 4. Diagrama del ítem trabajo práctico/importancia de la ciencia.



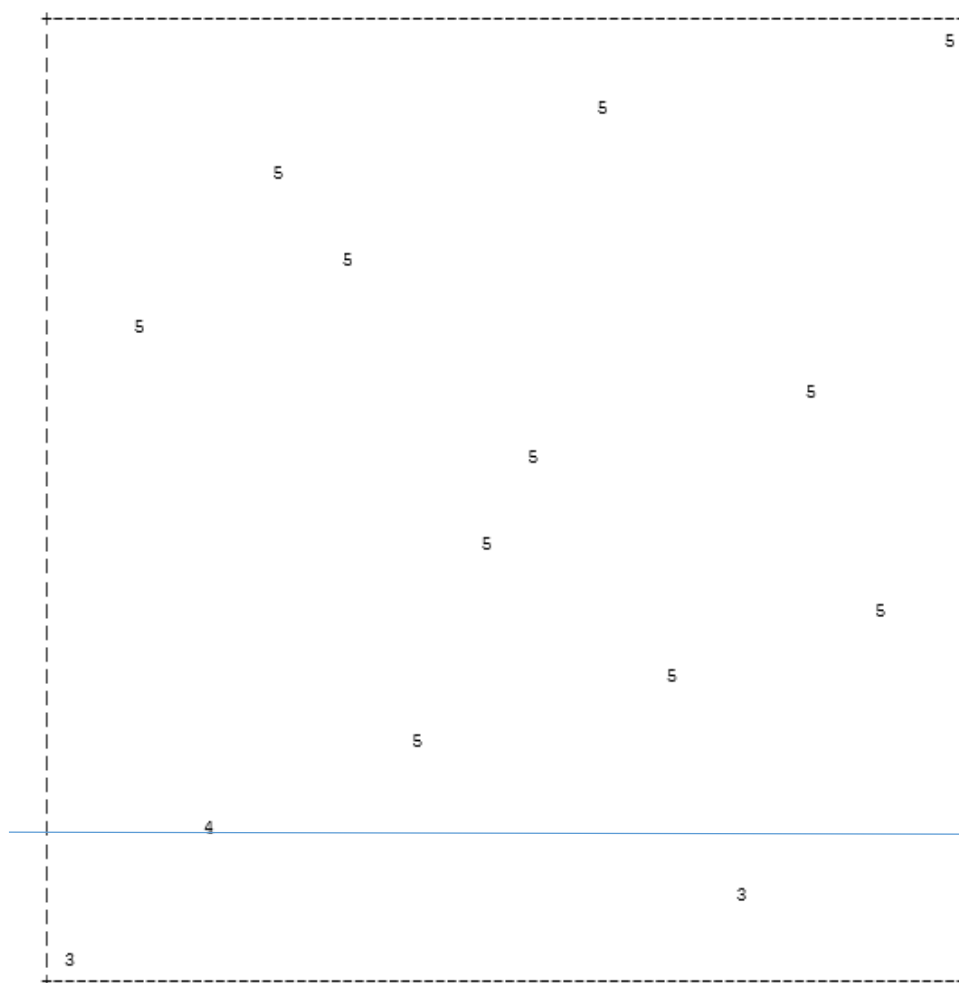
En el Mapa POSAC 5, que corresponde a la categoría participación extra en ciencia (de mayor correlación tuvo con el eje X) la partición produce dos áreas, la derecha con 5 estudiantes

con un puntaje de 4 y la izquierda con 8 estudiantes con puntajes de 2 y 3.

Mapa POSAC 5. Diagrama del ítem participación extra en ciencia.



Mapa POSAC 6. Diagrama del ítem importancia de la ciencia

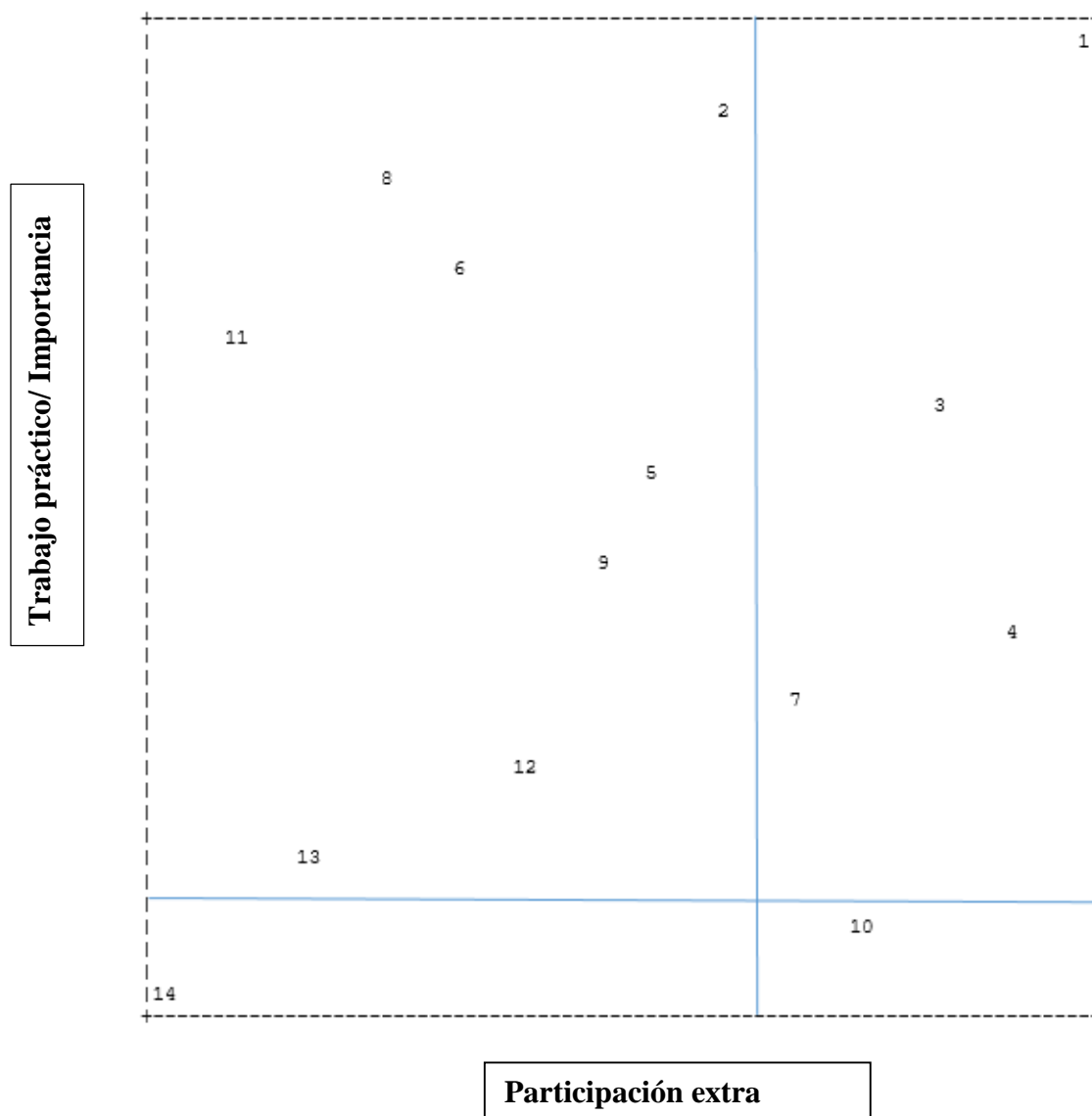


En el Mapa POSAC 7 se observa la migración de las categorías respecto al Mapa POSAC 3, pues el grupo objeto de estudio pasó de presentar alta importancia y autoconcepto, a presentar alto trabajo extra y trabajos prácticos/Importancia, esta última es una categoría que resulta de la fusión de dos categorías debido al puntaje de 1,00 en los coeficientes de monotonía débil presentados en la Tabla 14.

Respecto al instrumento de salida, se observó que 4 estudiantes presentaron altos puntajes en las categorías participación extra en ciencia y actividades prácticas/ importancia, (cuadrante superior derecho); por otro lado, 1 estudiante tuvo alta participación extra y baja actividad

práctica/ importancia, (cuadrante inferior derecho) y un total de 8 estudiantes tuvo una baja participación extra en la ciencia con alta actividad práctica/ importancia, (cuadrante superior izquierdo).

Mapa POSAC 7. Prueba de salida de actitudes con cuarteamientos.



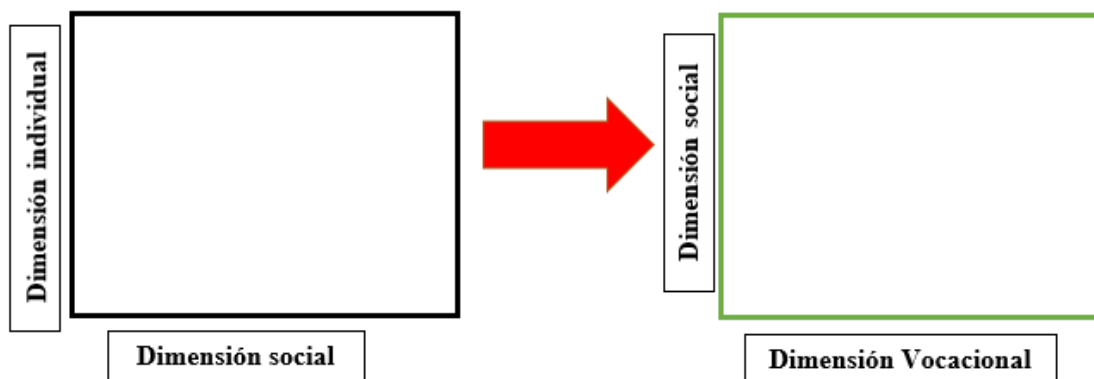
Al comparar el pre-post de la prueba de actitudes y direccionando los resultados de las categorías hacia las dimensiones de la Química Relevante, se podría decir que al inicio de la

investigación el grupo se pudo discriminar a partir de las categorías importancia y autoconcepto apuntando hacia las dimensiones Social e Individual respectivamente, pues enunciados de la categoría importancia hacen alusión a aspectos sociales de la ciencia, por ejemplo: La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad, la ciencia y la tecnología están ayudando a resolver problemas como la pobreza o la ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más fácil y más cómoda. Por otro lado, en la categoría autoconcepto se hace alusión a aspectos individuales respecto al aprendizaje, por ejemplo: La química me resultad difícil o aprendo rápido química.

En cuanto a la prueba de salida, el grupo se pudo discriminar a partir de las categorías trabajo extra y trabajo práctico/importancia, apuntando hacia las dimensiones vocacional y social respectivamente, pues enunciados de la categoría trabajo extra, hacen alusión a actividades fuera de la escuela de las cuales solo participaría una persona con vocación científica, por ejemplo: me gustaría hacer más actividades científicas fuera de la escuela o me gusta visitar los museos de ciencias. Ahora bien, en las categorías trabajo práctico/importancia se hace alusión a aspectos sociales, además de los ya mencionados sobre importancia en el párrafo anterior, para trabajo práctico se tienen enunciados como: El trabajo práctico en química es bueno porque puedo trabajar con mis amigos, apuntándole a un aspecto claramente social.

Con la intencionalidad de explicar la migración de las categorías se presenta la Figura 4, en la que se resume lo expuesto en los dos párrafos anteriores, además, dio paso a la selección de reactivos de la prueba de entrada de actitudes que más le apuntara a las dimensiones de la química relevante, así como se describió en la Tabla 6.

Figura 4. Migración de las categorías antes y después de la intervención didáctica.



Luego de haber analizado la migración de las categorías por dimensiones se procedió a hacer el análisis POSAC pre/post de la prueba de actitudes, ésta se presenta a continuación, pero teniendo en cuenta solo 15 reactivos de los 30 reactivos iniciales de la prueba de actitudes hacia la ciencia, esto con el fin de simplificar la información y utilizar los ítems que más respaldaran a las dimensiones individual, social y vocacional.

c) Análisis POSAC de la prueba de entrada con súper categorías

La Tabla 15, que da cuenta de los coeficientes de monotonidad entre las categorías deductivas, muestra escasa relación entre las dimensiones, en la que solo hay una correlación baja (de 0,29) entre la dimensión social y la individual.

Tabla 15. Coeficientes de monotonidad débil entre los ítems. Prueba de entrada por dimensiones

		1	2	3
		+-----		
	I			
<u>MED3IND</u>	1 I	1.00		
	I			
<u>MED3SOC</u>	2 I	-.29	1.00	
	I			
<u>MED3VOC</u>	3 I	.00	.00	1.00

Por su parte, en la Tabla 16 se observa que el eje X correlaciona con la dimensión vocacional y el eje Y con la dimensión social. Por lo tanto, a continuación, se presentan los mapas POSAC de la dimensión social y vocacional y el mapa global de la prueba de entrada con dimensiones.

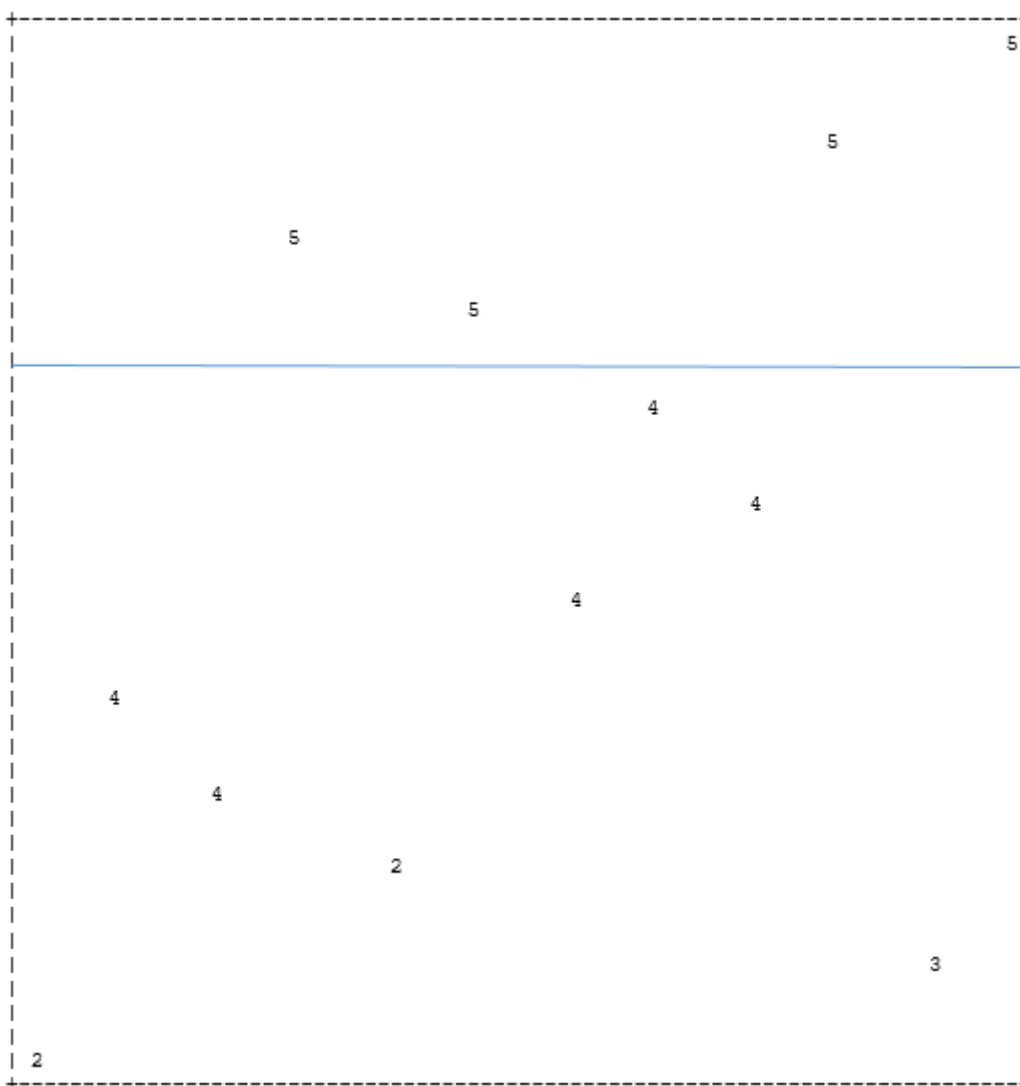
Tabla 16. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems frente a los ejes. Prueba de entrada por dimensiones

Coefficient of weak monotonicity between each observed item and the factors :
 J (i.e. X+Y), L (i.e. X-Y), X, Y, P (i.e. Min(X,Y)), Q (i.e. Max(X,Y))

Item name		J	L	X	Y	P	Q
MED?IND	1	.89	-.27	.60	.82	.82	.79
MED?SOC	2	.85	-.93	.03	.99	.80	.70
MED?VOC	3	.81	.88	.98	.00	.60	.79

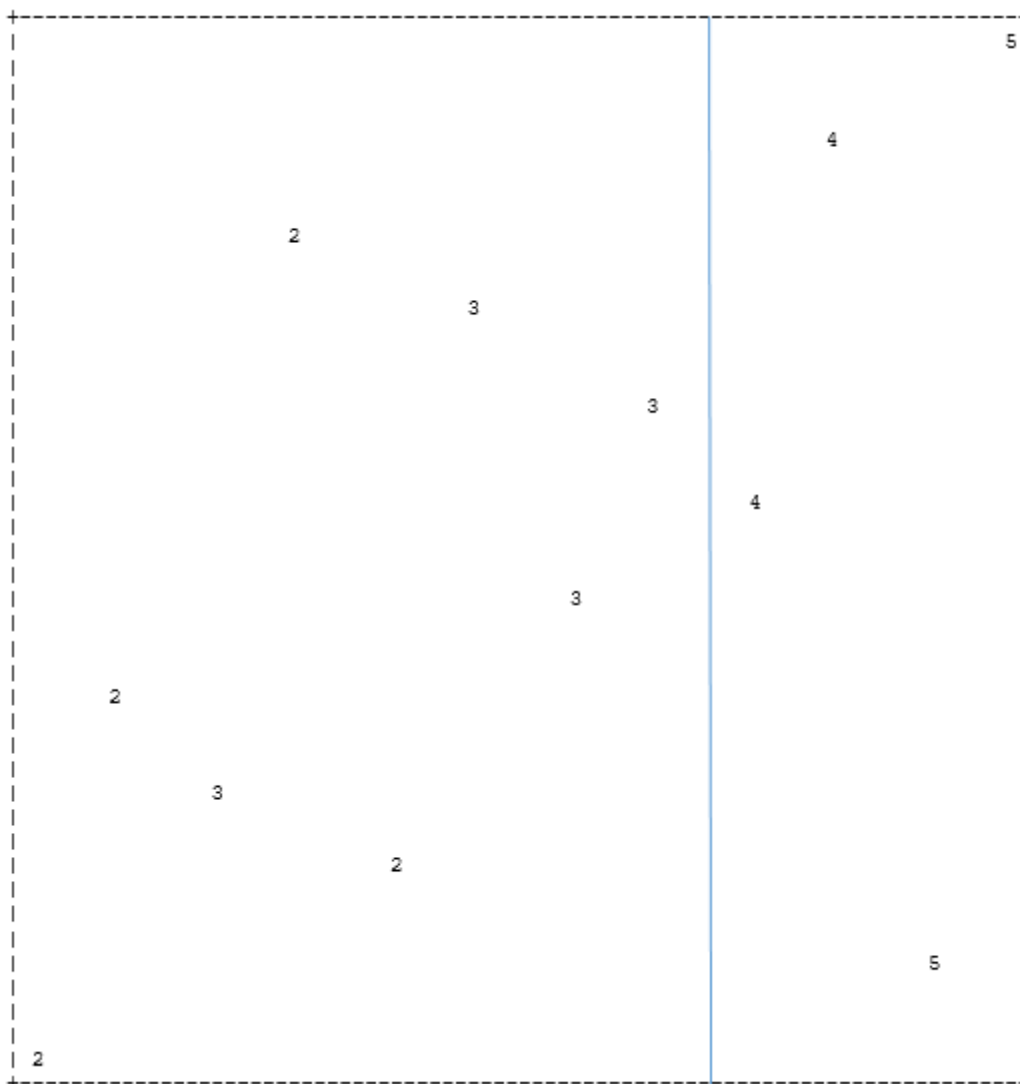
En el Mapa POSAC 8, que corresponde con la dimensión social (la de categoría de mayor correlación con el eje Y) genera dos regiones: una superior con 3 perfiles con un puntaje de 5 y la inferior con 7 perfiles, con puntajes de 2, 3 y 4.

Mapa POSAC 8. Diagrama del ítem social-entrada.



En el Mapa POSAC 9, que corresponde a la dimensión vocacional, se hizo una partición, para dos áreas, la derecha con 3 perfiles, con puntajes de 4 y 5 y la izquierda con 7 perfiles con puntajes de 2 y 3. Se escogió esta categoría por ser la que mayor correlación tuvo con el eje X.

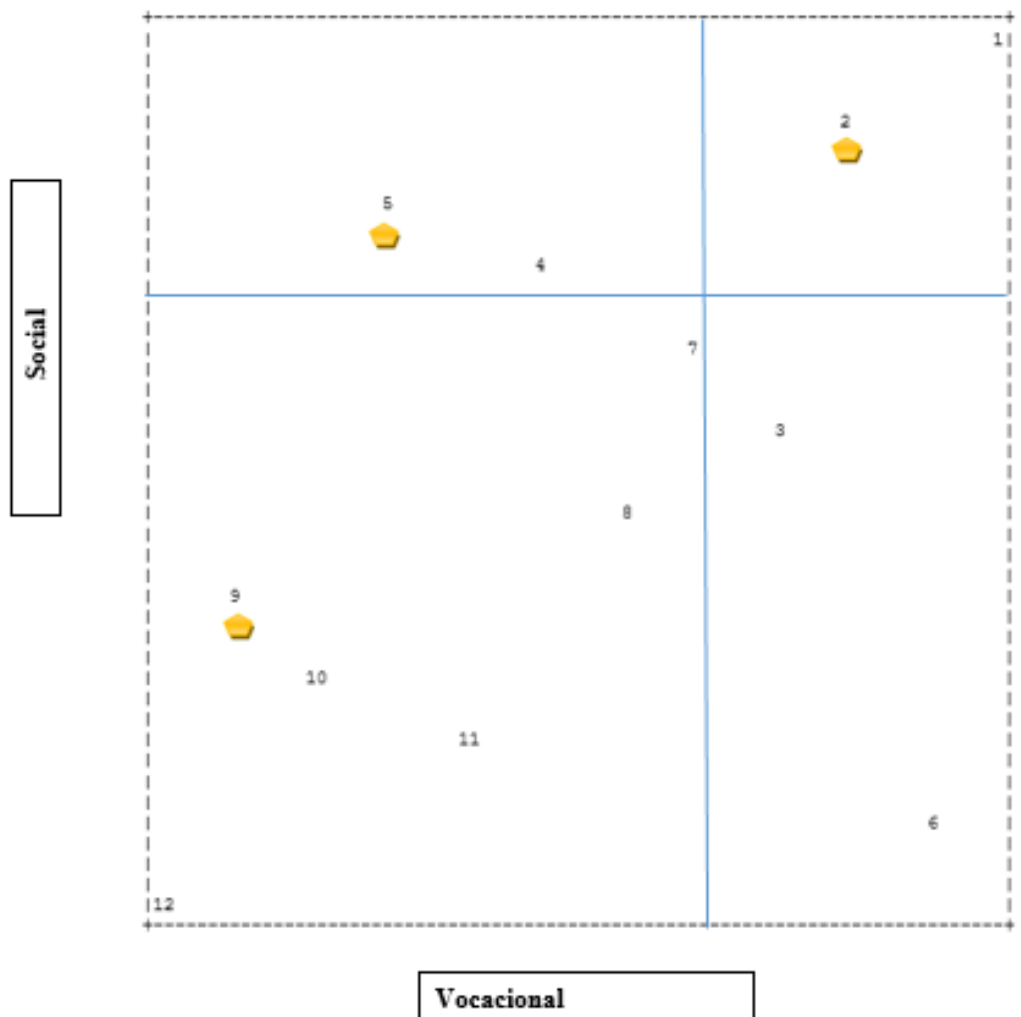
Mapa POSAC 9. Diagrama del ítem vocacional-entrada.



Por su parte, en el Mapa POSAC 10 se observan (señalados con pentágonos) los perfiles codificados con los números 2, 5 y 9, que se repitieron 2 veces, esto quiere decir que en el punto indicado representa dos estudiantes con respuestas iguales. Teniendo esto en cuenta, se puede decir que hubo 2 estudiantes con una alta de la dimensión vocacional y social (cuadrante superior derecho); hubo 3 con una baja dimensión vocacional y una alta dimensión social (cuadrante superior izquierdo); se observó que la mayoría de la población, 6 estudiantes, mostró una baja

dimensión vocacional y una baja dimensión social (cuadrante inferior izquierdo) y finalmente hubo 2 estudiantes con una alta dimensión vocacional y baja social (cuadrante inferior derecho).

Mapa POSAC 10. Prueba de entrada por dimensiones



d) Análisis POSAC de la prueba de salida con súper categorías

En la Tabla 17 se observa una correlación alta (de 1,00) entre las dimensiones social e individual, ésta es 0,71 puntos mayor que la correlación inicial, este cambio se podría explicar debido al gran número de actividades grupales que se propuso y la armonía que pudo generar el

trabajo en equipo, así como el darse cuenta de las implicaciones de los contaminantes emergentes en la biota, pues estas sustancias son una amenaza para cualquier grupo de organismos y al estudiarlos (su definición, sus efectos y sus posibles tratamientos) se pudo haber identificado que la ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad.

El resultado recién mencionado está alineado con la tesis de DeJong y Talanquer (2015), respecto a la idea de que la calidad del agua abre la puerta a discusiones sobre la contaminación y su impacto económico y social. El entendimiento de estas situaciones puede contribuir a la comprensión de cómo la química realmente funciona para la sociedad y crea una base fuerte de argumentos para discusiones sobre el problema de la contaminación del agua.

Tabla 17. Coeficientes de monotonicidad débil entre los ítems. Prueba de salida por dimensiones

		1	2	3
	I			
MED3IND	1 I	1.00		
	I			
MED3SOC	2 I	1.00	1.00	
	I			
MED3VOC	3 I	.00	-.50	1.00

Al observar los coeficientes de monotonicidad débil en la Tabla 18 se observa que el eje X correlaciona con la dimensión vocacional y el eje Y correlaciona con las dimensiones individual y social.

Tabla 18. Coeficientes de monotonicidad débil frente a los ejes. Prueba de salida por dimensiones

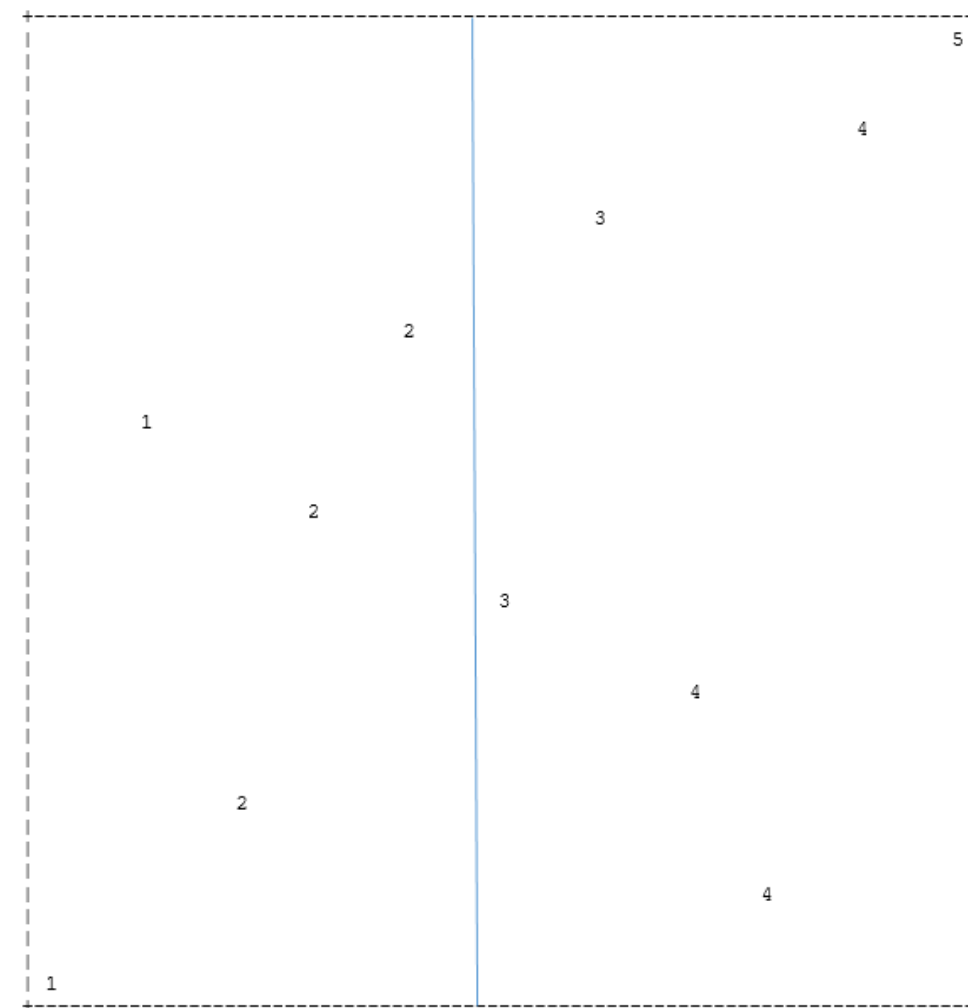
Coefficient of weak monotonicity between each observed item and the factors:
J (i.e. X+Y), L (i.e. X-Y), X, Y, P (i.e. Min (X, Y)), Q (i.e. Max (X, Y))

Item name		J	L	X	Y	P	Q
MED3IND	1	.96	-.90	.46	1.00	.94	.89
MED3SOC	2	.92	-.95	.26	1.00	.97	.72
MED3VOC	3	.89	.89	1.00	.35	.78	.93

En el Mapa POSAC 11, que corresponde a la dimensión vocacional, se hizo una partición para generar dos regiones, la derecha con 5 resultados, con puntajes entre 3, 4 y 5 y la izquierda

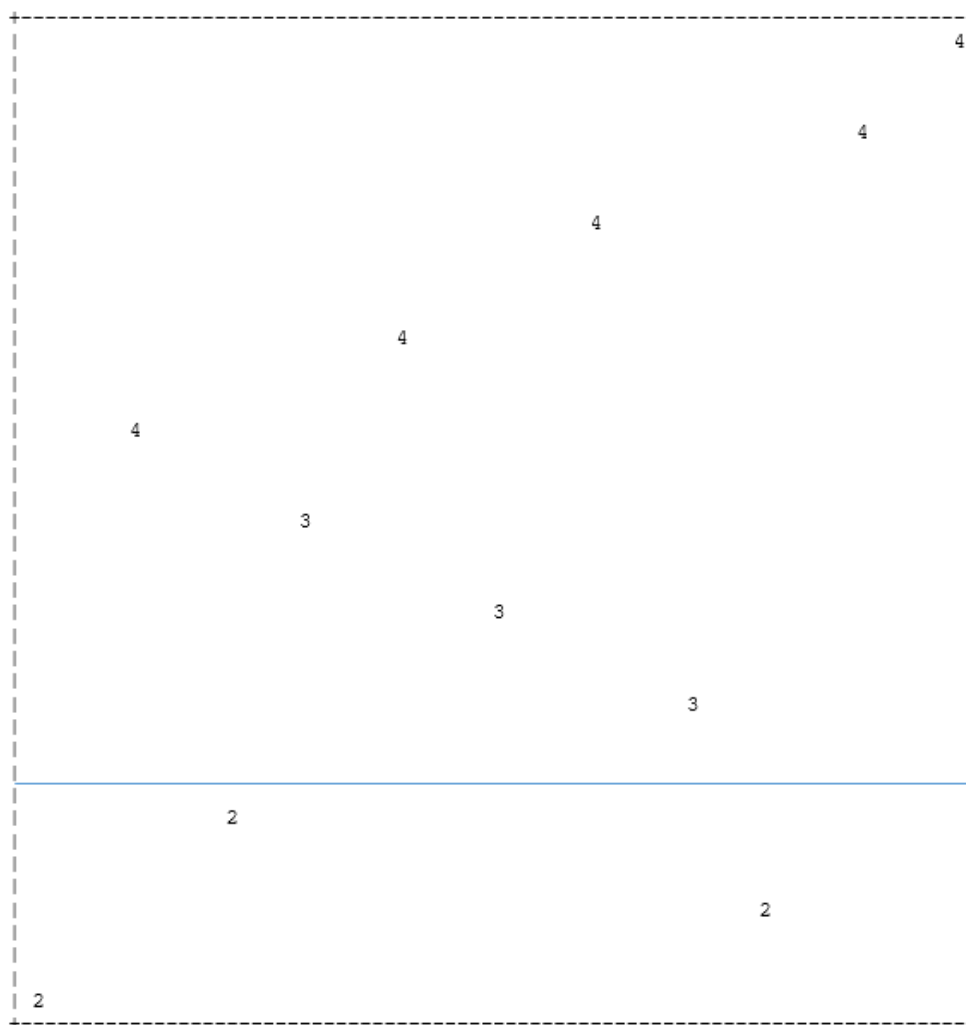
con 4 resultados con puntajes entre 1 y 2. Se escogió esta categoría por ser la que mayor correlación tuvo con el eje X.

Mapa POSAC 11. Diagrama del ítem vocacional-salida.

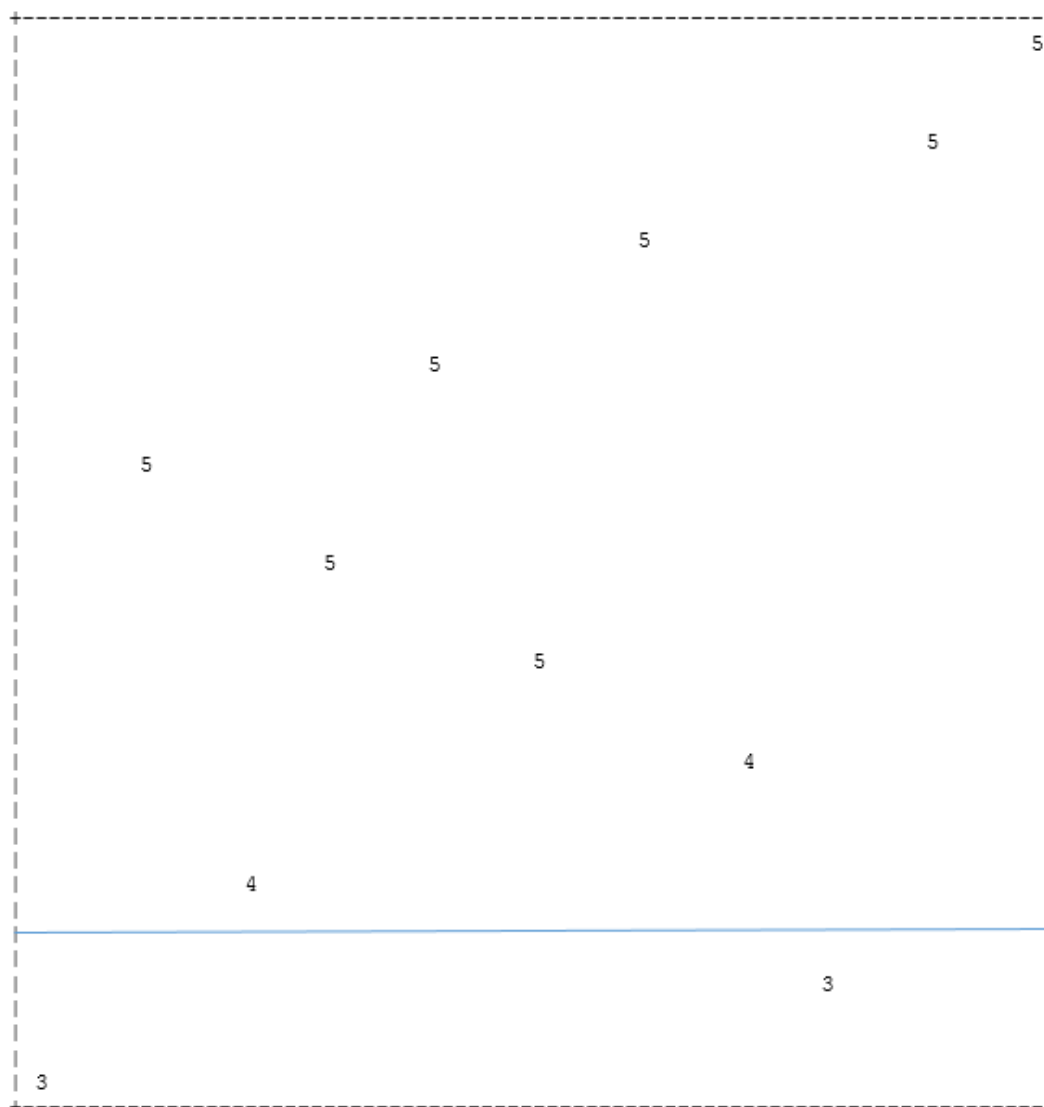


En el Mapa POSAC 12 y el Mapa POSAC 13, que corresponden con la dimensión individual y social respectivamente, se plantean dos regiones, la superior con la mayoría de los resultados con puntajes de 3, 4 o 5 y la inferior con 1 o 2 resultados con puntajes de 2 o 3. Se escogieron estas categorías por ser las que mayor correlación tuvieron con el eje Y.

Mapa POSAC 12. Diagrama del ítem individual-Salida.



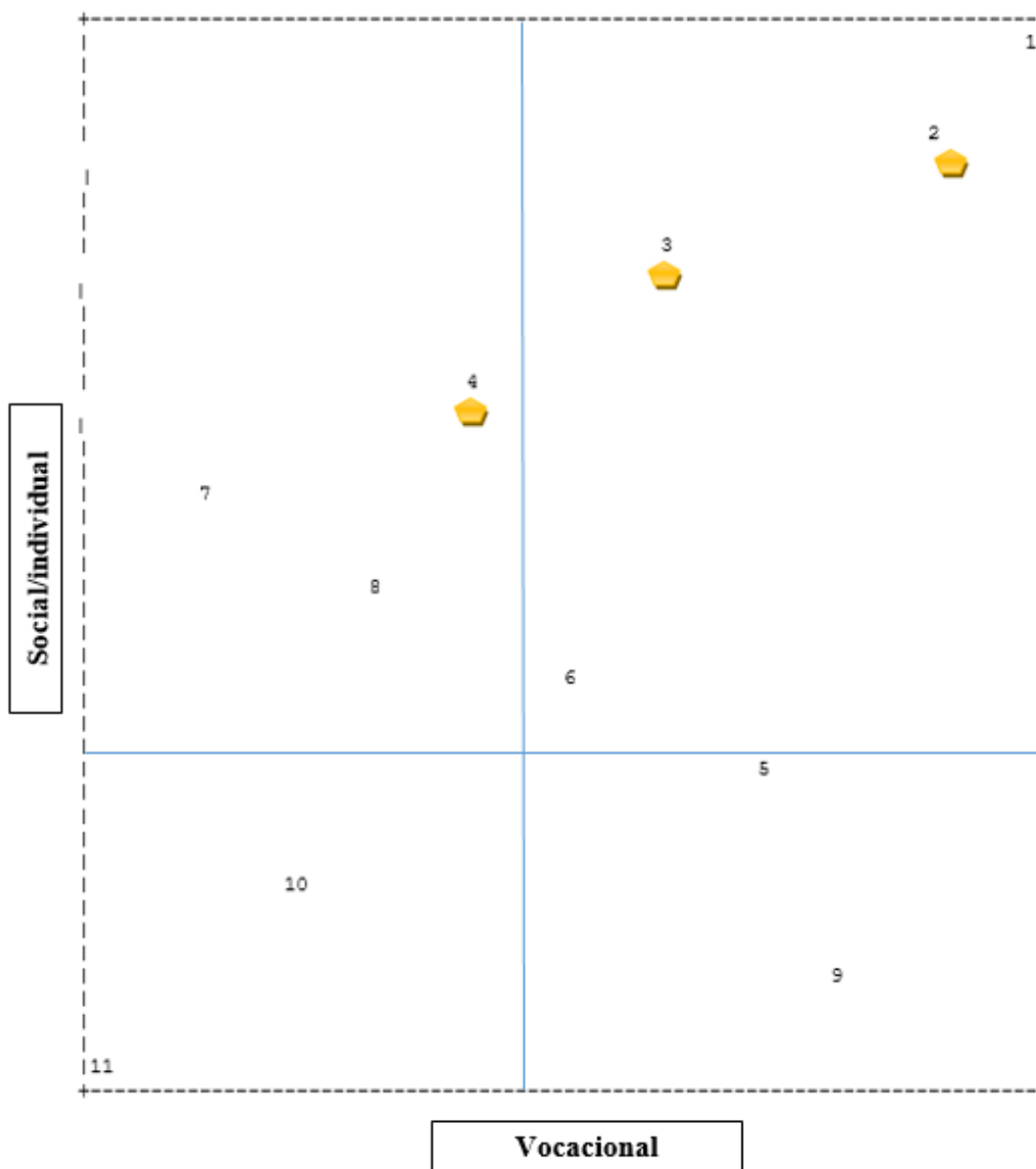
Mapa POSAC 13. Diagrama del ítem social-salida.



En el Mapa POSAC 14, **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observan señalados con pentágonos los números 2, 3 y 4, que fueron perfiles con frecuencia 2; teniendo esto en cuenta, se puede decir que hubo 6 estudiantes con una alta dimensión vocacional y social/individual (cuadrante superior derecho); 4 con una baja dimensión vocacional y una alta dimensión social/individual (cuadrante superior izquierdo) y 1 estudiante con una baja dimensión vocacional y una baja dimensión social/individual (cuadrante inferior izquierdo) y finalmente hubo

2 estudiantes con una alta dimensión vocacional y baja social/individual (cuadrante inferior derecho).

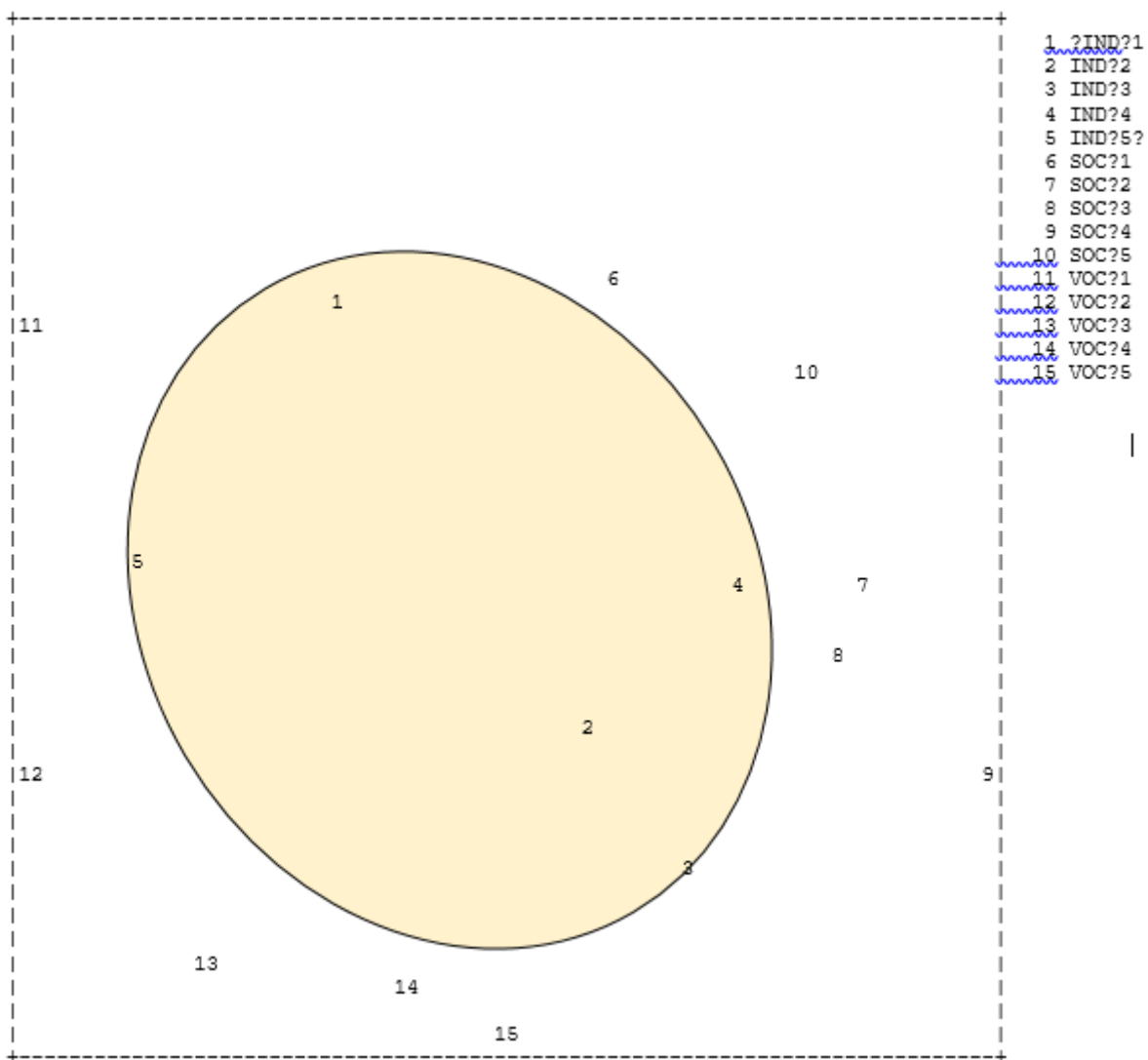
Mapa POSAC 14. Diagrama de salida por dimensiones



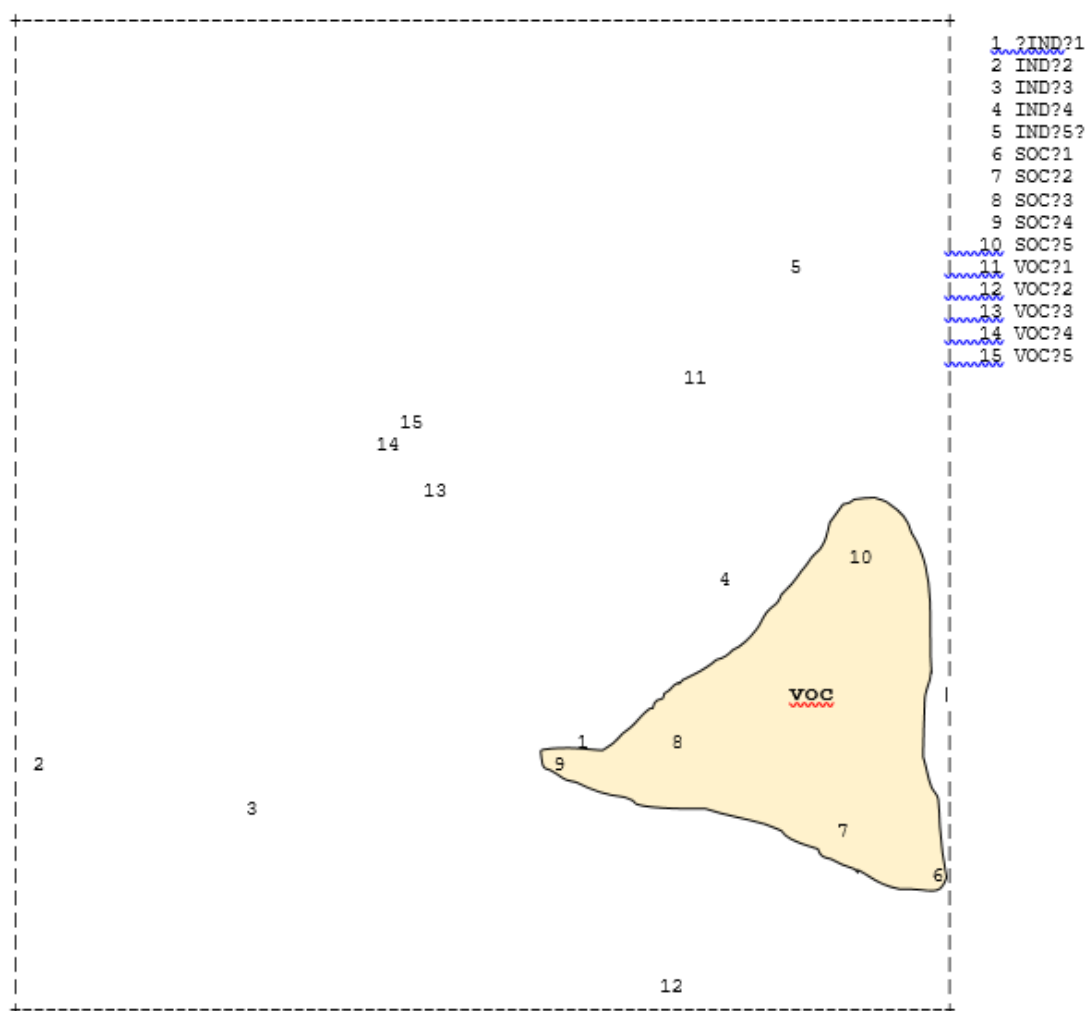
Se observa que aumentó el número de estudiantes del cuadrante superior derecho (Mapa POSAC 14) respecto a la prueba de entrada por dimensiones representada en el Mapa POSAC

10, esto indica que la dimensión que tuvo un cambio significativo fue la dimensión social, esto se corrobora con los diagramas SSA (Mapa SSA 1y Mapa SSA 2) que se presentan a continuación.

Mapa SSA 1. Prueba de entrada con dimensiones



Mapa SSA 2. Prueba de salida con dimensiones.



Para evaluar si hubo diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de los resultados antes y después haciendo las comparaciones por dimensión (social, individual y vocacional) se aplicó la prueba estadística test de Wilcoxon que es el equivalente no paramétrico a la prueba t de student; en el Anexo 3, se presentan los resultados que arrojó el paquete SPSS (Statistics Per Social Sciences™). En síntesis y comparando las medianas pre y post de la dimensión individual, la prueba de hipótesis arroja una probabilidad de 1,000 que es mayor que el nivel de significancia seleccionado ($\alpha= 0,05$) lo que obliga a conservar la hipótesis nula, es

decir, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre la mediana antes y la mediana después, igual ocurrió con la dimensión vocacional que arroja una probabilidad de 0,957.

Por otro lado, la dimensión social sí generó una probabilidad de 0,020, menor que el nivel de significancia que obliga a concluir que si hubo una diferencia importante en lo relacionado con la dimensión social (mediana antes: 4 y mediana después: 5).

Todo lo anterior ratifica que la migración fundamental ocurrió para la dimensión social únicamente, lo que confirman los mapas SSA (Mapa SSA 1 y Mapa SSA 2) en los que el estadío antes presenta fusionadas las categorías vocacional y social separadas de la dimensión individual, y el estadío después presenta fusionadas las categorías individual y social y separada, esta vez, la dimensión social.

4.2 De los ensayos de carácter argumentativo/expositivo sobre contaminantes emergentes.

A partir de los ensayos sobre contaminantes emergentes, se muestran los promedios de los resultados por cada categoría se muestran en la Tabla 19:

Tabla 19. Resultado del trabajo argumentativo a través de ensayos sobre el tema de contaminantes emergentes.

Criterios	Máximo puntaje	Puntaje obtenido
Extensión mínimo 1000 palabras	10	9,14
Definición de contaminante	10	9,29
Contaminantes más comunes (ejemplos)	15	13,43
Efectos de contaminantes	20	17,71
Conclusión realista	20	17,43
Citación apropiada	5	3,43
Referencias	5	3,57
Coherencia, cohesión y estilo	15	12,29
Total	100	86,29

Según la tabla anterior, se puede decir que el desempeño de los estudiantes en el ensayo fue alto, se observan ciertas dificultades en citación y referenciación debido a especificaciones de las normas APA con las que los estudiantes no están muy familiarizados, pero se vio que describieron los tipos, los efectos y las posibles soluciones al problema de los contaminantes emergentes (Anexo 4).

4.3 De los reportes de laboratorio.

Para los reportes de laboratorio, se evaluaron los trabajos sobre titulación y cinética química, en estos trabajos se querían desarrollar ideas conceptuales de química tales como: concentración, soluto, solvente, titulación, procedimientos estandarizados, reacción química, reacción exotérmica, cinética química y energía de activación frente a la idea contextual de “la calidad del agua”, para las que se obtuvieron los siguientes promedios generales por ítem:

Tabla 20. Promedio de valores obtenidos para los reportes de laboratorio desarrollados por los estudiantes.

Aspecto	Valor máximo	Valor promedio obtenido reporte de titulación	Valor promedio obtenido en el reporte de cinética química
Título	2	1	2
Abstract	10	7,5	6,25
Introducción	20	13	9,5
Materiales	2	1,75	2
Procedimiento	3	2,25	2
Resultados	30	22,5	15
Conclusiones	30	22,5	13,75
Referencias	3	1,75	1
Totales	100	72,25	51,5

Respecto a los reportes de laboratorio (Anexo 5), se observa que el puntaje más bajo se dio en la sección de resultados del laboratorio sobre cinética química, en esta práctica se debía calcular la energía de activación de la reacción entre el yoduro de potasio y el peróxido de hidrógeno a partir de la ecuación de Arrhenius, para la que se evidenció dificultad en el tratamiento matemático de los datos, debido a que los estudiantes debían deducir la pendiente de la gráfica del logaritmo natural del recíproco del tiempo de reacción vs. la temperatura y convertirla en KiloJoules.

Por otro lado, respecto al informe sobre titulación, los estudiantes relacionaron intuitivamente la práctica de laboratorio con el problema de los contaminantes emergentes, pues mencionaron que el objetivo era “mejorar el pH de una muestra contaminada” y en la conclusión mencionan que se trataba de “una muestra hipotética de agua contaminada” a pesar de haber tenido dificultades en determinar la concentración de la sustancia titulada.

4.4 Análisis de Informe final de investigación (infografías)

Se evaluaron las infografías (Anexo 6) sobre contaminantes emergentes, para las que se obtuvieron los siguientes promedios generales por ítem:

Tabla 21. Promedio de valores obtenidos para las infografías desarrolladas por los estudiantes.

Aspecto	Valor máximo	Valor promedio obtenido en la infografía
Título	5	4
Explicación de problemática	10	9
Relación con el análisis de agua hecha en el colegio	15	8,75
Planteamiento de soluciones	30	19,5
Creatividad	30	22,5
Ortografía y redacción	5	4,25
Referencias	5	4,25
Total	100	72,25

Los estudiantes hicieron una presentación de sus infografías, se observó una mejora en la manera de explicar el problema de los contaminantes emergentes, evidenciado en un dominio del vocabulario técnico y en el planteamiento de posibles soluciones.

4.5 Análisis del cuestionario sobre la relevancia de la educación en ciencias (ROSE test) (Sjøberg, & Schreiner, 2010).

El test ROSE (Anexo 7) se aplicó con el fin de analizar al grupo objeto de estudio al final de la intervención didáctica (en este caso, al final de grado décimo) para evaluar la efectividad de la propuesta según las dimensiones individual, social y vocacional y plantear algunas acciones que permitieran mejorar ciertos aspectos encontrados (para grado undécimo) como el caso del alto interés por temas pseudocientíficos (Tabla 24).

En tal sentido, una vez documentada la base de datos en un archivo de Excel los resultados obtenidos para cada reactivo fueron codificados con un baremo que ponderaba el grado de acuerdo o de interés con el enunciado respectivo.

4.5.1 Respecto a la dimensión individual

Dentro de la dimensión individual, se presentan algunas secciones del test ROSE con el fin de analizar en los estudiantes su interés o curiosidad por temas científicos o pseudocientíficos, y la relevancia de la ciencia del colegio en su vida personal.

- *La relevancia del tema relacionado con calidad del agua*

La Tabla 22 y la Tabla 23 muestran un comparativo entre resultados para los temas que los estudiantes del colegio Ekirayá y un grupo de estudiantes en Finlandia consideran más relevantes, se observó que para el grupo focal del colegio Ekirayá el tema del estudio de la

calidad del agua resultó más relevante que para el grupo de Finlandia, pues mostró una relevancia promedio de 3,0 frente a una de 2,6.

Teniendo en cuenta lo anterior, también se identificó el alto interés por el manejo de basuras, desechos y aguas residuales, con un puntaje de 2,9, un resultado coherente con el tema en el que se hizo énfasis en las actividades de aprendizaje, los contaminantes emergentes, su definición, tipos, efectos en la biota y posible tratamiento.

Tabla 22. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre los temas que los estudiantes desean aprender en el colegio Ekirayá educación Montessori

Estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá		
	<i>Tema</i>	<i>Relevancia (promedio)</i>
1	Descubrimientos e inventos recientes en ciencia y tecnología	3,5
2	Uso medicinal de plantas y descubrimientos e inventos que han cambiado al mundo	3,3
3	Que se puede hacer para asegurar aire puro y agua potable segura	3,0
4	Como la tecnología sirve para manejar basuras, desechos y aguas residuales	2,9
5	Los posibles daños de la radiación de celulares y computadores y Cultivos orgánicos	2,8
6	Efectos del tabaco y el alcohol en el cuerpo y producción, conservación y almacenamiento de comida	2,7
7	Efecto de narcóticos en el cuerpo	2,6
8	La capa de ozono y los daños que los humanos le pueden causar	2,5
9	Colores del atardecer en el cielo	2,4
10	El efecto invernadero y como se transforma por acción humana y Riesgos y beneficios de aditivos alimentarios	2,3
11	Simetría y patrones en hojas y flores	2,2
12	Detergentes, jabones y cómo funcionan	2
	Relevancia media	2,7

Tabla 23. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). sobre los temas que los estudiantes desean aprender en Finlandia.

Finlandia (Lavonen, Byman, Uitto, Juuti, & Meisalo,2010)		
	Tema	Relevancia (promedio)
1	Efecto de narcóticos en el cuerpo	2,7
2	Que se puede hacer para asegurar aire puro y agua potable segura y Efectos del tabaco en el cuerpo	2,6
3	Los posibles daños de la radiación de celulares y computadores y Colores del atardecer en el cielo	2,3
4	Como la tecnología sirve para manejar basuras, desechos y aguas residuales	2,2
5	La capa de ozono y los daños que los humanos le pueden causar y El efecto invernadero y como se transforma por acción humana y Riesgos y beneficios de aditivos alimentarios	2,2
6	Detergentes, jabones y cómo funcionan	1,9

- *Respecto al interés por temas pseudocientíficos*

A continuación, se observa que el interés por temas pseudocientíficos (Tabla 24) fue mayor que el interés por temas científicos (comparando las relevancias promedio); la posible razón de este resultado puede estar influenciada por varios factores, entre ellos, el efecto de los medios de comunicación, pues a través de internet, radio y televisión se puede obtener información no científica.

Por otro lado, es comprensible cómo las creencias personales están relacionadas con lo que se ve en los medios de comunicación, en la medida que las personas seleccionan los medios que reflejan y refuerzan sus intereses (Erikson y Tedin 2011, citado en Moral, 2016).

Tabla 24 Respuestas del Numeral C del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). Relevancia que se le da a los temas pseudocientíficos en el colegio Ekirayá-educación Montessori.

Estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá		
	<i>Tema</i>	<i>Relevancia (promedio)</i>
1	Misterios no resueltos del espacio exterior	3,42
2	Por qué soñamos cuando dormimos y qué significan los sueños	3,08
3	Vida y muerte del alma humana	3,0
4	Lectura de mente, sexto sentido, intuición, etc	2,83
5	Brujas y fantasmas y si podrían existir y astrología, horóscopos y si los planetas pueden influenciar a los seres humanos	2,75
7	Terapias alternativas (acupuntura, homeopatía, yoga, etc.) y qué tan efectivas son	2,42
	Relevancia media	2,89

Teniendo en cuenta este resultado, se podría pensar en la teoría de cultivación (Gerbner 1987; Morgan y 1999 Shanahan citado en Moral, 2016) que propone que los medios de comunicación afectan ligeramente a las percepciones del consumidor, quizás por la repetición de mensajes y los puntos de vista relativamente restringidos que aparecen en la televisión comercial.

En tal sentido, algunos ejemplos actuales se pueden ver en programas sobre Cazafantasmas, programas de tarot, consultas sobre el horóscopo y algunos shows de impacto global como el de Oprah Winfrey: la creyente de la pseudociencia que quiere ser presidenta de EE. UU (Redacción ciencia, 2018). Además, se suelen promocionar todo tipo de creencias pseudocientíficas sin aportar ningún punto crítico al respecto; a modo de ejemplo, el autismo que generan las vacunas, el movimiento que sostiene que la tierra es plana o los tratamientos médicos con medicinas homeopáticas.

Teniendo en cuenta la influencia de los medios en el contexto nacional también se tienen programas que promueven la pseudociencia, en la radio hay emisoras con secciones de programas dedicadas a la lectura del horóscopo o a la predicción del futuro a través de la fecha y hora de nacimiento de las personas, en la televisión también se han tenido personajes como el

“profesor Salomón” o “Janin” quienes usan la astrología para analizar la influencia de los astros en las personas.

Respecto a este resultado se hizo una última actividad, esta consistió en mostrar a los estudiantes un video sobre lo que es ciencia y lo que no es ciencia, presentado por el doctor Javier J. de la Rosa en la Segunda sesión del VI Curso de Divulgación Avances de la Química y su impacto en la Sociedad, desarrollado en la ciudad de Madrid (Avances Química Sociedad, 2017). En la charla, el conferencista insiste en la idea de que en ciencia no existen verdades absolutas, la ciencia no lo puede probar todo, pues ni siquiera los teoremas matemáticos de incompletitud tienen una demostración y en tal sentido, todo lo que se debe cuestionar abiertamente.

Según lo anterior, es relevante que los seres humanos se hagan preguntas como ¿Quiénes somos?, ¿de dónde venimos?, ¿a dónde vamos? y se las respondan desde el ámbito de las ciencias, en el entendido que la ciencia se basa en desarrollar un método para conocer la verdad, el profesor de la Rosa se fundamenta en una visión Popperiana a lo largo de la charla en la que defiende la falsación, o, dicho de otra manera, refutación. Un ejemplo sobre la comprensión de las ciencias es el entendimiento del desarrollo de los cultivos transgénicos, pues la oposición a su desarrollo viene siendo algo más ideológico y reforzado por publicidad, en ocasiones engañosa, pues por ejemplo hay carteles de manzanas transgénicas, cuando se sabe que no existen.

En este sentido, para tener una visión crítica y diferenciar lo que es ciencia y lo que no, el profesor Javier J. de la Rosa, presenta un ejemplo de lo que es la homeopatía y lo que es la alopatía. La homeopatía se consideraría junto con otras ciencias como la reflexología, la astrología o la acupuntura, una pseudociencia porque no hay registros ni reportes científicos que evidencien mejoras significativas en pacientes con enfermedades puntuales. Además, las

publicaciones en estos campos carecen de rigidez científica, ya que por ejemplo las muestras poblacionales para hacer los estudios no son significativas, esto indica que los estudios no tienen rigor estadístico. Desde la homeopatía, cuyo lema es lo similar cura lo similar, se tienen sustancias como “el muro de Berlín”, para tratar la depresión o “el canto de ballena” o “el caballito de mar”, estas pueden tener un metabolito activo de alguna sustancia, pero debido a las altas diluciones (que sobrepasan el número de Avogadro) con las que trabajan en estos laboratorios al final no se tiene sino un solvente que cumple más una función de placebo.

Respecto al efecto placebo, se tiene que es un efecto psicológico en el que los pacientes mencionan tener una mejora al recibir una sustancia que no tiene metabolitos activos; con lo anterior en mente y para defender la medicina tradicional y la farmacología, se debe tener en cuenta todo el proceso que acarrea el desarrollo de un medicamento antes de salir a la venta, ya que al inicio de un estudio de una enfermedad, se tiene un gran número de moléculas con posibles efectos, que luego se van filtrando hasta que queda un número pequeño de sustancias que se prueban en animales y luego en humanos con el fin de determinar la posología, los efectos secundarios o dosis letales de los fármacos; de este proceso se deduce el alto costo de ciertos fármacos pues es un proceso de años y de inversión científica y tecnológica.

Por último, gracias a los desarrollos de la farmacología, la expectativa de vida se ha prolongado notablemente desde que se potabilizó el agua, o se desarrolló la penicilina o las vacunas, por citar un ejemplo puntual, la vacuna contra la polio en 1963 permitió incrementar estadísticas de años de vida enormemente, así mismo la mortalidad infantil pasó de 1 de cada 6, del siglo XX a 1 de cada 300 en nuestros días (ibíd., 2017).

Así mismo, cabe mencionar que en algunas personas se hacen diagnósticos que no están reportados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) como alergia a las radiaciones

electromagnéticas o declararse alérgico a la lactosa o a la penicilina o al gluten sin haberse hecho las pruebas respectivas (ibíd., 2017).

- *Respecto al interés por las clases de ciencias del colegio*

En la Tabla 25 se observa que los estudiantes, al final de la intervención, reconocen varios aspectos positivos que les ha dado la ciencia del colegio como aumentar su curiosidad, su apreciación por la naturaleza o el efecto de la ciencia en la manera de vivir.

Tabla 25 Respuestas del Numeral F del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010). sobre la actitud hacia la ciencia que aprenden en el colegio.

Ítem	Relevancia Media (entre 1 y 4)
1. La ciencia del colegio es una materia fácil	2,83
2. La ciencia del colegio es interesante	2,75
3. La ciencia del colegio es fácil de aprender para mí	2,92
4. La ciencia del colegio me ha abierto los ojos hacia nuevos e interesantes trabajos	2,75
5. Me gusta la ciencia más que otras materias	2,17
6. Pienso que todo el mundo debería aprender ciencias en el colegio	3,50
7. Las cosas que aprendo en la clase de ciencias serán útiles en mi vida diaria	2,83
8. Pienso que la ciencia que estudio en el colegio mejorará mis opciones de carrera	2,83
9. La ciencia del colegio me ha hecho más crítico y escéptico	2,92
10. La ciencia del colegio ha incrementado mi curiosidad sobre cosas que todavía no podemos explicar	3,25
11. La ciencia del colegio ha incrementado mi apreciación de la naturaleza	3,00
12. La ciencia del colegio me ha mostrado la importancia de la ciencia en nuestra manera de vivir	3,33
13. La ciencia del colegio me ha enseñado a como tener cuidado de nuestra salud	2,83
14. Me gustaría ser científico	2,33

4.5.2 Respecto a la dimensión Social

En la Tabla 26, se observa una alta preocupación por los problemas ambientales por parte de los estudiantes, y además de asumir su responsabilidad frente dicha situación.

Tabla 26 Respuestas del Numeral D del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre la percepción de los problemas ambientales por los estudiantes del colegio Ekirayá educación Montessori

Ítem	Relevancia Media
1. Las amenazas al medio ambiente son asunto mío	3,42
2. Los problemas ambientales hacen que el futuro del mundo se vea sombrío y desesperado	3,00
3. Los problemas ambientales son exagerados	3,25
4. La ciencia y la tecnología pueden resolver todos los problemas ambientales	3,00
5. Estoy dispuesto a resolver problemas ambientales incluso si esto significa sacrificar muchos bienes	2,75
6. Personalmente puedo influir en lo que sucede con el medio ambiente	3,42
7. Todavía podemos encontrar soluciones a nuestros problemas ambientales	3,50
8. Los problemas ambientales se pueden resolver sin grandes cambios en nuestra forma de vida	2,08
9. Las personas deberían preocuparse más por la protección del medio ambiente	3,58
10. Es responsabilidad de los países ricos resolver los problemas ambientales del mundo	2,17
11. Creo que cada uno de nosotros puede hacer una contribución significativa a protección del medio ambiente	3,33
12. Los problemas ambientales deberían dejarse en manos de los expertos	1,75
13. Soy optimista sobre el futuro	3,25
14. Los animales deben tener el mismo derecho a la vida que las personas	3,58
15. Es correcto usar animales en experimentos médicos si esto puede salvar vidas humanas	2,50
16. Casi todas las actividades humanas son dañinas para el medio ambiente	2,67
17. El mundo natural es sagrado y debe dejarse en paz	3,17

4.5.3 Respecto a la dimensión vocacional

En la Tabla 27, se observa que los estudiantes quisieran tener autonomía, desarrollar y explotar su potencial, ayudar a otras personas y ser innovadores, esto podría deberse al efecto del contexto del colegio donde han estado expuestos a un discurso permanente sobre emprendimiento e innovación, debido a que el colegio Ekirayá es referente en la educación de

Colombia hoy en día por implementar el modelo pedagógico Montessori desde el jardín hasta el grado undécimo.

Teniendo en cuenta el párrafo anterior se precisa que el método Montessori es tanto un método como una filosofía de educación, que a su vez fue propuesto por la doctora María Montessori a partir de sus experiencias con niños en riesgo social, aspecto que se fundamenta en el respeto a la autonomía del estudiante y a la iniciativa personal, la autodisciplina del estudiante, el ejercicio constante de exploración y búsqueda de conocimientos, así como en una adquisición básica de los grandes aprendizajes y conocimientos. (Montessori, 2013)

Tabla 27. Respuestas del Numeral B del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) relacionado con el trabajo futuro de los estudiantes de grado décimo del colegio Ekirayá educación Montessori.

Ítem	Relevancia Media
1. Trabajar con personas en lugar de cosas	2,92
2. Ayudar a otras personas	3,33
3. Trabajar con animales	2,42
4. Trabajar en el área de protección ambiental	2,42
5. Trabajar con algo fácil y simple	1,92
6. Construir o reparar objetos usando mis manos	2,67
7. Trabajar con máquinas o herramientas	2,83
8. Trabajar artística y creativamente en el arte	2,42
9. Usar mis talentos y habilidades	3,58
10. Hacer, diseñar o inventar algo	3,33
11. Presentar nuevas ideas	3,42
12. Tener mucho tiempo para mis amigos	2,92
13. Tomar mis propias decisiones	4,00
14. Trabajar independientemente de otras personas	3,50
15. Trabajar con algo que considero importante y significativo	3,75
16. Trabajar con algo que se ajuste a mis actitudes y valores	3,67
17. Tener mucho tiempo para mi familia	3,17
18. Trabajar con algo que involucra un montón de viajes	2,92
19. Trabajar en un lugar donde algo nuevo y emocionante sucede con frecuencia	3,17
20. Ganar mucho dinero	3,25
21. Controlar a otras personas	1,92
22. Convertirme en famoso	2,00
23. Tener mucho tiempo para mis intereses, pasatiempos y actividades	3,33

4 Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de la presente investigación, organizadas de acuerdo a planos de análisis.

Sobre la pertinencia de los contaminantes emergentes como una temática relevante

Se concluye primeramente que el estudio de los contaminantes emergentes dentro de la química relevante puede ser pertinente, en la medida que es un contenido que está inmerso en la temática de calidad del agua, por ende, es de interés global, esto implica que independientemente de la vocación científica, un estudiante se preocupa por la calidad del agua y por los métodos para tratar las aguas residuales, así como se muestra en la *Tabla 22. Respuestas del Numeral E del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010)* sobre los temas que los estudiantes desean aprender en el colegio Ekirayá educación Montessori, en la que el tema de la calidad del agua y el tratamiento de agua residual tienen una alta relevancia 3,00/4,00 y 2.9/4.0 respectivamente.

Por otro lado, respecto a la pertinencia del estudio de los contaminantes emergentes, se concluye que su relevancia está relacionada con que es un área de reciente estudio que genera un impacto en los estudiantes por los variados efectos de estas sustancias antropogénicas en la biota (disfunción endocrina, alteraciones en el sistema reproductor, resistencia a los antibióticos, riesgo de cáncer, entre otros) y a su vez generó incertidumbre por los efectos de las sustancias que aún no han sido estudiadas, dando lugar a un incremento en la importancia de la ciencia en la sociedad, ya que los estudiantes reconocieron que a través de la ciencia se puede solucionar este tipo de amenazas, como se observó en la pregunta 4 de la *Tabla 26 Respuestas del Numeral D del Test Rose (Sjøberg, & Schreiner, 2010) sobre la percepción de los problemas ambientales*

por los estudiantes del colegio Ekirayá educación Montessori sobre la percepción de problemas ambientales, en la que se encontró una alta relevancia (3,0/4,0) al papel de la ciencia en la resolución de problemas.

Por último, respecto a la relevancia en el contexto educativo, en la que se deben consolidar las dimensiones individual, social y vocacional del estudiante en los aspectos intrínsecos y extrínsecos, tanto en el presente como en el futuro, fue pertinente situar el tema de contaminantes emergentes dentro de las *grandes ideas* de la química contextual y conceptual, en el marco contextual, hizo parte de la química relacionada con problemáticas ambientales y en el plano conceptual hizo parte de constructos como el de identidad química, que se refiere a cómo caracterizar las sustancias químicas.

Pertinencia de la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos en la investigación

La técnica POSAC fue de gran de gran utilidad para efectuar el análisis de las tendencias para las dimensiones en la muestra de estudiantes. Dicha técnica permitió generar perfiles y mapas tanto para la muestra general como para cada faceta desde la selección de reactivos y la aplicación del procedimiento del software Hudap. En los mapas se pudieron efectuar particiones, que a su vez explican el comportamiento relativo frente a las dimensiones de la química relevante. En tal sentido, la técnica SSA fue pertinente para analizar la promoción o la migración de las categorías que describen las dimensiones individual, social y vocacional de la química relevante.

Respecto a la caracterización de actitudes y dimensiones de la química relevante

Desde la caracterización de actitudes que se hizo a través de la aplicación pre/post del test de Barmby, Kind y Jones (2008), en los resultados se observó una migración de las categorías (ortogonales) importancia de la ciencia en la sociedad y autoconcepto frente al aprendizaje de la

química hacia las categorías participación extracurricular en ciencia y la fusión de las categorías importancia de la ciencia en la sociedad/importancia de los trabajos prácticos.

Al refinar el cuestionario con los reactivos que apuntaban a las dimensiones individual, social y vocacional específicamente, el grupo objeto de estudio también tuvo una migración desde las dimensiones vocacional y social, hacia las dimensiones vocacional y social/individual, con este resultado y a partir del test de Wilcoxon (Anexo 3) se permitió concluir que el grupo presentó una mejora, principalmente, en la dimensión social, ya que las dimensiones individual y vocacional se mantuvieron constantes.

Respecto a la fusión de las categorías social/individual al final de la intervención, presentadas en el Mapa POSAC 14, se confirmó lo expuesto por De Jong & Talanquer (2015), quienes mencionaron que los tres dominios de relevancia (individual, social y vocacional), se superponen en diversos grados y por lo tanto no son mutuamente excluyentes.

Sobre la pertinencia de la propuesta

Para evaluar al grupo al final de la intervención se aplicó el test de relevancia para la educación en ciencias (ROSE) de Sjøberg & Schreiner (2010) en este se encontró el alto interés (un promedio de 2,89/4,00) del grupo por temas pseudocientíficos (vida y muerte del alma humana, significado de los sueños, lectura de la mente, sexto sentido o intuición) por lo tanto se recomienda que dentro de una propuesta de química relevante se haga énfasis en lo que es ciencia y lo que no es ciencia a través del análisis de artículos científicos, junto con la revisión del rigor del tratamiento de los datos y los mínimos requerimientos para que una investigación sea confiable en términos estadísticos (tamaño de la muestra, desviaciones, etc).

El test ROSE, permitió evidenciar que los estudiantes en el plano social, presentan un alto interés por ciertos aspectos relacionados con los retos ambientales, siendo así que uno de los

reactivos con mayor grado de acuerdo fue el relacionado con que las personas deberían tener los mismos derechos que los animales, mostrando que el grupo no está de acuerdo con el especismo, así mismo consideran que la gente debería preocuparse sobre la protección del ambiente y reconocen su responsabilidad ambiental en cuanto a que reconocieron que personalmente pueden afectar el medio ambiente.

En el plano individual, se observa que la ciencia del colegio, en promedio, tiene una relevancia media alta (2,84/4,00) en los estudiantes, pues tuvieron un alto grado de acuerdo (cercano a 3) con enunciados como “todo el mundo debe aprender ciencia en el colegio”, por otro lado la ciencia del colegio ha incrementado aspectos como la apreciación de la naturaleza, la importancia de la ciencia en nuestra manera de vivir, la curiosidad por cosas que no se pueden explicar y por último, la ciencia del colegio es fácil de aprender.

Limitaciones, mejoras y sugerencias

No hubo un avance significativo de las dimensiones individual y vocacional, por ende, se tienen en cuenta las recomendaciones de Jong y Talanquer (2015), para promover los dominios de relevancia. Desde la dimensión individual, se recomienda desarrollar actividades donde prime el interés de los estudiantes a través de ejercicios de indagación y de resolución de problemas y desde la relevancia vocacional, se recomienda desarrollar actividades entre colegios, visitas a universidades y empresas cuya actividad esté relacionada con la química, también se recomienda invitar profesionales cuya profesión esté relacionada con la química para que dé charlas a los estudiantes.

Hubo dificultad en explicitar las actividades que determinaron la migración de la dimensión social luego del proceso de intervención didáctica, por ende, se recomienda complementar el

presente estudio con una investigación no transeccional en el tiempo, para dar cuenta de la dimensión vocacional en el mismo grupo objetivo.

Respecto a la confiabilidad de los resultados se recomienda ampliar el tamaño de muestra, pues un grupo de 13 estudiantes (aunque exhaustivamente estudiado) no permite hacer conclusiones que permitan hacer generalizaciones para una población similar de educación media.

Se sugiere seguir empleando los mismos instrumentos de recolección de información (test de actitudes y el test ROSE) y extender la investigación a otras temáticas de la química relevante, ya que la calidad del agua no es la única gran idea, se sugiere, por ejemplo, trabajar desde impacto de las drogas en el organismo, química forense o química espectacular.

5 Referencias bibliográficas

Agencia Efe. (2017, 28 octubre). Fármacos y drogas, algunos de los "contaminantes emergentes" en los ríos. Recuperado 15 mayo, 2018, de <https://www.efe.com/efe/espana/sociedad/farmacos-y-drogas-algunos-de-los-contaminantes-emergentes-en-rios/10004-3422058>

Agueda, V., Castaño, A., y Miranda, I. (2017, 26 abril). Los contaminantes emergentes en los ecosistemas acuáticos de Argentina. Recuperado 4 mayo, 2018, de <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/los-contaminantes-emergentes-en-los-ecosistemas-acuaticos-de-argentina-HpYuR>

Arrubla, J. P., Cubillos, J. A., Ramírez, C. A., Arredondo, J. A., Arias, C. A., y Paredes, D. (2016). Pharmaceutical and personal care products in domestic wastewater and their removal in anaerobic treatment systems: septic tank-up flow anaerobic filter. *Ingeniería e Investigación*, 36(1), 70-78.

Avances-Química Sociedad (25 de septiembre 2017). Lo que es ciencia y lo que no. [Archivo de video] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=HoenM5XNtuU>

Ball, P. (2005). *Elegant solutions: ten beautiful experiments in chemistry*. Royal Society of Chemistry.

Bachelard, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. México: Editorial Siglo XXI.

Barmby, P., Kind, P. M., & Jones, K. (2008). Examining changing attitudes in secondary school science. *International journal of science education*, 30(8), 1075-1093.

Barrantes Campos, H. (2006). Los obstáculos epistemológicos. *Cuadernos de investigación y formación en educación matemática*. 1(2)

- Berrecil, J. E. (2009). Contaminantes emergentes en el agua. *Revista unam.mx. Revista digital Universitaria*, 10 (8)
- Bulte, A. M., Westbroek, H. B., de Jong, O., & Pilot, A. (2006). A research approach to designing chemistry education using authentic practices as contexts. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1063-1086.
- Burmeister, M., Rauch, F., & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68.
- Carson, Rachel (1962). *Silent Spring*. Boston: Houghton Mifflin.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of research in science teaching*, 37(6), 582-601.
- De Jong, O., & Talanquer, V. (2015). Why is it Relevant to Learn the Big Ideas in Chemistry at school?. In *Relevant Chemistry Education* (pp. 11-31). SensePublishers.
- DiCYT, (2017, 8 diciembre). Arcillas para eliminar contaminantes de las aguas industriales. Recuperado 15 mayo, 2018, de <https://www.residuosprofesional.com/arcillas-eliminar-contaminantes-aguas/>
- Eilks, I., & Hofstein, A. (Eds.). (2015). *Relevant chemistry education: From theory to practice*. Springer.
- Erduran, S., & Pabuccu, A. (2015). Promoting argumentation in the context of chemistry stories. In *Relevant Chemistry Education* (pp. 143-161). SensePublishers, Rotterdam.
- Gillespie, R. (1997). The great ideas of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 74, 862-864.

Gogoi, A., Mazumder, P., Tyagi, V. K., Chaminda, G. T., An, A. K., & Kumar, M. (2018). Occurrence and Fate of Emerging Contaminants in Water Environment: A Review. *Groundwater for Sustainable Development*.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.

Hofstein, A., Eilks, I., & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education—a pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany, and the USA. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(6), 1459-1483.

Jiménez, P. R. y Wamba, A. A. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*. 46, 113-131.

Jiménez, V. G., Lobera, J. R., y Llitjóz, V. A. (2006). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: los niveles de abertura. *Enseñanza de las Ciencias*. 24(1), 59–70.

Kang, J., Duan, X., Wang, C., Sun, H., Tan, X., Tade, M. O., & Wang, S. (2018). Nitrogen-doped bamboo-like carbon nanotubes with Ni encapsulation for persulfate activation to remove emerging contaminants with excellent catalytic stability. *Chemical Engineering Journal*, 332, 398-408.

King, D., & Ritchie, S. M. (2012). Learning science through real-world contexts. In *Second international handbook of science education* (pp. 69-79). Springer Netherlands.

Lavonen, J., Byman, R., Uitto, A., Juuti, K., & Meisalo, V. (2010). Students' interest and experiences in physics and chemistry related themes: Reflections based on a ROSE-survey in Finland. *Themes in Science and Technology Education*, 1(1), 7-36.

Leturia, E. (1998). ¿ Qué es infografía. *Revista Latina de Comunicación Social*, 4(10).

Madera-Parra, C. A., Jiménez-Bambague, E. M., Toro-Vélez, A. F., Lara-Borrero, J. A., Bedoya-Ríos, D. F., y Duque-Pardo, V. (2018). Estudio exploratorio de la presencia de microcontaminantes en el ciclo urbano del agua en Colombia: caso de estudio Santiago de Cali. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(3), 475-487.

McMaster University. (2018, 16 enero). Pharmaceuticals and other contaminants force fish to work much harder to survive: Contaminants remain after typical water treatment process.

Recuperado 15 mayo, 2018, de

<https://www.sciencedaily.com/releases/2018/01/180116123744.htm>

Merrill, R. J., & Ridgway, D. W. (1969). *The CHEM Study Story*.

MEN, M. (2004). Estándares básicos de competencias en ciencias naturales y ciencias sociales.

Mendoza, L. E. V. (2008). La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard. *Espéculo. Revista de estudios literarios*.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Recuperado de http://www.mineduacion.gov.co/1759/articles-339975_recurso_5.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2015). Contenidos para aprender. Oficina de Innovación Educativa con Uso de Nuevas Tecnologías. Recuperado de <http://contenidosparaaprender.mineduacion.gov.co/MenuSecundaria/index.html>

Montessori, M. (2013). *Metode Montessori*. Jogjakarta: Pustaka Pelajar.

Mitchell, p. *Manual de farmacología*. 4a. Edición (2009). Méndez editores. ISBN 978-607-7659-02-0.

Moral, V. (2016). *Creencias pseudocientíficas y conocimiento científico en las escuelas*.

Newton, D. P. (1988). *Making science education relevant*. Kogan Page.

Organización del bachillerato Internacional. (2014). *Guía de Química*. Recuperada de http://www.iesjovellanos.com/archivos/GUIA_QUIMICA_2014.1442471973.pdf

Petrie. P. Barden. R., & Kasprzyk-Horden. B. (2015). A review on emerging contaminants in wastewaters and the environment: Current knowledge, understudied areas and recommendations for future monitoring. *Water research* 72, 3-27.

Ramírez-Sánchez, I. M., Martínez-Austria, P., Quiroz-Alfaro, M. A., y Bandala, E. R. (2015). Efectos de los estrógenos como contaminantes emergentes en la salud y el ambiente. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5), 31-42.

Redacción ciencia (10 Ene 2018) Oprah Winfrey: la creyente de la pseudociencia que quiere ser presidenta de EE.UU. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/ciencia/oprah-winfrey-la-creyente-de-la-pseudociencia-que-quiere-ser-presidenta-de-eeuu-articulo-732671>

Rincón, S. X., y Duque Duque, V. (2014). *Desarrollo de la técnica por cromatografía de gases (GC-FID) y extracción en fase sólida (SPE) para la determinación de contaminantes emergentes de tipo productos de cuidado personal (Bachelor's thesis, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira)*.

Robuck, A. (2018, 30 enero). Low doses of contaminants, long ignored, can have vast consequences. Recuperado 15 mayo, 2018, de <https://massivesci.com/articles/chemicals-snow-contaminants-water-fish-consequences/>

Roth, W. M., & Lee, S. (2004). Science education as/for participation in the community. *Science education*, 88(2), 263-291.

Sevian, H. & Talanquer, V. (2014). Rethinking chemistry: A learning progression on chemical thinking. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 10-23.

Shye, S. (2009). Partial Order Scalogram Analysis by Coordinates (POSAC) as a Facet Theory Measurement Procedure: how to do POSAC in four simple steps. *Facet Theory and Scaling: in search of structure in behavioral and social sciences*, 295-310.

Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings. Oslo: University of Oslo, 1-31.

Sohoni, P., & Sumpter, J. P. (1998). Several environmental oestrogens are also anti-androgens. *Journal of endocrinology*, 158(3), 327-339.

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

Vázquez, A., & Manassero, M. (2017). La vocación científica y tecnológica: predictores actitudinales significativos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 6(2), pp. 213-231. Recuperado a partir de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3700>

Wissehr, C., Concannon, J., & Barrow, L. H. (2011). Looking back at the Sputnik era and its impact on science education. *School Science and Mathematics*, 111(7), 368-375.

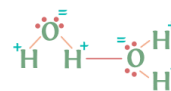
Yang, Y., Ok, Y. S., Kim, K. H., Kwon, E. E., & Tsang, Y. F. (2017). Occurrences and removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in drinking water and water/sewage treatment plants: A review. *Science of the Total Environment*, 596, 303-320.

Anexo 1. Contenidos para aprender. Errores detectados en material del estudiante de los Contenidos para aprender del MEN.

Une con una línea y arma la pareja según corresponda:

Grado décimo: ¿Cómo afectan las fuerzas intermoleculares las propiedades de los compuestos?

Obsérvese el símbolo del cloro (CL) o el número de electrones de valencia en la molécula de cloro:



Dipolo - dipolo



Ion - dipolo



Apolar

Grado noveno: ¿Cuándo se acaba una reacción química?

La actividad experimental solo incluye el registro de datos, pero no invita a la realización de análisis o conclusiones.

En la figura 7 se ubican los globos sobre cada botella, manteniendo la proporción 1:1.



Figura 7. Recipientes con vinagre y globos con bicarbonato de sodio

Registra lo que ocurre en cada recipiente y marca con una regla el precipitado que se forma en cada caso, para ingresar los datos en la tabla 1.

Botella	Bicarbonato de sodio	NaHCO ₃ Vinagre C ₂ H ₄ O ₂	Altura del precipitado en mm
1	5	1	
2	4	2	
3	3	3	
4	2	4	
5	1	5	

Con los datos obtenidos elabora una gráfica de altura del precipitado contra el volumen de vinagre y el bicarbonato de sodio. Determina el punto de equivalencia en que se combinan los reactivos. Escribe la ecuación balanceada para la reacción estudiada.

Grado undécimo: ¿Por qué

algunos dicen que estamos en la

era del petróleo?

Obsérvese la gráfica de puntos de ebullición de compuestos alifáticos y cíclicos, se muestra que los primeros tienen mayores puntos cuando en la literatura se reporta lo contrario.

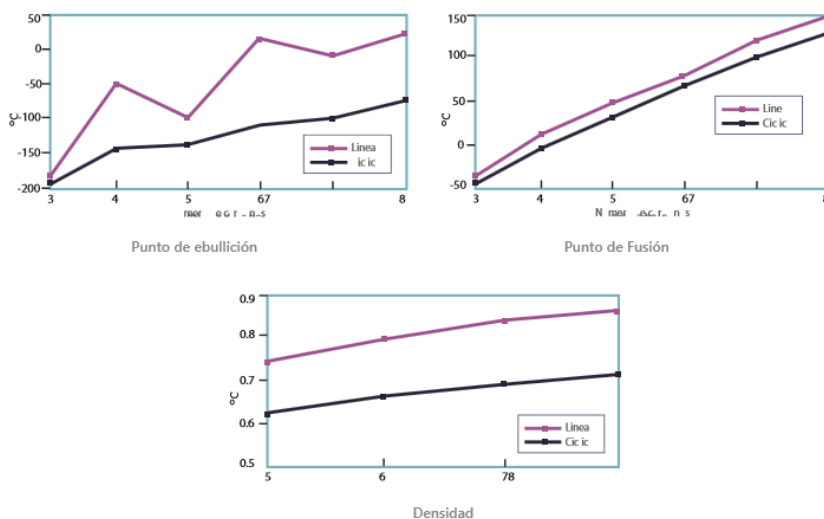
Grado décimo: ¿Qué información

nos brindan los valores de

electronegatividad de los átomos?

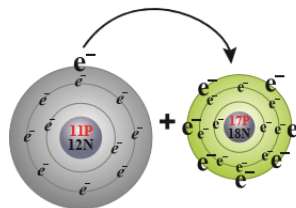
Obsérvese el vocabulario empleado en la historia para atribuirle características humanas a los átomos:

Para representar esto se presentan las siguientes tablas que muestran que a mayor cantidad de átomos de carbono, mayor será el punto de fusión y ebullición de los hidrocarburos cíclicos:



Introducción

Lee con atención el siguiente diálogo:



Estudiante de química: En clase el profesor dice que el número ocho es importante en la química, pero... no comprendo por qué.

Compañera de clase: Lo que pasa es que tú no pones cuidado y te quedas con la mitad de la información.... Pon atención que te voy a explicar...

Mira este ejemplo, tenemos sodio y cloro, dos elementos de la tabla periódica. El sodio se ubica en el grupo uno, porque tiene en su último nivel un solo electrón; el cloro se ubica en el grupo siete, obviamente, porque tiene siete electrones en el último nivel... Esto se conoce como electrones de valencia.

Estudiante de química: Vea pues... Eso sí tiene lógica. Yo recuerdo que hace unos años atrás me hablaron de la configuración electrónica, con esta yo podía predecir el puesto del elemento en la tabla periódica, calculando el grupo y periodo.

Compañera de clase: Exactamente. ¿Si ves que recuerdas un poquitín? No todo es malo (jijijijiji). Listo, sigo ayudándote. El sodio al tener un solo electrón, le queda más fácil cederlo al cloro y ¿para qué? Ahí viene tu pregunta... Para que el cloro tenga ocho electrones en su último nivel y gane una carga negativa, además, el cloro tiene una fuerza que hace que el sodio voluntariamente done su electrón llamada electronegatividad.

Anexo 2. Cuestionario de actitudes hacia la ciencia en general y la química en particular, adaptado de Barmby, Kind y Jones (2008)

Instrumento validado por Jaime Augusto Casas Mateus. Doctor en Educación Universidad Pedagógica Nacional .

El presente instrumento hace parte del trabajo de tesis de maestría en Docencia de la Química de la profesora Vanessa León Riaño y será empleado con fines exclusivamente investigativos, está diseñado desde los postulados de la ‘Química relevante’ en el que las dimensiones que se quiere fortalecer en los estudiantes del colegio, a través de la intervención didáctica son la individual, puntualmente *satisfacer la curiosidad y el interés*, propios de la dimensión vocacional, precisamente la *orientación acerca de carreras potenciales*, para lo cual una revisión de las actitudes hacia el estudio de la ciencia es pertinente como instrumento de entrada.

Las categorías empleadas fueron las que se reportan en la siguiente tabla.

Categorías	Preguntas
Aprender química en el colegio	1, 2, 3, 4, 5
Autoconcepto en la Química	6, 7, 8, 9, 10
Trabajo práctico en Química	11, 12, 13, 14, 15
Ciencia fuera de la escuela	16, 17, 18, 19, 20
Futura participación en la ciencia	21, 22, 23, 24, 25
Importancia de la ciencia	26, 27, 28, 29, 30

Hay cinco enunciados por categoría con el fin de determinar la mediana en cada caso y hacer un análisis de datos más simplificado.

Este cuestionario contiene treinta oraciones que indican afirmaciones enmarcadas en actitudes frente las ciencias; en tal sentido, es necesario conocer para cada caso tu percepción individual.

Lee atentamente cada enunciado y señala con una X, en el cuadro respectivo tu respuesta.

Se tienen las siguientes opciones:

TA= totalmente de acuerdo. A= de acuerdo. I= no estoy seguro, indecisión. D= en desacuerdo.

TD= totalmente en desacuerdo.

Nombre _____ Edad: _____ Género: _____

Enunciado	TA	A	I	D	TD
1. Aprendemos cosas interesantes en la clase de química.					
2. Espero que llegue la hora de la clase de química.					
3. Las clases de química son emocionantes.					
4. Me gustaría tener más clases de química en el colegio.					
5. Me gusta más la química que otras materias.					
6. La química me resulta difícil.					
7. Simplemente no soy bueno en química.					
8. Aprendo rápido química.					
9. En clase de química entiendo fácilmente.					
10. Tengo buenas notas en química.					
11. El trabajo práctico en química es emocionante.					
12. El trabajo práctico en química es bueno porque puedo trabajar con mis amigos.					
13. Me gusta el trabajo práctico en química porque puedo decidir qué hacer yo mismo.					
14. Me gustaría más tener más trabajos prácticos en clase de química.					
15. Aprendemos mejor química cuando hacemos trabajo práctico.					

16. Me gustaría unirme a un club de ciencias.					
17. Me gusta ver programas de ciencias en la televisión.					
18. Me gusta visitar los museos de ciencias.					
19. Me gustaría hacer más actividades científicas fuera de la escuela.					
20. Me gusta leer revistas científicas y libros.					
21. Me gustaría estudiar más ciencia en el futuro.					
22. Me gustaría estudiar ciencias en la universidad.					
23. Me gustaría tener un trabajo trabajando con la ciencia.					
24. Me gustaría ser profesor de ciencias.					
25. Me gustaría ser un científico.					
26. La ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad.					
27. La ciencia y la tecnología hacen nuestra vida más fácil y más cómoda.					
28. Los beneficios de la ciencia son mayores que los efectos nocivos.					
29. La ciencia y la tecnología están ayudando a resolver problemas como la pobreza.					
30. Hay muchas cosas emocionantes sucediendo en ciencia y tecnología.					

Anexo 3: Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon dimensión individual

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
MED IND - MED IND	Rangos negativos	4 ^a	4,50	18,00
	Rangos positivos	4 ^b	4,50	18,00
	Empates	5 ^c		
	Total	13		

a. MED IND < MED IND

b. MED IND > MED IND

c. MED IND = MED IND

Estadísticos de contraste^a

	MED IND - MED IND
Z	,000 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	1,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. La suma de rangos negativos es igual a la suma de rangos positivos.

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon dimensión social

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
V5 - V4	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	6 ^b	3,50	21,00
	Empates	7 ^c		
	Total	13		

a. V5 < V4

b. $V5 > V4$

c. $V5 = V4$

Estadísticos de contraste^a

	V5 - V4
Z	-2,333 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,020

a. Prueba de los rangos con
signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos
negativos.

Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon dimensión vocacional

Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
V8 - Rangos negativos	6 ^a	4,50	27,00
V7 - Rangos positivos	4 ^b	7,00	28,00
Empates	3 ^c		
Total	13		

a. $V8 < V7$

b. $V8 > V7$

c. $V8 = V7$

Estadísticos de contraste^a

	V8 - V7
Z	-,054 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,957

a. Prueba de los rangos con
signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos
negativos.

Anexo 4: Muestras de ensayos sobre contaminantes emergentes desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.

Muestra 1. Autor: Federico Suárez.

Título del ensayo: La nueva amenaza de los contaminantes emergentes.

Introducción:

Durante las últimas décadas se ha visto que el estado del planeta se ha deteriorado. Desde que se incrementó el uso de combustibles fósiles desde la revolución industrial el estado del planeta ha venido en declive y gracias a esto, ahora (desde hace más de 50 años), existen problemas ambientales como el cambio climático, la lluvia ácida, contaminación del aire, derretimiento polar y muchos más que afectan de manera significativa al planeta y todo lo que habita en él (civilizaciones, ecosistemas, etc). Como si fuera poco en los últimos años se ha venido fortaleciendo una nueva amenaza denominada "contaminantes emergentes" y consiste en compuestos químicos contaminantes y tóxicos no regulados que son desechados de múltiples

M. Ayala (2017, January 16). PREOCUPANTE, PRESENCIA DE ESTRÓGENOS EN CUERPOS DE AGUA COMO CONTAMINANTES EMERGENTES. Tomado en Septiembre 18, 2017, de http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2017_034.html

(Tomado el 17 de Septiembre del 2017). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes* (1st ed., Vol. 1, Ser. 1). Barcelona: Instituto de Investigaciones Químicas y Ambientales-CSIC (Barcelona).

Conclusión:

En conclusión lo que antes no representaba una amenaza significativa (contaminantes emergentes) ahora es una amenaza inminente. Ya nada es completamente seguro, hasta el agua que es considerada "potable" tiene rastros de sustancias nocivas para la salud, cada día los ecosistemas están siendo invadidos por químicos que generan un desbalance que podría llevar a la pérdida de un ecosistema. Definitivamente se deben tomar medidas a toda costa porque si no puede llegar a ser muy tarde. Aunque se estén tomando medidas (regulaciones y límites de producción de distintos compuestos) estas no son suficientes porque no son lo suficientemente estrictas para regular el consumo de estos contaminantes. Para lograr combatir estos contaminantes se deben implementar métodos analíticos supremamente efectivos para determinar la presencia de algún contaminante a si su concentración sea sumamente baja, estudios de biodisponibilidad para encontrar la presencia de estas sustancias en seres vivos, estudios de degradación para evaluar el comportamiento de dichas sustancias en el medio ambiente y finalmente son necesarios estudios de toxicidad obviamente para evaluar las repercusiones de estos compuestos en la vida de los seres vivos. La

Muestra 2. Autor: Cristina Sánchez Castro

Título del ensayo: Contaminantes emergentes

Desarrollo: Ejemplos de contaminantes emergentes

Como fue mencionado antes muchas de estas sustancias se han vuelto comunes entre la sociedad actual, principalmente ciertos medicamentos y otras sustancias como la cafeína, el ibuprofeno, la carbamazepina, el diclofenaco, el atenolol, en ese orden. La forma en la que muchas de estas medicinas acceden a los cuerpos de agua es gracias al consumo humano, muchos de los restos de estos principalmente depositados en las aguas residuales de los excrementos de las personas terminan llegando a distintos ecosistemas y aunque su cantidad no sea abundante en el momento se considera peligroso puesto que mucho de este consumo se ha vuelto constante, exponiendo las formas de vida de estos ambientes durante largos periodos de tiempo, posiblemente la vida entera de ciertos animales. Muchos de esos son químicos inorgánicos, y lo más grave de esta problemática es que el espectro de posibilidades de estos compuestos químicos es inmenso, nadie sabe con certeza cuantos de estos contaminantes hay y cuantos se crean cada día. Muchos como las pastillas, pesticidas,

Efectos de los contaminantes emergentes:

Dependiendo del contaminante y sus compuestos se pueden realizar estudios más detallados sin embargo se ha visto que muchos de estos (tales como los productos químicos industriales y los fitoquímicos) pueden causar efectos miméticos y negativos en el desarrollo de las funciones de las hormonas naturales en el cuerpo tanto de las personas como de distintos animales. Mas específicamente algunos hidroxibifenilos han mostrado que afectan el proceso hormonal de la tiroides, y muy presentes en la especies acuáticas se han visto casos de disrupción endocrina por ciertos contaminantes. Aun más en detalle en la zona de

Latinoamérica se tiene todavía mas incertidumbre por estos contaminantes, tanto así, que en Argentina en el sector del Rio de La Plata se han permitido desarrollar investigaciones sobre la llegada y consecuencias de estos químicos emergentes, mientras que en países mas desarrollados como Francia, Italia, Estados Unidos, entre otros varios, se ve una mayor cantidad de conocimiento sobre este tema, sobre todo en España donde se han hecho estudios en los ríos Ebro, Llobregat, Ter y varios otros. (Barceló y López, 2008)

Muestra 3. Autor: Oriana Lozada.

Título del ensayo: Los contaminantes emergentes cambian a los peces de genero

Desarrollo: Definición, tipos y efectos.

Los contaminantes emergentes forman parte de la mayor parte de los contaminantes que no están regulados, estos pueden ser de regulación futura, pero todo depende de las investigaciones que se hacen sobre estos y teniendo en cuenta sus efectos en la salud. Un ejemplo de un contaminante emergente son los productos farmacéuticos, o los productos que son para el cuidado personal, tanto como antisépticos, esteroides y hormonas. Resulta que uno de los mayores problemas de estos contaminantes es que llegan al agua y esto produce un efecto en los animales como los peces.

Los contaminantes emergentes provocan alteraciones endocrinas, y entre estos se incluyen productos químicos industriales, y como se mencionó anteriormente algunos productos farmacéuticos. Los productos químicos se esparcen o dividen en el medio ambiente, y de estos pueden causar fectos que aumentarían las funciones biológicas de las hormonas. Por ejemplo los insecticidas similares o como kepona están compuestos por "detergentes" tales como los antihongos vinclozin y los insecticidas clornitrofen y el fention, estos tienen actividad de anti-androgénica. "Hay algunos hidroxibifenilos, y todos estos se reportan con actividad hormonal anti-tiroidea, además de la actividad strogenica. (Kitamura et al.,2005).

Efectos de los contaminantes emergentes:

Uno de los efectos de estos contaminantes es en los peces, en el caso de estos les crecen los ovarios por culpa de los anticonceptivos. Un estudio reciente (*Dr. Erick R. Bandala et. Al 2015*) mostraba el hecho de que varias especies de peces de rio estaban afectadas, y lo que los esta afectando son las hormonas y los medicamentos que los tienen como las pastillas del día después o tratamientos anticonceptivos (pastillas para planificar). Y estos compuestos como sabemos entran a el cuerpo humano y hacen su trabajo y después salen, y cuando son expulsados van a parar en el agua.(Pica, 2002)
Y estas no se pueden separar o limpiar por que las depuradoras no están hechas para deshacerse de medicamentos y sustancias. Y debido a lo explicado anteriormente es la razón por la cual a los peces les han crecido ovarios, como sabemos los peces tienen un

Anexo 5: Muestras de reportes de laboratorio sobre titulación y cinética química desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.

Muestra 1. Informe sobre cinética.

Introducción:


Lo que se demostró con este experimento fue el efecto del cambio de temperatura en el tiempo de descomposición del peróxido de hidrógeno. En la práctica se debía tener claro el concepto de cinética, que es el que estudia los sistemas estáticos o en movimiento mediante el empleo de los conceptos de longitud, tiempo y masa. El propósito del laboratorio era encontrar la energía de activación. Esta se utiliza para denominar la energía mínima necesaria para que se produzca una reacción química. En el experimento se utilizó la ecuación de Arrhenius, que es una expresión matemática que se utiliza para comprobar la dependencia de la constante de velocidad (o cinética) de una reacción química con respecto a la temperatura a la que se lleva a cabo esa reacción.


La ecuación es escrita de la siguiente manera y tiene el propósito de encontrar la energía de activación que se requiere para que un sistema inicie:


$$K = A e^{-E_a/RT}$$

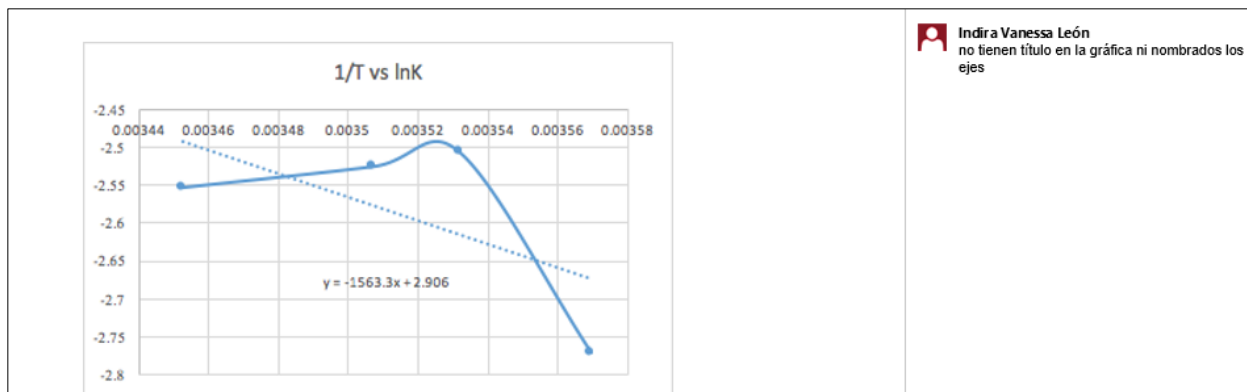
Tratamiento de los datos con algunas observaciones:

Temperatura inicial del Peróxido de Hidrógeno en (°C) ± 0,10	Temperatura inicial del Peróxido de Hidrógeno en (°K) ± 0,10	Tiempo de descomposición del Peróxido de Hidrógeno en (s) ± 0,10	1/T en (k) ⁻¹	1/t
16.5°	289.65 K	12.7 seg	3.45E ⁻³	0.07
12°	285.15 K	12.5 seg	3.50E ⁻³	0.08
10°	283.15 K	12.26 seg	3.53E ⁻³	0.081
7°	280.15 K	15.98 seg	3.56E ⁻³	0.06

 Indira Vanessa León la misma tabla de los otros grupos?

 Indira Vanessa León sin calcular Ln de 1/tiempo

 Indira Vanessa León esta no era la incertidumbre del termómetro



Indira Vanessa León
no tienen título en la gráfica ni nombrados los ejes

Conclusión:

Finalmente al culminar esta práctica de laboratorio se pudo calcular la energía de activación usando la ecuación de Arrhenius ($K = Ae^{-E_a/RT}$). Después de realizar una serie de cálculos, hallamos la pendiente de la gráfica la cual fue negativa ($y = -1563.3x + 2.906$). Esta se encontró realizando una gráfica de la inversa de la temperatura (1/T) versus el logaritmo natural de la constante K, que describe el tiempo. Una vez tuvimos la pendiente esta se multiplicó por la constante de gases (8.31J/mol/K) y el resultado fue la energía de activación que fue de -12.99KJ. Partiendo de la definición de energía de activación, que es la energía necesaria para que una reacción ocurra, como en este caso fue negativa significa que la reacción es de tipo espontáneo. Esto significa que la reacción no necesita un elemento externo que inicie o acelere su proceso (Chang, 2006). Un ejemplo de una reacción de este tipo es un alka seltzer en agua. Las limitaciones del experimento fueron que como no todos los equipos sacaron los cinco resultados habían unos valores que gracias a errores en la práctica fueron imprecisos por lo que tuvimos que descartar un resultado. Aparte de estas limitaciones el experimento fue exitoso y dejó aprendizajes significativos sobre la cinética en reacciones y la energía de activación. Se recomienda la toma de más datos y un cuidado en el montaje de la probeta invertida para evitar errores y accidentes.

Indira Vanessa León
tercera persona

Indira Vanessa León
k minúscula diferente a Kelvin

Indira Vanessa León
ojo que es positiva

Indira Vanessa León
ojo, toca cambiar el enunciado

Indira Vanessa León
eso del aprendizaje no se menciona

Indira Vanessa León
en qué parte?

Muestra 2. Informe sobre Titulación.


Introducción:


El objetivo de este laboratorio era mejorar el pH de la muestra contaminada, el método utilizado para determinar la concentración de una solución es la titulación. Para realizar la titulación se debe establecer un volumen fijo de una solución de una concentración desconocida y un volumen conocido de una solución de concentración conocida. La acidez relativa (basicidad) de una solución acuosa se puede determinar usando el ácido relativa (base) similares o equivalentes.

Indira Vanessa León
ese no era el objetivo

Indira Vanessa León
??

El método de titulación se basa en observar el cambio de color de una solución. El cambio de color se produce debido a que se usan bajas concentraciones, ya que los indicadores no alteran el punto de equilibrio. El punto en el que el indicador cambia el color, se llama el punto final. Para que una titulación salga bien, la diferencia de volumen entre el punto final y el punto equivalente debe ser baja.

 Indira Vanessa León
¿Qué son indicadores?

 Indira Vanessa León
citar

Conclusión:

En conclusión, usamos el método y las fórmulas de titulación para poder establecer el tipo de concentración de una muestra hipotética de agua contaminada, como se puede ver en la gráfica, el volumen de hidróxido de sodio ideal para llegar al punto final es de 3 mL con una concentración de 0.008g por mililitro. En el análisis de estas gráficas, y siguiendo la teoría anunciada anteriormente, a lo largo del laboratorio se pudo evidenciar que en efecto para obtener el resultado del punto final se requieren pequeños volúmenes de solución. Con 4.3 y 4.2 mL cambiamos de color, pero no tenemos el volumen ideal para el punto final; mientras que, con 3 mL sabemos que se obtiene el cambio de color ideal, por ende el punto final.

Después de seguir la fórmula para hallar la concentración adquirida, se calculó la concentración exacta de la muestra de HCl analizándola a partir de la medición del volumen exacto (mL) y se calculó el volumen total de la base de NaOH utilizando el método de la titulación para la misma neutralización del ácido. El volumen total de la base de NaOH utilizada y la molaridad de aquella (1M) se lograron usar para calcular los moles finales de NaOH utilizados en el ensayo del "agua contaminada". Después, usando la relación molar de la ecuación química equilibrada, se calcularon los moles de HCl reneutralizados con NaOH.

 Indira Vanessa León
HCl

Anexo 6: Muestras de reportes infografías finales sobre contaminantes emergentes desarrollados por los estudiantes de grado décimo del Colegio Ekirayá.

Muestra 1:



1

Este estudio fue publicado el 29 de enero del 2018, sin embargo, la problemática lleva ocurriendo varias décadas.

En la nieve de Minnesota, en Estados Unidos

Muestra 2:

Contaminantes Emergentes de las Aguas Industriales

POR: PABLO CÁRDENAS Y JUAN GONZALO GÓMEZ

El Problema

Las estaciones depuradoras de aguas residuales no son 100% efectivas



¿Donde Ocurrio?

Estan involucrados Mexico y España



¿Cuando Ocurrio?

La noticia fue reportada en Enero 21 del 2018 a las 7:07 am



¿Cuales son los efectos?

Los efectos en el agua son nocivas ya que siempre tendrán una sustancia no apta o saludable para el consumo humano. Se debe solucionar esto con la propuesta de la universidad de Salamanca que es con la arcilla

Anexo 7: test ROSE (Relevance of Science Education)



COLEGIO EKIRAYÁ
EDUCACIÓN MONTESSORI

ROSE-TEST
SUBJECT: CHEMISTRY 10TH GRADE

Name: _____ Date: _____ Gender: _____

The present booklet is part of the research developed by the guide Vanessa León; it was adapted from the Rose project. For most questions, you simply put a tick in the appropriate box. THANK YOU!

A. What I want to learn about

how interested are you in learning about the following?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

	<i>Not inter- ted</i>			<i>Very interes- ted</i>
1. Chemicals, their properties and how they react	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Atoms and molecules	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. How radioactivity affects the human body.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Light around us that we cannot see (infrared, ultraviolet)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Poisonous plants in my area	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Deadly poisons and what they do to the human body	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. How the atom bomb functions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Explosive chemicals	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Chemical weapons and what they do to the human body	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. The ability of lotions and creams to keep the skin young	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. How radiation from solariums and the sun might affect the skin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. How X-rays, ultrasound, etc. are used in medicine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. How a nuclear power plant functions	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B. My future job

How important are the following issues for your potential future occupation or job?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

<i>Not impor- tant</i>	<i>Very impor- tant</i>
--------------------------------	---------------------------------

- | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Working with people rather than things | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Helping other people | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Working with animals | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Working in the area of environmental protection | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Working with something easy and simple | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Building or repairing objects using my hands | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Working with machines or tools | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Working artistically and creatively in art | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Using my talents and abilities | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Making, designing or inventing something | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Coming up with new ideas | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Having lots of time for my friends | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Making my own decisions | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Working independently of other people | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Working with something I find important and meaningful | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. Working with something that fits my attitudes and values | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. Having lots of time for my family | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. Working with something that involves a lot of travelling | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. Working at a place where something new and exciting
happens frequently | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 20. Earning lots of money | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 21. Controlling other people | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 22. Becoming famous | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 23. Having lots of time for my interests, hobbies and activities | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

C. What I want to learn about

How interested are you in learning about the following?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

- | | <i>Not
interes-
ted</i> | | | <i>Very
interes-
ted</i> |
|--|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| 1. How crude oil is converted to other materials, like plastics and textiles | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Optical instruments and how they work | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3. How things like radios and televisions work | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. How mobile phones can send and receive messages | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. How computers work | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. The possibility of life outside earth | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Astrology and horoscopes, and whether the planets | | | | |
| 8. can influence human beings | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. Unsolved mysteries in outer space | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. Life and death and the human soul | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. Alternative therapies (acupuncture, homeopathy, yoga,
healing, etc.) and how effective they are | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. Why we dream while we are sleeping, and what
the dreams may mean | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. Ghosts and witches, and whether they may exist | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. Thought transference, mind-reading, sixth sense, intuition, etc. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. Why the stars twinkle and the sky is blue | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. Properties of gems and crystals and how these are used for beauty | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

D. Me and the environmental challenges

To what extent do you agree with the following statements about problems with the environment (pollution of air and water, overuse of resources, global changes of the climate etc.)? (Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

- | | <i>Disagree</i> | | <i>Agree</i> | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. Threats to the environment are not my business | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Environmental problems make the future of the world look
bleak and hopeless | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Environmental problems are exaggerated | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Science and technology can solve all environmental problems | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. I am willing to have environmental problems solved even if
this means sacrificing many goods | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. I can personally influence what happens with the environment | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. We can still find solutions to our environmental problems | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Environmental problems can be solved without
big changes in our way of living | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. People should care more about protection of the environment | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. It is the responsibility of the rich countries to solve | | | | |

- | | | | | | |
|-----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 11. | the environmental problems of the world | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | I think each of us can make a significant contribution to | | | | |
| | environmental protection | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. | Environmental problems should be left to the experts | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. | I am optimistic about the future | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. | Animals should have the same right to life as people | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. | It is right to use animals in medical experiments if this | | | | |
| | can save human lives | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. | Nearly all human activity is damaging for the environment | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. | The natural world is sacred and should be left in peace | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

E. What I want to learn about

How interested are you in learning about the following?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

- | | | <i>Not
inter-
ted</i> | | | <i>Very
inter-
ted</i> |
|-----|--|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1. | Symmetries and patterns in leaves and flowers | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | How the sunset colours the sky | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | The ozone layer and how it may be affected by humans | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | The greenhouse effect and how it may be changed by humans | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | What can be done to ensure clean air and safe drinking water | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | How technology helps us to handle waste, garbage and sewage | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | How alcohol and tobacco might affect the body | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. | How different narcotics might affect the body | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. | The possible radiation dangers of mobile phones and computers | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. | Medicinal use of plants | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. | Organic and ecological farming without use of pesticides and | | | | |
| | artificial fertilizers | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. | How different sorts of food are produced, conserved and stored | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. | Detergents, soaps and how they work | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. | Risks and benefits of food additives | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. | Inventions and discoveries that have changed the world | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. | Very recent inventions and discoveries in science and technology | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

F. My science classes

To what extent do you agree with the following statements about the science that you may have had at school?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

	<i>Disagree</i>		<i>Agree</i>	
1. School science is a difficult subject	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. School science is interesting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. School science is rather easy for me to learn	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. School science has opened my eyes to new and exciting jobs.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. I like school science better than most other subjects	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. I think everybody should learn science at school	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. The things that I learn in science at school will be helpful in my everyday life	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. I think that the science I learn at school will improve my career chances	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. School science has made me more critical and sceptical	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. School science has increased my curiosity about things we cannot yet explain.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. School science has increased my appreciation of nature	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. School science has shown me the importance of science for our way of living	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. School science has taught me how to take better care of my health	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. I would like to become a scientist	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. I would like to get a job in technology.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

G. My opinions about science and technology

To what extent do you agree with the following statements?

(Give your answer with a tick on each row. If you do not understand, leave the line blank.)

	<i>Disagree</i>		<i>Agree</i>	
1. Science and technology are important for society	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Science and technology will find cures to diseases such as HIV/AIDS, cancer, etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Thanks to science and technology, there will be greater				

- | | | | | | |
|-----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | opportunities for future generations | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | Science and technology make our lives healthier, easier and more comfortable | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | New technologies will make work more interesting | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | The benefits of science are greater than the harmful effects it could have | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | Science and technology will help to eradicate poverty and famine in the world | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. | Science and technology can solve nearly all problems | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. | Science and technology are helping the poor | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. | Science and technology are the cause of the environmental problems | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. | A country needs science and technology to become developed | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. | Science and technology benefit mainly the developed countries | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. | Scientists follow the scientific method that always leads them to correct answers | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. | We should always trust what scientists have to say | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. | Scientists are neutral and objective | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

H. My out-of-school experiences

How often have you done this outside school?

(Give your answer with a tick on each line. If you do not understand, leave the line blank.)

I have ...

- | | <i>Never</i> | | | <i>Often</i> | |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. | visited a science centre or science museum | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. | made dairy products like yoghurt, butter, cheese or ghee | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. | read about nature or science in books or magazines..... | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. | watched nature programmes on TV or in a cinema | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. | made compost of grass, leaves or garbage | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. | made a fire from charcoal or wood | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. | prepared food over a campfire, open fire or stove burner | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. | sorted garbage for recycling or for appropriate disposal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9. seen an X-ray of a part of my body | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. taken medicines to prevent or cure illness or infection | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 11. taken herbal medicines or had alternative treatments
(acupuncture, homeopathy, yoga, healing, etc.) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 12. made a model (such as toy plane or boat etc) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 13. used a science kit (like for chemistry, optics or electricity) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 14. used a stopwatch | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 15. measured the temperature with a thermometer | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 16. used a measuring ruler, tape or stick | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 17. baked bread, pastry, cake, etc | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 18. cooked a meal | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 19. charged a car battery | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

I. Myself as a scientist

Assume that you are grown up and work as a scientist. You are free to do research that you find important and interesting. Write some sentences about what you would like to do as a researcher and why.

I would like to

Because

J. How many books are there in your home?

There are usually about 40 books per metre of shelving. Do not include magazines.
(Please tick only one box.)

- None
- 1-10 books
- 11-50 books
- 51-100 books
- 101-250 books
- 251-500 books
- More than 500 books