UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Estructura atómica y Ley periódica Basada en proyectos e indagación para crear un entorno constructivista en la Química IB

Juan Fernando Velasco Forero

Químico

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Trabajo dirigido por:

Ph.D., Edgar Antonio Reyes Montaño

Docente titular del Departamento de Química

Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias

Bogotá – Colombia

2020

Estructura atómica y Ley periódica Basada en proyectos e indagación para crear un entorno constructivista en la Química IB

Juan Fernando Velasco Forero

Químico

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Trabajo dirigido por:

Ph.D., Edgar Antonio Reyes Montaño

Docente titular del Departamento de Química

Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias

Bogotá – Colombia

2020

Dedicatoria

Con inmenso cariño para mis padres: Mariluz Forero Arb, mujer llena de amor, esfuerzo y dedicación a la vida y sus proyectos de vida, y Segundo Velasco Porras persona que me muestra que el respeto y la honradez son pilares fundamentales de vida.

:

Agradecimientos:

Quiero aprovechar este espacio para dar gracias a cada una de las personas que han sido parte importante en mi vida sin ellos no sería la persona que soy, cada uno de ustedes construyó lo que hasta hoy mi familia, amigos y conocidos reconocen como Juan Fernando Velasco Forero; sus enseñanzas, consejos, nuestras buenas y malas experiencias, regaños y el tiempo compartido es algo que jamás tendré con que pagarles. Muchas gracias por su cariño y apoyo.

Para finalizar quiero agradecer a mi director de este trabajo ya que sin su ayuda y colaboración no hubiera podido culminar satisfactoriamente este proyecto.

Resumen:
El presente trabajo plantea mostrar que la enseñanza de la química IB es importante desarrollarla no solo mediante el manejo de la guía que la Organización del Bachillerato Internacional recomienda, sino que esta Ciencia se puede desarrollar mediante habilidades de pensamiento científico en este caso bajo la indagación, donde los estudiantes pudieron desarrollar diferentes habilidades como la investigación, pensamiento crítico, manejo de recursos, entre otras.

Para este trabajo de grado se decidió trabajar dos temas fundamentales en la Química, Estructura atómica y Tendencias Periódicas; los cuales son el pilar base para el entendimiento de la Química usando la metodología del Aprendizaje Basado en la Indagación **(ABI)** y Aprendizaje Basado en Proyectos **(ABP)**.

Finalmente, la realización de un proyecto tuvo como propósito edificar una manera innovadora en la enseñanza de la Química IB desarrollando en los estudiantes no solo competencias científicas sino desarrollar habilidades de sociales como el trabajo en colaborativo y cooperativa, permitiendo así alcanzar los estándares requeridos en el currículo del Bachillerato Internacional **(IBO)** en su programa del diploma **(DP).**

Palabras clave: Indagación, desarrollo de habilidades, proyecto.

Abstract

Title: Atomic Structure and Periodic Law Based on projects and inquiry to create a constructivist environment in IB Chemistry

The present work proposes to show that the teaching of IB chemistry is important to develop not only by handling the guide that the International Baccalaureate Organization recommends, but that this Science can be developed through scientific thinking skills in this case under inquiry, where students were able to develop different skills such as research, critical thinking, resource management, among others.

For this work, it was decided to work on two fundamental topics in Chemistry, Atomic Structure and Periodic Trends; which are a fundamental base for the understanding of Chemistry in this project was decided to use the Inquiry Based Learning and Project Based Learning methodology.

Finally, the realization of a project had the purpose of building an innovative way in the teaching of IB Chemistry, developing in students not only scientific skills but also developing social skills such as collaborative and cooperative work, thus allowing meet the standards required in the International Baccalaureate **(IBO)** curriculum in their Diploma Program **(DP).**

Keyworks: Inquiry, skills development, project.

Tabla de contenido

Resumen: 5
Abstract 6
Tabla de tablas 9
Tabla de Figuras 10
1. Introducción 13
2. Situación problema 15
3. Justificación 17
4. Objetivos 20
4.1 Objetivo general 20
4.2 Objetivos específicos 20
5. Antecedentes 21
6. Marco Teórico 27
6.1 Marco disciplinar del Programa del Diploma 27
6.1.1 Programa de Química IB 27
6.2 Marco Disciplinar de la Química 33
6.2.1 Estructura atómica y Ley periódica 33
6.3 Marco pedagógico 49
6.3.1 Aprendizaje Basado en Proyectos 49
6.3.2 Aprendizaje Basado en Indagación 53
7. Metodología de la investigación 56
7.1 Metodología cualitativa 56
7.1.1 Primera fase 57
7.1.2 Segunda fase 70
7.1.3 Tercera fase 73

7.2 Metodología cuantitativa 75

7.2.1 Encuesta de los Talleres 75

7.2.2 Encuesta del Laboratorio 76

7.2.3 Encuesta del Proyecto 77

7.3 Metodología de la evaluación 77

7.3.1 Asignación para la calificación 78

8. Resultados 79

8.1 Resultados cualitativos 79

8.1.1 Encuestas Talleres IB 79

8.1.2 Encuesta Laboratorio 83

8.1.3 Encuesta Video (proyecto) 85

8.2 Resultados cuantitativos 89

8.2.1 Talleres IB 89

8.2.2 Laboratorio y video 93

8.2.3 Evaluación sumativa 96

9. Análisis de los resultados 100

10. Conclusiones 103

11. Recomendaciones y sugerencias 107

12. Bibliografía 108

13. Anexos 112

Tabla de tablas

Tabla 1. Relación entre escala Nacional y la escala del Bachillerato Internacional (IBO)..... 29

Tabla 2. Los subniveles en cada nivel de energía principal hasta el nivel 4. Tomada de: Chemistry for the IB Diploma Second Edition. Página 67. 40

Tabla 3: habilidades y comprensiones para desarrollar la indagación. Basado en Bybee (2004)..... 55

Tabla 4. Subtemas de estructura atómica y su propósito..... 59

Tabla 5. Subtemas de Ley periódica y su propósito..... 60

Tabla 6. Definiciones de métodos de aprendizaje..... 61

Tabla 7. Talleres usados en el trabajo de grado y sus características. 65

Tabla 8. Modificaciones realizadas a los talleres. 69

Tabla 9. Formato del diario de campo..... 69

Tabla 10. Características y habilidades desarrolladas en la realización del laboratorio. 72

Tabla 11. Rúbrica de evaluación de la guía de laboratorio. 73

Tabla 12. Ejemplo de calificación en el proyecto..... 78

Tabla 13. Resultados de las encuestas de los talleres..... 79

Tabla 14. Resultados de las encuestas del laboratorio. 83

Tabla 15. Resultados de las encuestas del video. 86

Tabla 16. Resultados en marcas obtenidos por taller. 90

Tabla 17. Resultados en marcas y desempeño Sección 1..... 96

Tabla 18. Resultados en marcas y desempeño Sección 2..... 97

Tabla 19. Resultados en marcas y desempeño Sección 3..... 97

Tabla 20. Resultados en marcas y desempeño Sección 4..... 97

Tabla de Figuras

Figura 1. Notación de un núclido 36

Figura 2. Organización electrónica del potasio..... 36

Figura 3. El espectro electromagnético. 37

Figura 4. Tránsitos internivélicos. a) Átomo con electrón en estado fundamental. b) Átomo excitado, su electrón, al absorber energía, ha pasado al nivel 3. c) Situación en la que el electrón vuelve al nivel fundamental emitiendo radiación electromagnética de E = h n. d) Situación en la que el electrón vuelve a un nivel de menor energía emitiendo radiación electromagnética de E' = h n'. 38

Figura 5. Orbitales atómicos..... 40

Figura 6. Regla de Möller. Orden en el cual se llenan los subniveles atómicos en un átomo poli electrónico. Comienza con el orbital 1s y desciende en dirección de las flechas. Así, el orden es como sigue: 1s , 2s , 2p , 3s , 3p, 4s , 3d , ...: 41

Figura 7. Tabla periódica de los elementos. 43

Figura 8. Clasificación de los grupos de elementos en la tabla periódica de acuerdo con el tipo de subnivel externo llenado por los electrones. 44

Figura 9. Ilustración de la distinción entre radio atómico de no enlace y de enlace. Los valores de los radios atómicos de enlace se obtienen de mediciones de distancias interatómicas en compuestos químicos..... 45

Figura 10. Tamaño de los iones de los elementos representativos de los grupos A, en angstroms (Å), comparado con los átomos covalentes neutros (verde): los iones positivos (cationes, azul) siempre son más pequeños que los átomos neutros a partir de los cuales se forman; los iones negativos (aniones, rojo) siempre son más grandes que los átomos neutros de los cuales provienen..... 46

Figura 11. Primera energía de ionización vs. número atómico. Los puntos rojos marcan el inicio de un periodo (metales alcalinos), y los azules, el final de un periodo (gases nobles). Se utilizan puntos verdes para los metales de transición. 47

Figura 12. Afinidades electrónicas en kJ/mol para los elementos representativos de los primeros cinco periodos de la tabla periódica. Cuanto más negativa es la afinidad electrónica, mayor es la atracción entre un átomo y un electrón. Una afinidad electrónica > 0 indica que el ion negativo tiene mayor energía que el átomo y el electrón separados. 48

Figura 13 Valores de electronegatividad de los elementos. 48

Figura 14. Tendencias Periódicas de los elementos. 49

Figura 15: Modelo tradicional de enseñanza aprendizaje 50

Figura 16: Modelo tradicional de enseñanza aprendizaje. 52

Tabla de gráficas

Gráfica 1. Porcentajes de los resultados pregunta 1. 85
Gráfica 2. Porcentajes de los resultados pregunta 2. 85
Gráfica 3. Porcentajes de los resultados pregunta 3. 85
Gráfica 4. Porcentajes de los resultados pregunta 4. 85
Gráfica 5. Porcentajes de los resultados pregunta 5. 85
Gráfica 6. Porcentajes de los resultados pregunta 6. 85
Gráfica 7. Porcentajes de los resultados pregunta 7. 85
Gráfica 8. Porcentajes de los resultados pregunta 8. 85
Gráfica 9. Porcentajes de los resultados pregunta 9. 85
Gráfica 10. Porcentajes de los resultados pregunta 10. 85
Gráfica 11. Porcentajes de los resultados pregunta 1. 85
Gráfica 12. Porcentajes de los resultados pregunta 2. 85
Gráfica 13. Porcentajes de los resultados pregunta 3. 85
Gráfica 14. Porcentajes de los resultados pregunta 4. 85
Gráfica 15. Porcentajes de los resultados pregunta 5. 85
Gráfica 16. Porcentajes de los resultados pregunta 1. 85
Gráfica 17. Porcentajes de los resultados pregunta 2. 85
Gráfica 18. Porcentajes de los resultados pregunta 3. 85
Gráfica 19. Porcentajes de los resultados pregunta 4. 85
Gráfica 20. Porcentajes de los resultados pregunta 5. 85
Gráfica 21. Porcentajes de los resultados pregunta 6. 85
Gráfica 22. Porcentajes de los resultados pregunta 7. 85
Gráfica 23. Porcentajes de los resultados pregunta 8. 85
Gráfica 24. Porcentajes de los resultados pregunta 9. 85
Gráfica 25. Porcentajes de los resultados pregunta 10. 85
Gráfica 26. Porcentajes de los resultados taller 1. 90
Gráfica 27. Porcentajes de los resultados taller 2. 90
Gráfica 28. Porcentajes de los resultados taller 3. 91
Gráfica 29. Porcentajes de los resultados taller 4. 91
Gráfica 30. Porcentajes de los resultados taller 5. 91

Gráfica 31. Porcentajes de los resultados taller 6. 91
Gráfica 32. Porcentajes de los resultados taller 7. 92
Gráfica 33. Porcentajes de los resultados taller 8. 92
Gráfica 34. Porcentajes de los resultados taller 9. 92
Gráfica 35. Porcentajes de los resultados taller 10. 92
Gráfica 36. Porcentajes de los resultados laboratorio 11. 94
Gráfica 37. Porcentajes de los resultados video 12. 94
Gráfica 38. Porcentajes de los resultados Sección 1 de la evaluación. 98
Gráfica 39. Porcentajes de los resultados Sección 2 de la evaluación. 98
Gráfica 40. Porcentajes de los resultados Sección 3 de la evaluación. 98
Gráfica 41. Porcentajes de los resultados Sección 4 de la evaluación. 98

1. Introducción

En los últimos años, el número de instituciones educativas privadas de nuestro país, que ha optado por pertenecer a la comunidad del Bachillerato Internacional (IB) ha ido incrementando. Desde 1977 se dio comienzo a la enseñanza de los programas IB en nuestro territorio y a la fecha, hay 45 colegios en Colombia con este perfil. Todos ellos corresponden al sector privado.

Ser un colegio del mundo del IB supone, entre otras características, que los estudiantes desarrollan un perfil global con una serie de actitudes que lo ayudarán a desenvolverse en diferentes escenarios, a reflexionar sobre las grandes preguntas de la humanidad, pero sobre todo a aprender a través de la indagación y de sus propias inquietudes. Cada asignatura se especializa de manera puntual en desarrollar los conocimientos requeridos de una manera significativa, analítica y en la que los estudiantes aprendan sobre la aplicabilidad real de todos sus aprendizajes. El docente entonces trasciende el papel tradicional que se le ha otorgado a lo largo de la historia, para ser un acompañante, un guía en el proceso.

Todos estos aspectos llaman la atención en el sector privado, así que las familias optan por hacer una inversión mayor (dado que se debe pagar cierto monto adicional) de manera que los estudiantes accedan a una educación mucho más especializada, desligada de lo tradicional y que supera los lineamientos de los programas curriculares establecidos nacionalmente.

Dada mi experiencia y conocimiento en el sector privado, comencé a notar cómo en ciertas instituciones pertenecientes a la comunidad IB, las prácticas y lineamientos pedagógicos que establece la organización están lejos de cumplirse a cabalidad. En contraste, he encontrado que, en algunos colegios, a pesar de recibir la capacitación y las guías en donde se definen claramente estrategias, aproximaciones a los procesos y formas de evaluación, han vuelto al método tradicional en el que el estudiante simplemente recibe de manera unidireccional grandes cantidades de información. Esto conlleva a que se retorne a lo memorístico,

siendo así un aprendizaje pasajero sin otro objetivo que el de obtener buenos resultados en los exámenes internacionales, pero sin el proceso adecuado, resultados que no están obteniendo los mínimos requeridos para la aprobación de las diferentes asignaturas.

En dicho contexto, decidí realizar mi investigación preguntándome qué pasaría realmente si el proceso de enseñanza-aprendizaje, en este caso de Química IB en grado Décimo, se realizara a través de un modelo pedagógico basado en proyectos e indagación como lo propone la organización del Bachillerato Internacional.

2. Situación problema

Un fenómeno de expansión educativa se ha notado en los últimos años en Colombia como consecuencia del anuncio por parte del Gobierno en su intención por vincularse a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y, al crecimiento de la clase media en el país (Angulo et al. 2013).

Citando el caso específico de la ciudad de Bogotá y la Sabana Norte de Cundinamarca, es una tendencia, por parte de cierto número de colegios privados convencionales en dichas áreas, el adoptar los programas de formación académica de Escuela Primaria, hasta el Programa Diploma (PD), bajo la modalidad de Bachillerato Internacional (IB). Siendo el propósito final de estas instituciones brindar a sus estudiantes y a sus familias los beneficios académicos que puede tener un diploma IB, como la homologación de créditos académicos en universidades, el fortalecimiento del idioma inglés como segunda lengua y la conectividad con instituciones académicas alrededor del mundo en tiempos de la expansión educativa (www.ibo.org).

Desde el punto de vista pedagógico, la Organización de Bachillerato Internacional (IBO), apoya instituciones educativas acreditadas en cualquiera de sus modalidades de formación IB, ofreciendo cursos de desarrollo profesional docente (IBO, 2019) y la publicación de guías de apoyo para docentes e instituciones, con el fin de lograr los objetivos del programa, en relación a la planificación, la enseñanza y la evaluación de los cursos IB, siendo el caso de la enseñanza de la Química, el documento titulado “Programa Diploma: Guía de Química” (IBO, 2014).

Desafortunadamente, para el caso de la mayoría de los nuevos Colegios IB en Colombia, las prácticas educativas no son rigurosas y solo se están limitando a cubrir un gran volumen de contenidos teóricos, sin dejar lugar al desarrollo de nuevas prácticas educativas que se enfoquen en el desarrollo de habilidades para el siglo XXI. Así mismo, no existe una visión que considere los nuevos enfoques

para la enseñanza de la Química con base en pedagogías vanguardistas altamente estudiadas y eficiente con sus propósitos educativos (Ekiz-Kiran y Boz, 2019).

Como resultado de las observaciones de campo durante los últimos cuatro años de mi carrera docente en algunas instituciones IB ubicadas en la Sabana Norte de Cundinamarca, he detectado una falencia en la forma en la que se está aplicando el programa de Química IB. En la mayoría de los casos conocidos, mis hallazgos tienen origen en las entrevistas con directivos y docentes. Se presencia que la metodología pedagógica es altamente influenciada hacia lograr resultados cuantitativos respecto a los controles y exigencias de acreditación institucionales con base en los resultados de los exámenes estandarizados, tanto de carácter internacional como nacional.

Este hecho dirige el proceso de enseñanza-aprendizaje hacia la memorización de un gran volumen de conceptos y el aprendizaje de mecanismos para la resolución óptima de exámenes estandarizados, reduciendo el proceso a un simple entrenamiento para responder exámenes, situación que va en contravía de lo propuesto por el programa IB. Es en este contexto en el que surge mi pregunta de investigación: ¿Cuál es el efecto producido sobre las habilidades de aprendizaje en los estudiantes de un curso de Química IB en grado 10, al adoptar un modelo pedagógico de aprendizaje basado en proyectos, y su alcance para lograr los objetivos globales de la IBO?

3. Justificación

Cambiar los hábitos de estructura organizacional de una escuela tradicional que se basada en teorías del conocimiento conductistas por un modelo pedagógico de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), debe ser visto como un cambio radical de política educativa y gobernanza, siendo el caso para esta investigación una intención de cambio a nivel del aula. El ABP se basa en teorías del aprendizaje constructivistas, y al igual que el Aprendizaje Basado en Indagación (ABI), son ambos innovadores y promueven el aprendizaje de una multitud de estrategias críticas para el éxito en el siglo XXI (Bell, 2010, p. 39).

La premisa “creando un entorno constructivista de aprendizaje” se adoptó como una parte esencial en el desarrollo de la presente investigación, teniendo como base fundamental los modelos ABP y ABI. El primero de ellos responde a características bastante apropiadas para la investigación en las que, de acuerdo con Poon et al. (2009), el modelo se basa en la teoría del aprendizaje constructivista, allí la participación de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje es activa, cumpliendo un rol como solucionadores de problemas, teniendo en ese sentido una responsabilidad mayor en sus propios resultados.

También el papel del docente cambia en comparación con el modelo tradicional. Según Martí et al. (2010), en el ABP, el docente es un facilitador, un guía u orientador, quien también puede aprender. Es decir, no tiene todas las respuestas, pero las pueden construir entre todos. El docente también permite visualizar explícitamente los objetivos que se quieren alcanzar, teniendo allí una meta clara para él y sus estudiantes. Esto permite que cada acción tenga una razón de ser, los estudiantes empiezan a entender la funcionabilidad y aplicabilidad de lo aprendido, de lo construido.

Por su parte, el ABI establece una estrecha relación entre la indagación y la ciencia como acercamiento a la comprensión de fenómenos naturales. En este modelo y en

sintonía con el ABP, el estudiante inicia desde muy pequeño a desarrollar habilidades que le permitan fortalecer su proceso de indagación: hacer preguntas. No basta con el simple planteamiento de estas, aunque de por sí es un proceso complejo, habrán de dársele todas las herramientas al estudiante para que no espere a que alguien más se las solucione, sino que encuentre las maneras de resolverlas: el diálogo, búsqueda de fuentes confiables, análisis, planteamiento de preguntas más complejas y el uso de la información que encuentra.

Desde el ABI, el docente tiene el reto de reflexionar qué tipo de indagación será la más adecuada para sus estudiantes. Martin-Hanssen (2002) establece cuatro tipos de indagación diferenciadas: indagación abierta en la que el estudiante crea su propia ruta para resolver su pregunta; indagación guiada en la que el docente orienta cómo formular las preguntas y sugiere algunos materiales o procedimientos para llevar a cabo el proceso; indagación acoplada (una mezcla entre la indagación abierta y guiada) en la que el docente puede darle a los estudiantes una pregunta de investigación y algunos cuestionamientos para tener en cuenta, de manera que el estudiante tenga una base desde la cual iniciar su indagación; y la indagación estructurada en la que el docente establece los pasos para darle solución a la pregunta pero en la que el diálogo y las ideas de los estudiantes son vitales para la construcción.

La ventaja de adoptar modelos pedagógicos como lo son el ABP y el ABI con su visión de desarrollo de entornos constructivistas, es que ambos cuentan con parámetros confiables para la medida de la eficiencia del aprendizaje (Bell, 2010.) Además, se puede incorporar una metodología de investigación cualitativa que aporte información útil para el entendimiento del entorno del sujeto-colectivo que se está estudiando y brinde herramientas de diagnóstico. De este modo, la investigación se desarrolla bajo parámetros cuantitativos y cualitativos, lo que permite un análisis de los resultados de manera integral.

Según la Organización de Bachillerato Internacional o International Baccalauréate Organization (IBO, por sus siglas en inglés) el programa de Química IB, tiene dentro de su estructura el concepto de naturaleza de las Ciencias con base en los diez

objetivos del programa definidos en la publicación “Guía de Química” (IBO,2014). Esta visión del aprendizaje holístico por parte de la comunidad IBO, según Nugent y Karnes (2002) es atribuida “a un elemento curricular clave del Programa Diploma que cuenta con el curso interdisciplinario sobre filosofía del aprendizaje con la asignatura de teoría del conocimiento” (p.34).

Por tal motivo, considero que la metodología de investigación cualitativa para escenarios educativos y la visión de entornos de aprendizaje constructivistas bajo los modelos pedagógicos ABP y ABI, es posible proponer un entorno más auténtico del sentido de la enseñanza-aprendizaje de la Química IB y lo que significa ser un estudiante IB, mediante el uso de pedagogías de uso extendido para el siglo XXI.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Diseñar una estrategia pedagógica que promueva el aprendizaje basado en proyectos y la indagación, con la intención de alcanzar los objetivos del programa de Química IB y la efectiva evaluación de aula.

4.2 Objetivos específicos

- Emplear la estrategia pedagógica ABP y ABI que permita recopilar información mediante el registro de un diario de campo, encuestas, observaciones de aula y su respectivo análisis empleando el método de triangulación de información.
- Aplicar la estrategia pedagógica con el fin de generar un reporte de hallazgos y recomendaciones.
- Evaluar la estrategia pedagógica ABP y ABI estadísticamente de los resultados obtenidos por los estudiantes antes, durante y después de la etapa de intervención en el aula, mediante encuestas (evaluación formativa), evolución intermedia y evaluación final (evaluación sumativa).

5. Antecedentes

Como parte de la búsqueda de los antecedentes, es importante resaltar que la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) en su informe del año 2017 reconoció los esfuerzos realizados en promover programas de enseñanza científica basada en la indagación (IBSE) y educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en todo el continente americano. En el caso de Colombia, La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales se unió a los programas de educación IBSE de la IANAS desde el año 2004. Siendo el Programa "Pequeños Científicos" de la Universidad de Los Andes, un programa pionero en América Latina desde el año 2000 (www.ianas.org).

De la misma manera, una visión global sobre la enseñanza científica basada en la indagación (IBSE) fue publicada por la Universidad de Oxford en Inglaterra, en su primera edición en el año 2005 con un interesante libro "The Art of Teaching Science" (El arte de enseñar ciencia). Se afirma que "los docentes e investigadores de ciencias tienen la visión que todos los estudiantes son capaces de aprender ciencias" (Has- sard y Días, 2009). Dicho libro se escribió con el propósito de guiar a los docentes e investigadores en ciencias de la educación a lograr esta visión tan importante de la enseñanza de las ciencias. Además, The Art of Teaching Science (Hassard y Días, 2009) se centra en la preparación de los profesores de ciencias, su desarrollo profesional y el arte individual, brindando una serie de herramientas pedagógicas que implican la indagación y la experimentación como herramienta de trabajo y brinda un espacio para la reflexión (p.1).

La atención puesta sobre cómo se debe llevar a cabo una adecuada enseñanza de las ciencias en el siglo XXI por parte de los docentes, los líderes del sector educativo e instituciones educativas implican una metodología de aprendizaje basado en la indagación y la experimentación científica, además, de metodologías de aprendizaje basado en problemas y proyectos (ABP). Un ejemplo del cómo estas visiones se trasladan al diseño de nuevos estándares para la enseñanza de las ciencias en

países de primer mundo, son las reformas educativas a gran escala como los Estándares de Ciencias para la Próxima Generación (NGSS, por sus siglas en ingles) en los Estados Unidos, El Currículo Nacional en Inglaterra, y el Bildungsstandards im Fach den Mittleren Schulabschluss en Alemania (P.2). En el caso de América Latina, se destaca un estudio realizado por el Banco Interamericano para el Desarrollo (BID), sobre la condición de la educación en matemáticas y ciencias naturales en América Latina y el Caribe (BID, 2010).

En este punto es importante reconocer las diferentes investigaciones en las que se han implementado o analizado los grandes aportes del ABP. Rodríguez, E. & Cortés, M. (2009) investigaron sobre la percepción de los estudiantes de Ingeniería agrícola de la Universidad nacional de Colombia, respecto a la implementación del ABP en diferentes cursos teórico-prácticos.

La idea inicial consistía en que los estudiantes propusieran un proyecto en donde aplicaran los conceptos aprendidos en clase, de manera que se enfrentaran a problemas contextualizados, generaran preguntas, pero también la búsqueda de diferentes respuestas, fuentes de información y soluciones. Al inicio del curso se propusieron distintas opciones en la que los estudiantes podían escoger un tema de su interés, un problema específico que ya hubieran identificado o la sugerencia por parte del docente sobre algún tema que ya se estuviera desarrollando en la universidad.

El instrumento utilizado para que los estudiantes realizaran la valoración de la implementación de la estrategia, fue una encuesta cerrada cuyos resultados permitieron identificar que los estudiantes consideraron que el ABP es una estrategia apropiada en la que pueden aplicar lo aprendido en contextos reales, lo que favorece su experiencia laboral en tanto empiezan a desarrollar proyectos de gran aplicabilidad.

Por su parte Martín, L. (2016) quiso analizar la influencia que tiene el desarrollo de un proyecto en el aprendizaje de la asignatura Química, en estudiantes de grado once en una institución educativa ubicada en Mosquera, Cundinamarca. Su

investigación tuvo un enfoque cualitativo-interpretativo en el que se recolectó la información a través de la observación remota, la entrevista y el análisis documental.

El proyecto desarrollado por los estudiantes se tituló: “Fabricación de un producto de uso cotidiano con base en procesos químicos”. A su vez, se crearon pequeños grupos entre los estudiantes en donde buscaron y analizaron posibles productos, pero teniendo en cuenta factores como los recursos y viabilidad. Los estudiantes desarrollaron un anteproyecto en donde hacían explícito su producto, qué requerían, pero también qué conceptos o temas de la asignatura estaban relacionados con él. Una vez aprobado, realizaron la ejecución de este, debían grabar la fabricación del producto, pero los temas de química utilizados debían ser explícitos. El video fue una de las formas de socializar el desarrollo de cada etapa del proceso. Dentro de los diferentes proyectos se encontraron productos como crema hidratante, cerveza artesanal y jabón de avena.

Como una de las conclusiones más importantes de esta investigación, se destaca que los estudiantes asumen una posición muy diferente frente al aprendizaje de la Química cuando se les ofrece un escenario en el que pueden aplicar de manera práctica lo que han aprendido, pero también se empiezan a interesar por conceptos relacionados y a buscar diferentes fuentes de información para llevar a cabo su idea y proyecto. Cuando los estudiantes ven la aplicabilidad, el conocimiento deja de ser abstracto y es mucho más interesante, es significativo.

Pachón, M. (2019) desarrolló una investigación que tuvo como objetivo principal la implementación del ABP para fortalecer las habilidades de pensamiento crítico: el razonamiento clasificatorio-deductivo, solución de problemas y toma de decisiones en el contexto de las Ciencias Naturales y la Educación ambiental, en un grupo de estudiantes de Quinto de Primaria.

La investigación fue de corte cuantitativo de carácter cuasiexperimental, en el que el investigador manipula diferentes variables en un contexto controlado. Se aplicó la estrategia de intervención con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con la metodología del ABP y las habilidades de razonamiento, solución de problemas y toma de decisiones. El proyecto de investigación escolar partió de la pregunta:

¿Cómo se relaciona la gravedad y las características de los diamantes en planetas como Neptuno, Urano, Saturno y Tierra? implementando una serie de talleres relacionados con cada una de las habilidades de pensamiento crítico de manera general.

Se aplicó el ABP a partir del diseño de dos Secuencias de Enseñanza Aprendizaje (SEA) que permitieron a los estudiantes solucionar una pregunta de investigación, adquirir sus objetivos y construir el modelo final. La investigación se desarrolló en 4 fases, una inicial en la cual se elaboraron y validaron los instrumentos de medición, luego se aplicó el pretest basado en una prueba de retos, posteriormente se aplicaron 2 secuencias de enseñanza aprendizaje en el contexto de las Ciencias Naturales y la Educación Ambiental y finalmente se aplicó a manera de postest la prueba de retos, para determinar un contraste en el desempeño de los niños y el tamaño del efecto de la estrategia en el fortalecimiento de las habilidades de razonamiento clasificatorio-deductivo, solución de problemas y toma de decisiones.

Como conclusiones cabe resaltar que una de las habilidades de pensamiento crítico más beneficiada fue la de razonamiento clasificatorio y deductivo. Para la etapa en la que los estudiantes se encuentran (concreta)es de vital importancia y, a través de ella se desarrollaron también la solución de problemas y toma de decisiones. El ABP no sólo se desarrolló desde la parte conceptual y curricular, sino que también involucró procedimientos, principios universales y la motivación de los estudiantes. A nivel analítico y para una discusión posterior, se plantea la hipótesis de que la educación tradicional, al no ser tan significativa ni aplicable pues se centra en lo memorístico, esté llevando a unos resultados muy bajos en diferentes pruebas y evaluaciones.

Dado que el ABP ha tomado fuerza en nuestro país, se encuentran diferentes investigaciones exitosas que demuestran las ventajas de una enseñanza-aprendizaje de este tipo. En la búsqueda de antecedentes también es importante analizar si las prácticas educativas en un contexto tan específico como el que propone la organización del Bachillerato Internacional son exitosas. En nuestro país no se ha investigado de manera amplia este interrogante. Sin embargo, Brown, J.,

Castellanos, J., Acevedo, D. (2009) realizaron una investigación que buscaba analizar cómo una institución de tradición en nuestro país (The English School), había integrado los diez atributos que propone la comunidad del bachillerato internacional en los programas de Años Intermedios y Diploma desde diferentes asignaturas.

La investigación tuvo una metodología cualitativa con un enfoque descriptivo-exploratorio haciendo énfasis en los estudios de caso. Los cuestionarios abiertos y las observaciones de clase fueron algunas herramientas utilizadas para la recolección de la información. Los investigadores lograron analizar que en la institución no había un desarrollo de los atributos de manera intencionada y que los docentes no tenían claridad respecto a esta propuesta formativa, de manera que la institución, a pesar de tener las certificaciones correspondientes, no aplicaba de manera efectiva la propuesta de la organización del Bachillerato Internacional.

Como resultado de la investigación, se generó una propuesta que desarrollara de manera efectiva e intencionada el perfil IB de acuerdo con las particularidades de la institución. Los investigadores también ponen en discusión si la situación encontrada se presenta en otras instituciones pertenecientes a la IBO, por lo que la propuesta que realizaron tiene aplicabilidad en otras instituciones también.

En contraposición nuestro país vecino Ecuador, desde el año 2006 ha implementado el programa de Diploma del Bachillerato internacional en todos los colegios públicos del país, lo que lo ubica en el segundo lugar del ranking de los países en América con este programa. La investigación ha sido mucho más amplia en cuanto a la implementación de este y documentalmente es sencillo encontrar diversos análisis. Llama la atención la investigación realizada por Sandoval, C. (2013) que permite ver cómo en el colegio Rudolf Steiner de la ciudad de Quito el desarrollo del Programa internacional de años intermedios (PAI) ha traído excelentes resultados a los estudiantes en todo su proceso de formación, no solo en los resultados. Uno de los principales hallazgos de la investigación, permite ver que el PAI maneja la indagación estructurada como un vehículo para el aprendizaje continuo, un marco y modelo curricular propios del programa relacionados con las

competencias que se orientan desde el Ministerio de Educación: cognitivas, sociales y motrices. Esta estrecha relación entre el PAI y el Ministerio de educación permite que los objetivos se alineen, sean claros y se desarrollen de la manera que orienta el Bachillerato Internacional. Los estudiantes de esta institución se caracterizan por los atributos del perfil, lo que incide en que el programa de diploma sea exitoso.

6. Marco Teórico

En este punto se hace necesaria la exploración de diferentes categorías que sustentan el desarrollo de la presente investigación. Inicialmente se desarrollará la profundización en la naturaleza del programa de Química IB para contextualizar en qué consiste, cómo se plantea desde la Organización del Bachillerato Internacional y qué se espera que logre el estudiante. Posteriormente, se analizará el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), sus características y bases teóricas. De la misma manera, se expondrá el planteamiento del Aprendizaje Basado en la Indagación y cómo se relaciona con el bachillerato internacional (IBO)

6.1 Marco disciplinar del Programa del Diploma

6.1.1 Programa de Química IB

Los programas de formación académica de carácter internacional bajo los lineamientos de la IBO, disponen de una estructura organizacional para cada uno de sus programas académicos. Además, la IBO incorpora una filosofía pedagógica para sus cuatro ciclos de formación académica. El Programa de la Escuela Primaria **(PEP)**, El Programa de los Años Intermedios **(PAI)**, El Programa del Diploma **(PD)**, y, El Programa de Orientación Profesional **(POP)** (www.iog.org).

El currículo correspondiente al ciclo del Programa Diploma **(PD)** se divide en seis grupos o categorías de asignaturas, donde el grupo número cuatro, corresponde al componente de las ciencias exactas y naturales. En este sentido, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química IB para los cursos de asignación PD es apoyado por la Organización de Bachillerato Internacional con la publicación del documento titulado “Programa Diploma: Guía de Química” (IBO, 2014). Dicha publicación tiene como objetivo servir de guía para el apoyo a docentes e instituciones con el fin de lograr los objetivos del programa, con relación a la

planificación, la enseñanza y la evaluación correspondientes a los cursos de Química IB.

En Colombia, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química IB tiene lugar en colegios de categoría internacional, colegios bilingües o colegios no internacionales que están acreditados por la Organización de Bachillerato bajo la modalidad de Programa Diploma, para los dos últimos años del bachillerato académico. Razón por la cual, el programa de Química IB, se divide en dos cursos de instrucción: Química General e Inorgánica y Química Orgánica. Para la IBO es necesario que los estudiantes desarrollen componentes de pensamiento crítico con base en el conocer "cómo los científicos trabajan y se comunican entre sí y con la sociedad en general" (IBO, 2014, p.18).

Para lograr los objetivos del curso de Química IB, e ir más allá, alineando el contenido pedagógico con los objetivos para formar estudiantes IB, es estrictamente necesario enfocarse dentro de la filosofía de la Organización de Bachillerato Internacional (2014) cuyos seis pilares fundamentales se establecen como "1). El núcleo del modelo del Programa del Diploma, 2). Los enfoques de la enseñanza y enfoques del aprendizaje, 3). La declaración de principios del IB y el perfil de la comunidad de aprendizaje del IB, 4). La diversidad en el aprendizaje y requisitos de apoyo para el aprendizaje, 5). La naturaleza de las ciencias. La alfabetización científica y la percepción de la ciencia por parte de la sociedad, y, 6). la naturaleza de la Química" (pp. 03-14).

La calidad educativa puede ser acorde con pedagogías alternativas que cumplen con los objetivos para la formación de ciudadanos del siglo XXI. Siendo las modelos de aprendizaje basados en la indagación (ABI) científica y el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), una alternativa para cumplir con los objetivos del curso Química IB del Programa Diploma, a su vez como una estrategia pedagógica para asegurar procesos formativos de las ciencias con un enfoque mayor hacia la autenticidad del significado social de las Ciencias Naturales, el estudio de la Química pura y sus aplicaciones en la actualidad.

De la misma manera, el aspecto evaluativo en la IBO es de vital importancia para todo el proceso. Cada una de las actividades tiene una rúbrica que permite evaluar de manera objetiva y cuantitativa. Los estudiantes la conocen con antelación, de manera que tienen claridad sobre lo que se espera ya sea de la actividad o del proceso. (IBO, 2014).

El bachillerato internacional **(IBO)** usa una escala numérica para conocer el desempeño del estudiante. De acuerdo con esta escala, se puede relacionar con la establecida a nivel nacional como se muestra en la tabla 1.

Escala de valoración nacional (Colombia)	**Escala cuantitativa estándares internacionales (IBO)**
Desempeño superior	7
Desempeño alto	6-5
Desempeño básico	4
Desempeño bajo	1-2-3

Tabla 1. Relación entre escala Nacional y la escala del Bachillerato Internacional (IBO)

Con el fin de tener un mejor entendimiento de cómo evalúa el desempeño el Bachillerato Internacional (IBO) dentro del programa del diploma para química, la organización tiene el siguiente documento **Descriptores de calificaciones finales del grupo 4** (Ciencias) (www.ibo.org) donde desglosa la forma de calificación entendidos como:

Calificación 7

El alumno muestra un exhaustivo conocimiento de la información factual del programa de estudios y un completo dominio de conceptos y principios. Selecciona y aplica información, conceptos y principios pertinentes en una amplia variedad de contextos. Analiza y evalúa datos cuantitativos y/o cualitativos minuciosamente. Construye explicaciones detalladas de fenómenos complejos y realiza predicciones adecuadas. Resuelve la mayoría de los problemas cuantitativos y/o cualitativos de forma idónea. Se

comunica de modo lógico y conciso empleando terminología y convenciones adecuadas. Muestra perspicacia u originalidad. El alumno demuestra habilidades personales, perseverancia y responsabilidad en una amplia variedad de actividades de investigación de un modo muy coherente. Trabaja muy bien en equipo y enfoca las investigaciones de modo ético, prestando total atención al impacto ambiental. Manifiesta competencia en un gran número de técnicas de investigación, presta considerable atención a la seguridad y es totalmente capaz de trabajar independientemente.

Calificación 6

El alumno muestra un conocimiento muy amplio de la información factual del programa de estudios y una profunda comprensión de conceptos y principios. Selecciona y aplica información, conceptos y principios pertinentes en la mayoría de los contextos. Analiza y evalúa datos cuantitativos y/o cualitativos con un elevado nivel de competencia. Construye explicaciones de fenómenos complejos y realiza predicciones adecuadas. Resuelve problemas básicos o conocidos, y la mayor parte de los problemas cuantitativos y/o cualitativos nuevos o difíciles. Se comunica eficazmente empleando la terminología y las convenciones adecuadas. Ocasionalmente muestra perspicacia u originalidad. El alumno demuestra habilidades personales, perseverancia y responsabilidad en una amplia variedad de actividades de investigación de un modo coherente. Trabaja bien en equipo y enfoca las investigaciones de modo ético, prestando la debida atención al impacto ambiental. Muestra aptitud en un gran número de técnicas de investigación, presta la debida atención a la seguridad y por lo general es capaz de trabajar independientemente.

Calificación 5

El alumno muestra un amplio conocimiento de la información factual del programa de estudios y una buena comprensión de la mayoría de los conceptos y principios, aplicándolos en algunos contextos. Analiza y evalúa

eficazmente datos cuantitativos y/o cualitativos. Construye explicaciones de fenómenos simples. Resuelve la mayoría de los problemas básicos o conocidos, y algunos problemas cuantitativos y/o cualitativos nuevos o difíciles. Se comunica con claridad empleando poco o ningún material irrelevante. El alumno demuestra habilidades personales, perseverancia y responsabilidad en una gama de actividades de investigación de un modo bastante coherente. Generalmente trabaja bien en equipo y enfoca las investigaciones de un modo ético, prestando atención al impacto ambiental. Muestra competencia en una gama de técnicas de investigación, presta atención a la seguridad y en ocasiones es capaz de trabajar independientemente.

Calificación 4

El alumno muestra un conocimiento razonable de la información factual del programa de estudios, aunque posiblemente con algunas lagunas. Manifiesta una comprensión adecuada de la mayoría de los conceptos y principios básicos, pero posee una capacidad limitada para aplicarlos. Demuestra algo de análisis o evaluación de datos cuantitativos o cualitativos. Resuelve algunos problemas básicos o de rutina, pero posee una capacidad limitada para hacer frente a situaciones nuevas o difíciles. Se comunica adecuadamente, aunque sus respuestas pueden carecer de claridad e incluir algún material repetitivo o irrelevante. El alumno demuestra habilidades personales, perseverancia y responsabilidad en una gama de actividades de investigación, aunque muestra cierta incoherencia. Trabaja en equipo y generalmente enfoca las investigaciones de modo ético, prestando alguna atención al impacto ambiental. Muestra competencia en una gama de técnicas de investigación, presta cierta atención a la seguridad, aunque en alguna medida requiere que se le supervise de cerca.

Calificación 3

El alumno muestra un conocimiento limitado de la información factual del programa de estudios y una comprensión parcial de conceptos y principios básicos, así como poca capacidad para aplicarlos. Manifiesta cierta capacidad para manipular datos y resolver problemas básicos o de rutina. Se comunica con una posible falta de claridad y emplea algún material repetitivo o irrelevante. El alumno demuestra habilidades personales, perseverancia y responsabilidad en algunas actividades de investigación de un modo incoherente. Trabaja en equipo y a veces enfoca las investigaciones de modo ético, prestando cierta atención al impacto ambiental. Muestra competencia en algunas técnicas de investigación, presta atención en ocasiones a la seguridad y requiere que se le supervise de cerca.

Calificación 2

El alumno demuestra recordar poca información factual del programa de estudios y una comprensión insuficiente de conceptos y principios básicos, dando pocos indicios de aplicación. Exhibe una capacidad mínima para manipular datos y poca o ninguna capacidad para resolver problemas. Ofrece respuestas que a menudo resultan incompletas o irrelevantes. El alumno rara vez demuestra habilidades personales, perseverancia o responsabilidad en actividades de investigación. Trabaja en equipo ocasionalmente, pero realiza poca o ninguna contribución al mismo. En ocasiones enfoca las investigaciones de modo ético, pero demuestra ser muy poco consciente del impacto ambiental. Muestra competencia en una gama muy limitada de técnicas de investigación, demuestra ser poco consciente de los factores de seguridad y necesita que se le supervise de cerca continuamente.

Calificación 1

El alumno recuerda fragmentos de la información factual del programa de estudios y muestra muy poca comprensión de cualquier concepto o

principio. El alumno rara vez demuestra habilidades personales, perseverancia o responsabilidad en actividades de investigación. No trabaja en equipo. En raras ocasiones enfoca las investigaciones de modo ético o demuestra ser consciente del impacto ambiental. Manifiesta muy poca competencia en técnicas de investigación, por lo general hace caso omiso de la seguridad y necesita una supervisión constante.

Las rúbricas permiten entonces saber qué aspectos se van a evaluar y se diseña previamente al desarrollo de la actividad o del proceso. Como se mencionaba anteriormente, también es una herramienta para el estudiante quién puede saber con antelación qué objetivos se pretenden desarrollar y cómo será el proceso de evaluación. Esto supone un cambio en la concepción tradicional de este proceso.

6.2 Marco Disciplinar de la Química

6.2.1 Estructura atómica y Ley periódica

Dado que esta investigación se basó en un estudio de caso usando como referencia los temas de Estructura Atómica y Ley Periódica que hacen parte de Química Nivel Estándar del Bachillerato Internacional, es importante puntualizar sobre los mismos. Tomando estos ejes centrales los estudiantes desarrollaron los siguientes subtemas:

- **Estructura atómica**
  - El átomo nuclear
    - Los átomos
      - Modelo nuclear del átomo
      - Isotopos
    - Masa atómica relativa
      - Espectrómetro de masas
      - Radioactividad
  - Configuración electrónica
    - Espectro de emisión
      - Naturaleza de la Luz

- Formación de un espectro de emisión
- Orbitales
- Configuración electrónica de iones

- **Periodicidad**
  - La tabla periódica
  - Tendencias periódicas
    - Periodicidad
      - Radio Atómico
      - Radio Iónico
      - Punto de fusión
      - Primera energía de ionización
      - Electronegatividad
      - Electroafinidad

La unidad temática de la Estructura atómica es un acercamiento e introducción a la Química siendo definida por la Real Academia Española como: ‘‘Ciencia que estudia la estructura, propiedades y transformaciones de los cuerpos a partir descomposición.’’ (RAE, 2019), en esta unidad la idea central es el conocimiento de cómo está constituida toda la materia en el universo.

Este capítulo de aprendizaje se basa primero en aprender qué es el átomo. Desde la antigüedad se ha estudiado siendo en Grecia donde se empieza a usar el concepto de átomo por Filósofos como Demócrito y Leucipo, se consideró que la materia era continua e indivisible hasta que en el siglo XVIII diversos experimentos confirmaron que era posible separarla en partículas más pequeñas. Adicionalmente se estudia cómo los átomos se pueden dividir en tres subpartículas más pequeñas y cómo éstas fueron organizadas y explicadas en el transcurso de la historia hasta la actualidad donde la estructura interna de los átomos se describe mediante mecánica cuántica (Rodríguez et al. 2016).

La historia del átomo es una parte fundamental del estudio de la estructura atómica ya que los diferentes modelos generados por diferentes científicos, permitieron con el paso de los años entender mejor cuáles eran las subpartículas que conformaban

los átomos: el protón, neutrón y electrón. A continuación, se encontrará las definiciones según diferentes autores del átomo y sus subpartículas.

- ***Átomo:*** La partícula más pequeña representativa de un elemento (Brown et al. 2004).
- ***Protón:*** Partícula subatómica que tiene una masa de 1.0073 uma y una carga de 11, se encuentra en el núcleo de los átomos (Witthen et al. 2015).
- ***Neutrón*:** Partícula subatómica que no tiene carga eléctrica neta. Su masa es ligeramente mayor que la de un protón. (Chang, R., & Goldsby, K. 2018).
- ***Electrón:*** Partícula subatómica con carga negativa que está fuera del núcleo atómico; forma parte de todos los átomos. El electrón tiene una masa de 1/1836 la masa del protón (Brown et al. 2004).

Conociendo ya qué es un átomo y qué lo compone es importante conocer que estas subpartículas son las que le dan la masa al átomo y que poseen un valor, lo cual hace que cada elemento del universo sea diferente porque estas subpartículas se encuentran en diferente cantidad en cada elemento. Por esta razón se utilizan los siguientes términos:

- **Número atómico (Z):** Indica el número de protones que hay en un núcleo de un átomo. Coincide con el número de electrones si el elemento es neutro (Brown et al. 2004).
- **Número másico (A):** Suma del número de protones y de neutrones en el núcleo de un átomo dado (Brown et al. 2004).

El símbolo del núclido indica la composición de un núcleo. Este consiste en el símbolo del elemento (E), el número atómico (Z) que se escribe como subíndice a la izquierda y el número de masa (A) que se escribe como superíndice a la izquierda (Figura 1).

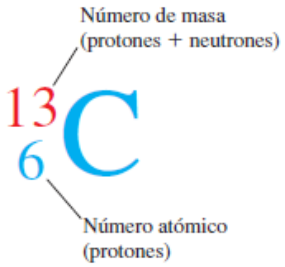


Figura 1. Notación de un núclido. Tomada de: Química 10ª Edición. Página 124.

Los isótopos se denominan átomos diferentes del mismo elemento con diferentes números de masa, es decir, diferentes números de neutrones en el núcleo. Masa atómica relativa de un elemento es el promedio de las masas de los isótopos en una muestra natural de elemento relativo a la masa de 1/12 de un átomo de carbono-12 (Owen et al. 2014).

Terminada la primera parte del contenido del átomo nuclear, se comienza con el estudio del núcleo del átomo para iniciar a trabajar con los electrones, conociendo cómo estos se organizan en el átomo y su comportamiento en los orbitales; están organizados por niveles de energía de menor a mayor como se muestra en la figura a continuación (Figura 2):

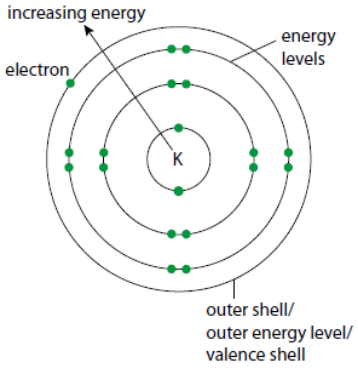


Figura 2. Organización electrónica del potasio. Tomada de: Chemistry for the IB Diploma Second Edition. Página 62.

El conocimiento de la organización de las subpartículas del átomo permite dar espacio para iniciar el tema relacionado con el espectro electromagnético enfocándose en el espectro visible de este; el espectro electromagnético es la distribución de las ondas electromagnéticas (Figura 3).

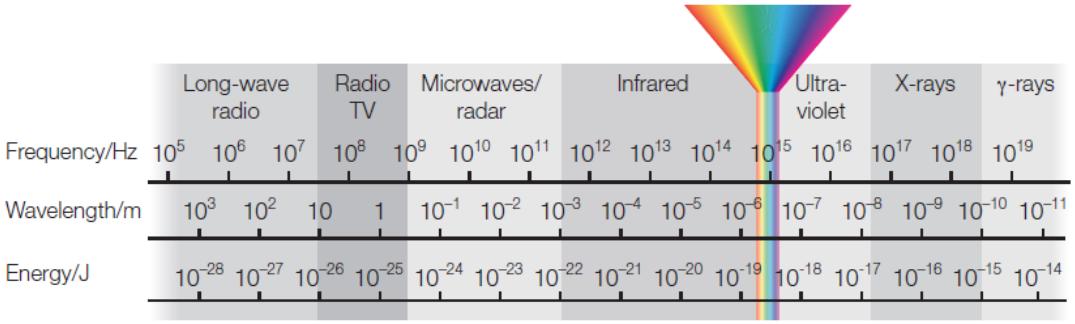


Figura 3. El espectro electromagnético. Tomada de: Chemistry for the IB Diploma Second Edition. Página 66.

La química estudia cómo diferentes formas de radiación electromagnética interactúan con átomos y moléculas. Llamamos a esta interacción *espectroscopía*. Así como hay varias clases de radiación electromagnética, hay varios tipos de espectroscopía, que dependen de la frecuencia de la luz que usemos. Al considerar la espectroscopía UV-Vis, es decir, lo que ocurre dentro de los átomos y las moléculas cuando fotones en el rango UV y visible del espectro (longitudes de onda de alrededor de 10 - 700nm) son emitidos o absorbidos (Khan Academy, s. f.).

Si se estimulan las sustancias en estado gaseoso mediante la adición de energía (calor) se puede conseguir que sean capaces de emitir radiación electromagnética y al recogerla se obtienen lo que se denomina un espectro de emisión, todos los elementos químicos excitados emiten siempre las mismas rayas en determinadas longitudes de onda lo que permite su identificación (Rodríguez et al. 2016).

Los espectros atómicos obtenidos experimentalmente sugerían la existencia de ciertos estados energéticos de los átomos, de manera que los electrones tendrían diferentes energías que corresponderían al nivel energético en el que se encontrasen. En 1913, el físico danés Niels Bohr (1885-1962) propuso un nuevo modelo atómico, que tenía en cuenta la existencia de dichos niveles energéticos, y que además solucionaba las limitaciones antes comentadas del modelo de Rutherford. Este modelo supone que: los electrones de los átomos solo pueden encontrarse en ciertos estados o niveles energéticos en los que mantienen una energía fija y determinada. Es decir, cada electrón ocupa un determinado escalón de energía en el átomo. Bohr pensaba que estos niveles de energía estaban

relacionados con el movimiento que hace el electrón al describir órbitas alrededor del núcleo. Es decir, cada electrón ocupa un determinado escalón de energía en el átomo. Bohr pensaba que estos niveles de energía estaban relacionados con el movimiento que hace el electrón al describir órbitas alrededor del núcleo (Rodríguez et al. 2016).

Para explicar los espectros atómicos, Bohr utilizó las ideas cuánticas de Planck Einstein. Supuso en su modelo que los electrones pueden pasar de un nivel energético a otro —es decir, pueden cambiar de escalón energético, mediante la absorción (ganancia de energía) o emisión (pérdida de energía) de un fotón, con una energía igual a la diferencia energética existente entre ambos niveles (Rodríguez et al. 2016).

Los electrones en el átomo se encuentran ocupando ciertos niveles energéticos. Cuando todos ellos ocupan los niveles de menor energía posible, se dice que se hallan en el estado fundamental. Si se transmite energía al átomo, uno o varios electrones toman la energía necesaria para pasar a otro nivel superior, lo que se conoce como estado excitado del átomo. Posteriormente vuelven a sus estados iniciales directamente o bien pasan por otros niveles intermedios, emitiendo, en forma de fotones, la energía radiante correspondiente al tránsito efectuado (Figura 4).

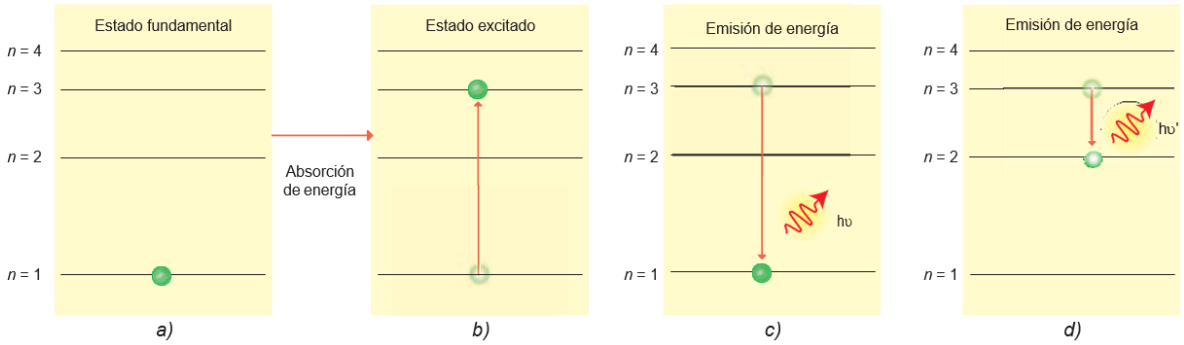


Figura 4. Tránsitos internivélicos. a) Átomo con electrón en estado fundamental. b) Átomo excitado, su electrón, al absorber energía, ha pasado al nivel 3. c) Situación en la que el electrón vuelve al nivel fundamental emitiendo radiación electromagnética de E = h n. d) Situación en la que el electrón vuelve a un nivel de menor energía emitiendo radiación electromagnética de E' = h n'. Tomada de: Física y Química 1.ª Bachillerato. Página 40.

Las líneas observadas en los experimentos de espectros atómicos recogen los fotones emitidos en estos tránsitos entre niveles. A cada nivel energético se le asigna un número cuántico, simbolizado por la letra ***n***; el más bajo es el *n* = 1, el segundo es el *n* = 2, y así sucesivamente.

Con el avance de las técnicas espectroscópicas se han podido conocer las distribuciones electrónicas dando a espectros más complejos que los estudiados anteriormente (hidrógeno y helio); tomando esto como base se puede afirmar que las transiciones que se ven en los espectros son más complejos que los propuestos por Bohr, razón por la cual se consideran la existencia de subniveles energéticos que hacen parte de los niveles principales mencionados anteriormente. Estos nuevos niveles energéticos están directamente relacionados con el número cuántico *n.* Habrá tantos subniveles (orbitales) como marca el valor de ese número, siendo de la siguiente manera:

- El nivel *n* = 1, al que denominamos con la letra *s*, carece de cualquier subnivel.
- El nivel *n* = 2 se estructura en dos subniveles energéticos denominados *s* y *p*.
- El nivel *n* = 3 consta de tres subniveles, *s, p* y *d*.
- El nivel *n* = 4 consta de cuatro subniveles, *s, p, d* y *f*. (Rodríguez et al. 2016).

A continuación, en la figura 5 se aprecia la forma que tienen estos subniveles atómicos:

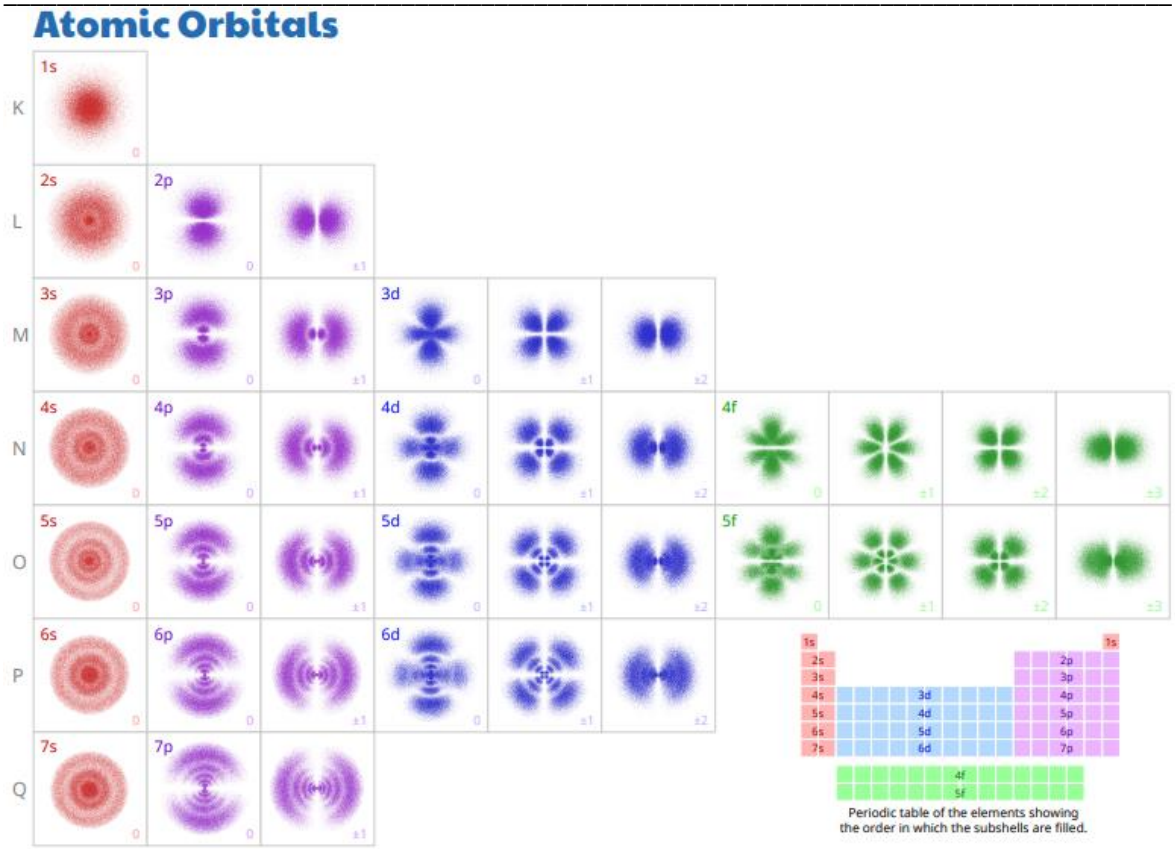


Figura 5. Orbitales atómicos. Tomada: https://elements.wlonk.com/Orbitals.pdf

Estos subniveles (orbitales) admiten un número máximo de electrones siendo de la siguiente manera (Tabla 2):

Main energy level	Sub-levels				Number of electrons in each sub-level			
					s	p	d	f
1	1s				2			
2	2s	2p			2	6		
3	3s	3p	3d		2	6	10	
4	4s	4p	4d	4f	2	6	10	14

Tabla 2. Los subniveles en cada nivel de energía principal hasta el nivel 4. Tomada de: Chemistry for the IB Diploma Second Edition. Página 67.

Al igual que los niveles energéticos tienen el número cuántico n asociado a ellos, los espectroscopistas asociaron un segundo número cuántico a cada subnivel energético. A este número lo denominaron *l*.

- A los subniveles s les corresponde *l* = 0.
- A los subniveles p les corresponde *l* = 1.
- A los subniveles d les corresponde *l* = 2.
- A los subniveles f les corresponde *l* = 3.

El valor máximo de *l* equivale a (n–1) por lo que decimos que *l* puede variar entre 0 y (n–1). (Rodríguez et al. 2016).

Se denomina configuración electrónica a la distribución que tienen los electrones en los diferentes subniveles, y en ella se escriben los electrones que existen en cada uno de los subniveles energéticos del átomo considerado. Estas configuraciones se denominan fundamentales o de mínima energía. Aquellas en las que los electrones han subido de subnivel al captar energía se denominan excitadas. De manera más sencilla, las configuraciones electrónicas se pueden obtener siguiendo la llamada regla nemotécnica de Möller, que consiste en ir tachando ordenadamente de abajo arriba las diagonales de la matriz de subniveles energéticos, a fin de conocer el orden de llenado, tal y como se indica en la figura 7. (Rodríguez et al. 2016).

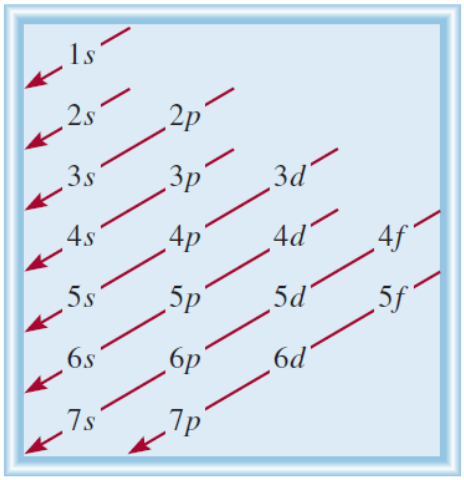


Figura 6. Regla de Möller. Orden en el cual se llenan los subniveles atómicos en un átomo poli electrónico. Comienza con el orbital 1s y desciende en dirección de las flechas. Así, el orden es como sigue: 1s , 2s , 2p , 3s , 3p, 4s , 3d , ...: Tomada de: Química 12ª Edición. Página 301.

La siguiente unidad de aprendizaje contemplada en el programa de Química IB es denominada Periodicidad la cual consiste en conocer las propiedades periódicas de los elementos. ‘‘Actualmente se denomina LA TABLA PERIODICA a la organización que tiene los elementos, de hecho, en el año 2019 la Organización de las Naciones Unidad proclamó este año como el año internacional de la tabla periódica. A lo largo de la historia, la tabla periódica ha sido una herramienta ampliamente utilizada en el contexto científico, especialmente en los campos de la química y la física, desde sus inicios, el desarrollo de la tabla periódica motivó el trabajo de científicos para esclarecer la estructura interna de los átomos y encontrar la base de la periodicidad química”. (Noval, V., Carriazo, J., 2019).

Los elementos en la tabla periódica están organizados en orden de su número atómico, que comienza con hidrógeno, que tiene el número atómico 1. Los grupos son las columnas verticales en la tabla periódica y los períodos son las filas horizontales (Figura 7). La mayoría de los elementos en la tabla periódica son metales: se muestran en lila. Los elementos que se muestran en azul son no metales.

	Grupos principales													Grupos principales					
	1A¹ 1	2A 2												3A 13	4A 14	5A 15	6A 16	7A 17	8A 18
1	1 H 1.00794																		2 He 4.002602
2	3 Li 6.941	4 Be 9.012182							Metales de transición					5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.0067	8 O 15.9994	9 F 18.998403	10 Ne 20.1797
3	11 Na 22.989770	12 Mg 24.3050	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8	8B 9	8B 10	1B 11	2B 12		13 Al 26.981538	14 Si 28.0855	15 P 30.973761	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955910	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938049	26 Fe 55.845	27 Co 58.933200	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39		31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.92160	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
5	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.90585	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411		49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.90447	54 Xe 131.293
6	55 Cs 132.90545	56 Ba 137.327	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.078	79 Au 196.96655	80 Hg 200.59		81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98038	84 Po [208.98]	85 At [209.99]	86 Rn [222.02]
7	87 Fr [223.02]	88 Ra [226.03]	103 Lr [262.11]	104 Rf [261.11]	105 Db [262.11]	106 Sg [264.12]	107 Bh [264.12]	108 Hs [269.13]	109 Mt [268.14]	110 [271.15]	111 [272.15]	112 [277]			114 [285]		116 [289]		

*Serie de los lantánidos	57 *La 138.9055	58 Ce 140.116	59 Pr 140.90765	60 Nd 144.24	61 Pm [145]	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.92534	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93032	68 Er 167.259	69 Tm 168.93421	70 Yb 173.04
†Serie de los actínidos	89 †Ac [227.03]	90 Th 232.0381	91 Pa 231.03588	92 U 238.02891	93 Np [237.05]	94 Pu [244.06]	95 Am [243.06]	96 Cm [247.07]	97 Bk [247.07]	98 Cf [251.08]	99 Es [252.08]	100 Fm [257.10]	101 Md [258.10]	102 No [259.10]

Figura 7. Tabla periódica de los elementos. Tomada de: Química. La Ciencia Central. Página I-23.

A nivel teórico y práctico y de acuerdo con Noval, V. & Carriazo, J. (2019) la tabla periódica puede ser el ejemplo más exitoso de investigación en la historia de la ciencia; su organización se fundamenta en la Ley Periódica, cuya reformulación ha ido de la mano con el desarrollo de la química y de la física. Las primeras evidencias de la periodicidad química se remontan a la primera mitad del siglo XIX y se atribuyen a Johann Wolfgang Döbereiner, Alexandre Beguyer de Chancourtois y John Newlands al explicar tendencias en los elementos mediante las triadas, el tornillo telúrico y la llamada ley de octavas, respectivamente. No obstante, las contribuciones más destacadas relacionadas con la periodicidad química se atribuyen a Lothar Meyer y Dimitri Mendeleev. En su trabajo, Meyer evidenció tendencias periódicas al representar el volumen atómico como una función del peso atómico.

Por otro lado, con el fin de obtener una clasificación, Mendeleev utilizó los pesos atómicos como fundamento para organizar los elementos químicos en una tabla. De

esta manera, ciertos patrones en las propiedades físicas y químicas de varias familias de elementos ligeros se hicieron evidentes, dando paso al establecimiento de la ley periódica (antigua) entendida como “las propiedades de los elementos químicos son una función periódica de sus pesos atómicos”. Con este trabajo, Mendeleev obtuvo mayor aceptación científica (en comparación con los otros contribuyentes), al predecir audazmente la existencia de elementos cuyas propiedades dedujo de su posición en la tabla.

Sin embargo, a principios del siglo XX los trabajos de H. G. Moseley permiten establecer claramente la ley periódica actual en función de los números atómicos, sobre la cual diversas contribuciones, como las de Van den Broek, Bohr, Pauli, Madelung y Klechkovskii, cuyas definiciones son discutidas por Imyanitov, complementan y consolidan el alcance moderno de la periodicidad química. Con ello se describe la periodicidad de los elementos y sus compuestos, como una consecuencia de la configuración electrónica de los átomos, es decir, del llenado de orbitales atómicos (Figura 8). (Noval, V., Carriazo, J., 2019).

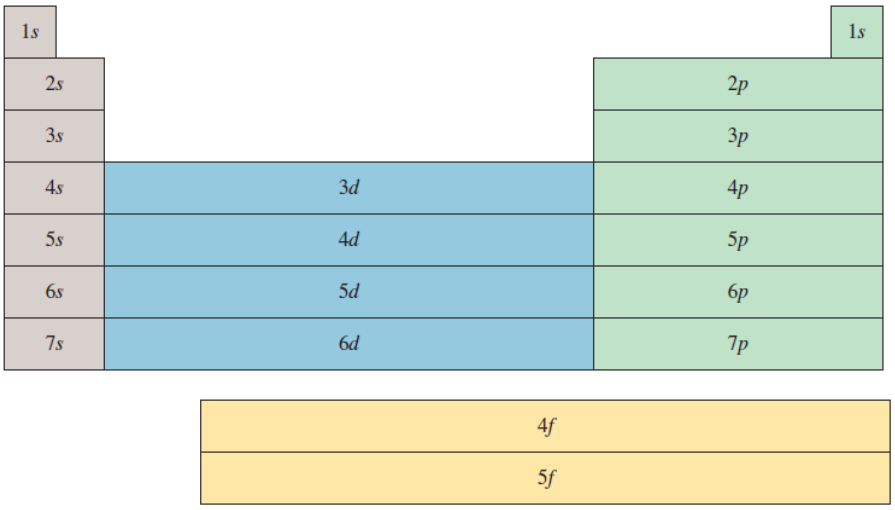


Figura 8. Clasificación de los grupos de elementos en la tabla periódica de acuerdo con el tipo de subnivel externo llenado por los electrones. Tomada de: Química 12a Edición. Página 311.

El conocimiento general de la tabla periódica (distribución de los elementos y grupos existentes) permite avanzar en el aprendizaje de las propiedades periódicas

existentes en ella como: Radio atómico e iónico, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad.

Radio atómico: La mitad de la distancia entre los núcleos de dos átomos adyacentes del mismo elemento de un metal. Para elementos que existen como unidades diatómicas, el radio atómico es la mitad de la distancia entre los núcleos de los dos átomos en una molécula específica (Chang, R., & Goldsby, K., 2018), el radio atómico se definiría como se muestra en la siguiente figura 9.

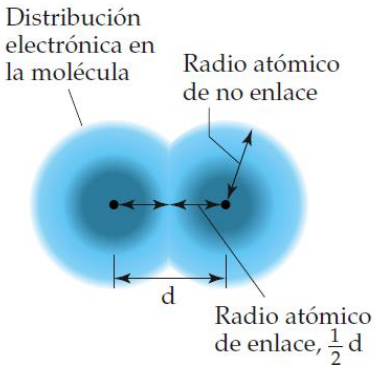


Figura 9. Ilustración de la distinción entre radio atómico de no enlace y de enlace. Los valores de los radios atómicos de enlace se obtienen de mediciones de distancias interatómicas en compuestos químicos. Tomada de: Tomada de: Química. La Ciencia Central. Página 241.

El radio atómico incrementa a medida que se baja en los grupos de la tabla periódica y disminuye a través de los periodos.

Radio Iónico: Radio de un catión o un anión medido en un compuesto iónico (Chang, R., & Goldsby, K., 2018). En la figura 10 se aprecian los radios iónicos de algunos elementos de la tabla periódica.

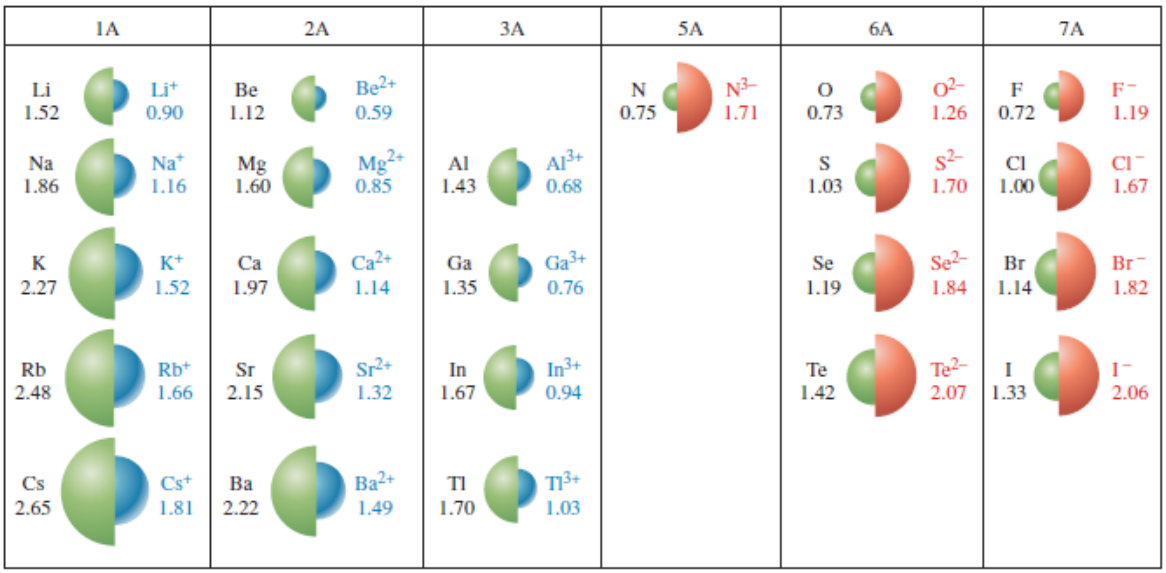


Figura 10. Tamaño de los iones de los elementos representativos de los grupos A, en angstroms (Å), comparado con los átomos covalentes neutros (verde): los iones positivos (cationes, azul) siempre son más pequeños que los átomos neutros a partir de los cuales se forman; los iones negativos (aniones, rojo) siempre son más grandes que los átomos neutros de los cuales provienen. Tomada de: Rossemberg, J. (2014). Química 10ª Edición. Página 184.

Primera energía de Ionización: Es la energía mínima (en kJ/mol) necesaria para remover un electrón de un átomo en estado gaseoso, en su estado fundamental. En otras palabras, la energía de ionización es la cantidad de energía en kilo Joules necesaria para desprender un mol de electrones de 1 mol de átomos en estado gaseoso (Chang, R., & Goldsby, K., 2018):

$$M(g) \rightarrow M^{+}(g) + e^{-}$$

La primera energía de ionización disminuye bajando en cualquier grupo en la tabla periódica (Owen et al. 2014). En la figura 11 se muestra esta tendencia.

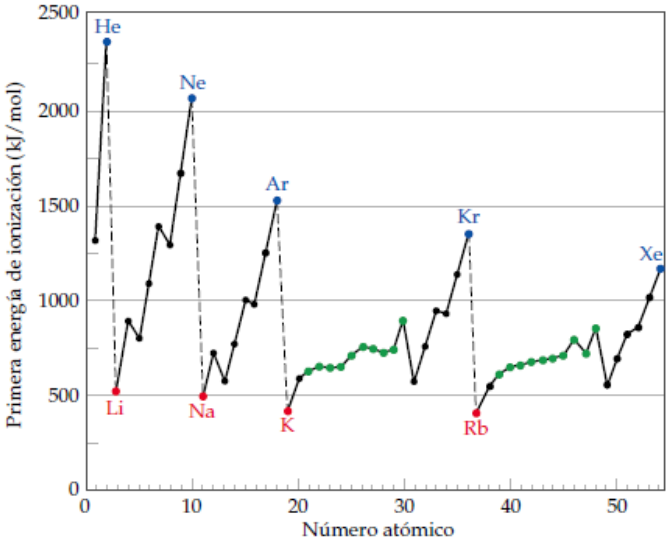


Figura 11. Primera energía de ionización vs. número atómico. Los puntos rojos marcan el inicio de un periodo (metales alcalinos), y los azules, el final de un periodo (gases nobles). Se utilizan puntos verdes para los metales de transición. Tomada de: Tomada de: Química. La Ciencia Central. Página 247.

La tendencia general es que la primera energía de ionización aumenta desde la izquierda a la derecha a través de un período. Esto se debe a un aumento en la carga nuclear a lo largo del período (Noval, V., Carriazo, J., 2019).

Afinidad electrónica: La mayor parte de los átomos puede ganar electrones para formar iones con carga negativa. El cambio de energía que ocurre cuando se agrega un electrón a un átomo gaseoso se denomina afinidad electrónica porque mide la atracción, o afinidad, del átomo por el electrón añadido. En casi todos los casos, se libera energía cuando se agrega un electrón (Brown et al. 2004):

$$X(g) + e^- \rightarrow X^-(g)$$

Se define más precisamente como el cambio de entalpía cuando un electrón se agrega a cada átomo en un mol de átomos gaseosos bajo condiciones estándar. La afinidad electrónica es difícil de medir experimentalmente y los datos están incompletos. La primera afinidad electrónica es exotérmica para prácticamente todos los elementos: es un proceso favorable para llevar un electrón desde muy lejos (infinito) a la capa externa de un átomo, donde siente la fuerza de atracción del núcleo (Owen et al. 2014).

En la figura 12 se aprecian la afinidad electrónica de los grupos 1A al 8A y de los periodos 1 al 5.

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A
H −73							He >0
Li −60	Be >0	B −27	C −122	N >0	O −141	F −328	Ne >0
Na −53	Mg >0	Al −43	Si −134	P −72	S −200	Cl −349	Ar >0
K −48	Ca −2	Ga −30	Ge −119	As −78	Se −195	Br −325	Kr >0
Rb −47	Sr −5	In −30	Sn −107	Sb −103	Te −190	I −295	Xe >0

Figura 12. Afinidades electrónicas en kJ/mol para los elementos representativos de los primeros cinco periodos de la tabla periódica. Cuanto más negativa es la afinidad electrónica, mayor es la atracción entre un átomo y un electrón. Una afinidad electrónica > 0 indica que el ion negativo tiene mayor energía que el átomo y el electrón separados.
Tomada de: Química. La Ciencia Central. Página 244.

Electronegatividad: Se define como la capacidad de un átomo para atraer electrones hacia sí en una situación de enlace. En general, los pares de electrones se comparten de forma desigual entre átomos con diferente electronegatividad, y esto da origen a los enlaces covalentes polares (Brown et al. 2004).

En la figura 13 se aprecian los valores de electronegatividad de los elementos en la tabla periódica.

Metales
No metales
Metaloides

	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A
1	H 2.1																	He
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
3	Na 1.0	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
4	K 0.9	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.4	V 1.5	Cr 1.6	Mn 1.6	Fe 1.7	Co 1.7	Ni 1.8	Cu 1.8	Zn 1.6	Ga 1.7	Ge 1.9	As 2.1	Se 2.4	Br 2.8	Kr
5	Rb 0.9	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.3	Nb 1.5	Mo 1.6	Tc 1.7	Ru 1.8	Rh 1.8	Pd 1.8	Ag 1.6	Cd 1.6	In 1.6	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
6	Cs 0.8	Ba 1.0	La 1.1	* Hf 1.3	Ta 1.4	W 1.5	Re 1.7	Os 1.9	Ir 1.9	Pt 1.8	Au 1.9	Hg 1.7	Tl 1.6	Pb 1.7	Bi 1.8	Po 1.9	At 2.1	Rn
7	Fr 0.8	Ra 1.0	Ac 1.1 †															

*	Ce 1.1	Pr 1.1	Nd 1.1	Pm 1.1	Sm 1.1	Eu 1.1	Gd 1.1	Tb 1.1	Dy 1.1	Ho 1.1	Er 1.1	Tm 1.1	Yb 1.0	Lu 1.2
†	Th 1.2	Pa 1.3	U 1.5	Np 1.3	Pu 1.3	Am 1.3	Cm 1.3	Bk 1.3	Cf 1.3	Es 1.3	Fm 1.3	Md 1.3	No 1.3	Lr 1.5

Figura 13 Valores de electronegatividad de los elementos. Tomada de: Rossemberg, J. (2014). Química 10ª Edición. Página 186.

Las propiedades periódicas se pueden resumir en la siguiente figura (14):

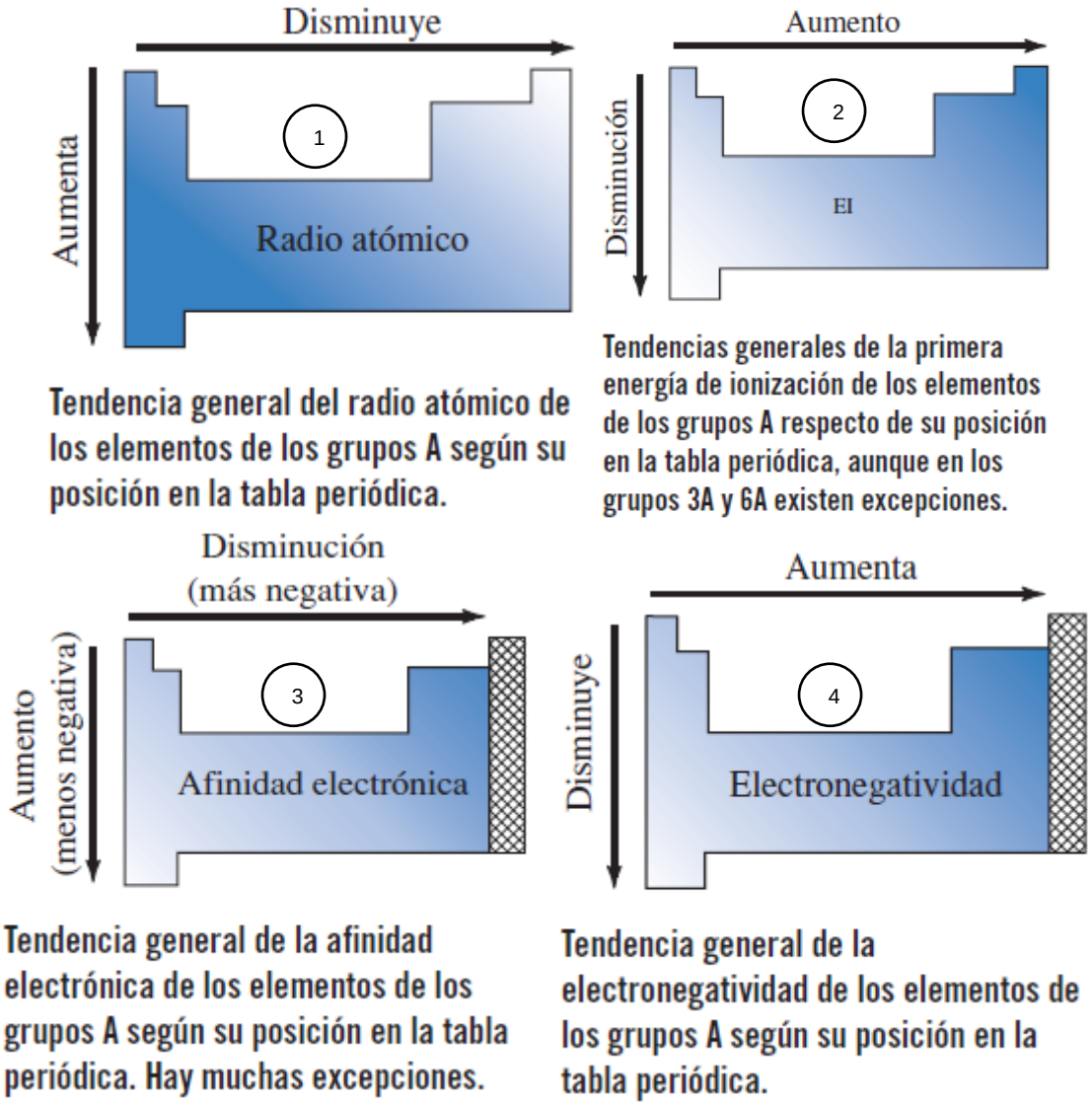


Figura 14. Tendencias Periódicas de los elementos. Tomada de: Rossemberg, J. (2014). Química 10ª Edición. Páginas (1) 178, (2) 180, (3) 182, (4) 186.

6.3 Marco pedagógico

6.3.1 Aprendizaje Basado en Proyectos

El aprendizaje basado en proyectos supone un cambio en la relación del estudiante con el conocimiento. Transforma el paradigma tradicional de la enseñanza y el aprendizaje en donde el estudiante se dedicaba a escuchar al maestro quien tenía toda la información, haciendo uso de su memoria, como lo afirma Diaz, B. (2017, p.

57) para retener una cantidad limitada, demostrando sus aprendizajes en una evaluación desconectada de su contexto y de carácter cuantitativo. (Ver figura 15)

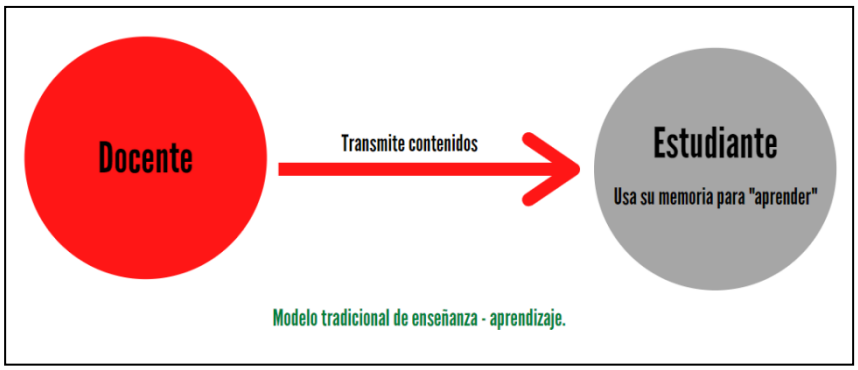


Figura 15: Modelo tradicional de enseñanza aprendizaje. Elaborado por el autor del trabajo de grado.

Sin embargo, hacer la migración desde un modelo tradicional a uno innovador como el ABP, supone ciertos objetivos y transformaciones que no todas las instituciones educativas están dispuestas a asumir. Torres, J. (1998) afirma que dicho cambio debe implicar la participación de los estudiantes, reconociendo la importancia del conocimiento que tienen. De la misma manera, es necesario generar una flexibilización del espacio de aprendizaje, así como los procesos de evaluación en donde los estudiantes puedan desarrollar su autonomía y aplicar de diferentes maneras sus aprendizajes. El autor reconoce también que las instituciones deben tener en cuenta las experiencias de sus estudiantes para comprender su contexto histórico y social, diferente en muchos aspectos al de los docentes. La implementación de metodologías que desarrollen el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la exploración y la toma de decisiones son de vital importancia. (Torres. 1998 pp.130-133)

La idea de aprender a través de proyectos ya se había explorado sobre los años veinte por William Kilpatrick basándose en la reflexión y análisis propuestas por John Dewey cuya premisa se dirigía al “aprender haciendo” a través de la escuela activa. De acuerdo con Majó y Baqueró, (2014), Kilpatrick cuestionaba fuertemente al sistema educativo de la época y a la división del conocimiento en diferentes áreas dado que afirmaba que los estudiantes no veían ninguna utilidad ni aplicabilidad de

los conocimientos en su contexto ni en lo que a ellos realmente les interesaba. Por ello, planteó un método basado en proyectos en el que el conocimiento se adquiere a través de la experiencia propia del individuo. En este nuevo método aplicó también ideas de Dewey, relacionadas con la participación de los estudiantes en su proceso, el reconocimiento de sus intereses y conocimientos previos.

Kilpatrick propuso cuatro tipos de proyectos (citado por Majó y Baqueró, 2014: 27-29) de acuerdo con el propósito que se establezca y los objetivos que se quieren alcanzar como la elaboración de un producto final, indagar sobre un tema y disfrutar el proceso de construcción del conocimiento, mejorar una habilidad específica y resolver un problema.

Con este tipo de antecedentes, es posible visibilizar cómo la educación ya se estaba pensando desde otros puntos de vista desde hace muchos años. El modelo tradicional entonces ha sido analizado y cuestionado e incluso se han desarrollado diferentes propuestas que favorezcan el aprendizaje de los estudiantes. Inquieta un poco en este punto, que en muchos colegios en pleno siglo XXI, la pedagogía tradicional sea la que siga “formando” a nuestros estudiantes.

El ABP ubica al estudiante en el centro de su propio proceso de aprendizaje. A través de un proyecto que surja de su propio interés, logrará establecer y organizar una serie de interrogantes, hipótesis en algunos casos, reflexionar sobre posibles soluciones para encontrar respuestas e ir generando más inquietudes, desarrollando así habilidades adecuadas para la búsqueda de la información y la evaluación de esta. Reverte, J., et al. (2007) afirma que diversos estudios muestran que el ABP fomenta habilidades tan importantes como los son: el trabajo en grupo, el aprendizaje autónomo, la capacidad de autoevaluación, la planificación del tiempo, el trabajo por proyectos o la capacidad de expresión oral o escrita. De esta manera, su rol es activo y se relaciona con sus conocimientos previos, sus intereses y la relación que construye entre lo aprendido y su aplicabilidad. (Ver figura 16)

Figura 16: Modelo tradicional de enseñanza aprendizaje. Elaborado por el autor del trabajo de grado.

En el caso del docente, deja de ser el centro del proceso educativo, para posicionarse como un acompañante, un guía conocedor de herramientas y estrategias que apoyen el proceso de los estudiantes. Es el encargado de identificar los intereses de los estudiantes, de ofrecerles una variedad de herramientas, ideas y caminos para el desarrollo de los proyectos. Anijovich, R. & Mora, S. (2010) complementan el papel del docente como aquel que debe guiar, ayudar a corregir los cursos de acción, ofrecer criterios para la toma de decisiones, ser una fuente de información disponible para los estudiantes pero brindar la que sea necesaria de acuerdo con la demanda de los estudiantes, evitar ser la única fuente de recursos informativos y orientar las situaciones en las que los estudiantes no logran sus objetivos o no tienen claridad de los mismos (p. 96).

En cuanto al ABP aplicado en la didáctica de las ciencias naturales, cabe resaltar cómo el desarrollo de diferentes proyectos permite la potencialización de diferentes habilidades propias del área desde las técnicas hasta unas más complejas como los son las destrezas y estrategias. Pozo, J. & Gómez, M. (2006), las explican y las categorizan de la siguiente manera:

- Técnicas: medir, manejar instrumental, realizar preparaciones.

- Destrezas: adquirir información (observar, seleccionar, registrar datos) e interpretar información (clasificar, seriar, transformar datos).
- Estrategias: investigar (identificar problemas, emitir hipótesis, controlar variables), razonar (comparar teorías), organizar conceptos (comprender información, organizar), comunicar (expresar, representar con símbolos, interpretar gráficos) (p.56).

La aplicabilidad es uno de los factores clave en este proceso. Los estudiantes, a través del desarrollo de sus proyectos, logran vincular conceptos o procesos vistos en clases, a un escenario real en donde logran transformar lo abstracto en viable y aplicable, resolviendo la pregunta que por muchos años se han hecho: ¿Para qué me sirve esto?

6.3.2 Aprendizaje Basado en Indagación

Hablar de indagación supone la exploración de un campo muy amplio, pues si quisiéramos relacionarla con el desarrollo mismo del ser humano, deberíamos adentrarnos incluso a los primeros meses de vida, en los que los seres humanos descubrimos e interpretamos el mundo de manera natural y a través de los sentidos. Pero no estamos alejados del manejo conceptual de esta categoría. Dewey, J. (1929) afirmaba que el pensamiento interrogatorio es la clave del desarrollo y de la comprensión del entorno. Así, la curiosidad y las preguntas son inherentes al ser humano y son la base fundamental de la indagación. Dada la naturaleza de las ciencias naturales, el término de indagación se ha asociado a ellas durante los últimos años de manera directa, pero puede aplicarse en múltiples escenarios. Su aplicabilidad directa en las ciencias ha llevado incluso a que se categorice este tipo de enfoque. Así encontramos la IBSE (Inquiry-Based Science Education) o la Educación de la Ciencia basada en Indagación y diferentes proyectos europeos como PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education), PARRISE (Promoting Attainment of Responsible Research & Innovation in Science Education), entre otros.

En 1996 el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos de América (NRC, 1996: 23) presentó la siguiente definición de indagación: "Las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en la evidencia derivada de su trabajo. La indagación también se refiere a las actividades de los estudiantes en la que ellos desarrollan conocimiento y comprensión de las ideas científicas". Martin-Hansen (2002) reafirma esta perspectiva al expresar que "la indagación se refiere o al trabajo que realiza el investigador para estudiar el mundo natural o a las actividades de los estudiantes que 'imitan' lo que los científicos hacen."

En el ámbito educativo, el ABI va muy de la mano con el ABP. Su enfoque es constructivista lo que ya nos da un marco contextual bastante específico. Según Vílchez, J. & Bravo, B. (2015), de acuerdo con los roles tanto del estudiante como del docente, se pueden establecer tres diferentes tipos de indagación: la indagación estructurada, guiada y abierta. Sin embargo, se resalta que los docentes de educación secundaria implementan en sus prácticas usualmente la indagación estructurada en la que el docente plantea tanto el problema como el procedimiento. Allí, los autores sugieren que debe haber una mejor formación que permita a los docentes integrar en los procesos la indagación guiada en la que el docente puede plantear el problema y los estudiantes buscan las maneras de resolverlo, o la indagación abierta en la que el problema y el método es propuesto y desarrollado por los estudiantes.

Romero, M. (2017) nos invita a reflexionar que, “además de buscar la motivación e implicación cognitiva del alumnado, la indagación ha de ir enfocada a promover destrezas de investigación coherentes con una visión adecuada de la ciencia, fomentar la argumentación basada en evidencias, el contraste y evaluación de ideas alternativas y la construcción de teorías y modelos científicos explicativos” (p. 294).

En este contexto, la reflexión debe trascender de la simple descripción de las ventajas y fortalezas de la implementación del ABI, para cuestionar en gran medida si las instituciones y los docentes tienen las habilidades y el conocimiento pertinentes para hacer la implementación de la manera adecuada y pertinente.

Como afirma Romero, M. (2017), “a pesar de los repetidos intentos por definir los rasgos característicos del aprendizaje por indagación, el término se utiliza como paraguas para integrar una gran variedad de propuestas didácticas” (p. 292).

Precisamente por la amplitud de la categoría, las instituciones deben definir qué habilidades y qué comprensiones esperan que los estudiantes desarrollen, de manera que los docentes también tengan claridad y un objetivo claro a la hora de implementar el ABI. Bybee (2004) basándose en una de las tablas propuestas por National Science Education Standards en 1996, especifica qué habilidades son necesarias para hacer indagación y qué comprensiones se deben tener sobre las mismas. (Ver Tabla 3)

Habilidades necesarias para hacer indagación	Comprensiones acerca de la indagación
Identiicar preguntas que pueden ser respondidas mediante una investigación científica.	Diferentes tipos de preguntas sugieren diferentes tipos de investigaciones científicas.
Diseñar y conducir investigaciones científicas.	El conocimiento científico actual y su comprensión guían las investigaciones científicas.
Usar herramientas y técnicas apropiadas para recabar, analizar e interpretar datos.	Tecnologías utilizadas para recabar datos, mejoran la precisión y permiten a los científicos analizar y cuantificar los resultados.
Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas.	Explicaciones científicas enfatizan las pruebas obtenidas, presentan consistencia lógica en su argumentos y utilizan principios, modelos y teorías científicas.
Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y la explicación.	La ciencia avanza a través de un escepticismo legítimo.
Reconocer y analizar explicaciones y predicciones alternativas.	Las investigaciones científicas, a veces resultan en nuevas ideas y fenómenos para estudiar, generan nuevos métodos o procedimientos.
Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.	Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.
Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación.	Las matemáticas son importantes en todos los aspectos de la indagación.

Tabla 3: habilidades y comprensiones para desarrollar la indagación. Basado en Bybee (2004).

7. Metodología de la investigación

Esta investigación se clasifica como un estudio de caso, con una base metodológica de carácter mixto que tuvo lugar dentro de una comunidad académica, donde su filosofía es promover la cultura del bilingüismo (inglés como segunda lengua) y la cultura de la educación internacional bajo la modalidad de Programa Diploma de la Organización de Bachillerato Internacional. Por tal motivo, tiene un componente cualitativo, donde se condujo una investigación auto reflexiva para mejorar las prácticas educativas y sobre todo ayudar a la comprensión por parte del colegio sobre cómo se está transmitiendo a los estudiantes una filosofía para lograr convertirse en un estudiante IB y porqué es necesario realizar este proceso de una mejor manera. De la misma forma, esta investigación contó con un componente cuantitativo con el objetivo de llevar a cabo un estudio estadístico sobre los resultados del proceso de aprendizaje de los estudiantes de grado décimo, para el caso específico de la asignatura de Química IB.

7.1 Metodología cualitativa

Esta investigación de aula se basó en la Investigación Acción (IA) como estrategia para conducir los componentes cualitativos involucrados, tales como el registro de un diario y observaciones de campo. De acuerdo con la postura de McKernan, J. (2001) quien describe las características de este tipo de investigación en las que se “examina problemas que resultan difíciles para los profesionales en ejercicio; estos problemas se consideran resolubles, requieren una solución práctica. La investigación-acción deja en suspenso una definición acabada de la situación hasta que se emprende la investigación exploratoria, la meta es profundizar la comprensión del problema del investigador. La investigación-acción utiliza la metodología del estudio de caso en un intento por “contar una historia” sobre lo que está sucediendo y cómo los acontecimientos permanecen unidos. El estudio de

caso se comunica desde el punto de vista de las percepciones y las creencias de los que están presentes en el entorno: profesores, niños, etc. y utiliza el lenguaje del discurso cotidiano empleado por los participantes. La investigación solo se puede validar en un diálogo sin restricciones de los participantes. Debe haber un flujo libre de información dentro de los grupos de apoyo y entre los actores en el proyecto." (p. 51).

La investigación se desarrolló en tres fases:

Primera fase: Se planteó el desarrollo de diferentes talleres IB que tuvieron algunas modificaciones de manera que se pudieran direccionar hacia el desarrollo de la indagación.

Segunda fase: Los estudiantes mediante una práctica de laboratorio (test de la flama) desarrollaron actividades práctico-visuales que les permitió realizar una búsqueda de información para realizar un reporte de laboratorio.

Tercera fase: los estudiantes plantearon como proyecto, la realización de un video en el que debían desarrollar la metodología 5E (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar).

7.1.1 Primera fase

7.1.1.1 El taller IB

Inicialmente, los estudiantes desarrollaron talleres IB con su correspondiente rúbrica de evaluación en cada una de las etapas del proyecto. Sin embargo, la elección del taller como herramienta de investigación, responde a unos supuestos teóricos que vale la pena resaltar. Ghiso, A. (1999) afirma que el taller como dispositivo nos lleva a considerar la posibilidad de que "en él se encadenen diferentes haceres como: el hacer ver, el hacer hablar, el hacer recordar, el hacer conceptuar, el hacer recuperar, el hacer analizar y muchos más haceres que permiten que el objeto del quehacer de investigación se haga visible" (p.143).

Para esta investigación se planteó al final de cada una de las actividades una encuesta para conocer qué percepción tenían los estudiantes con respecto al cambio de trabajo y la metodología en el aula de clase.

Las encuestas contemplaron tres partes importantes:

A. Comodidad del estudiante al momento de realizar las actividades (facilidad o dificultad para desarrollarlas).

B. Percepción del estudiante como dueño de su propio aprendizaje.

C. Sensación de que la metodología de investigación y por proyectos reflejaban o ajustaban al perfil del estudiante IB.

Los talleres realizados hacen parte de la fase investigativa. Los estudiantes realizaron los talleres IB (ver anexos) los cuales están disponibles para los docentes de química IB por parte de la editorial Hodder y que van direccionados a cumplir adicionalmente con el perfil del estudiante IB. En la tabla 4 y 5 se pueden observar los diferentes talleres y sus correspondientes objetivos.

Tema: Estructura atómica

Nombre del taller	**Propósito**
1) Simulación de Isótopos (Phetcolorado)	Los estudiantes puedan ver cómo están formados los isótopos y su comportamiento a mediada que el número de neutrones cambia, entre otras actividades que puede conocer (% de abundancia, estabilidad).
2) Enriquecimiento de isótopos	Los estudiantes podrán conocer mediante la indagación cómo en diferentes países se usan los isótopos con el fin de afianzar la economía de este. Esta actividad va de la mano con los atributos del estudiante del estudiante IB indagador y consiente de su entorno.

3) Radioisótopos	Este taller permite a los estudiantes conocer cómo es el uso de los radioisótopos en diferentes áreas como medicina, datación geológica entre otras. Además, el estudiante podrá usar una simulación de Phetcolorado donde podrá conocer un poco sobre el uso de la datación arqueológica.
4) Espectro de emisión	El estudiante podrá investigar los fuegos artificiales y por qué se ven de diferentes colores. Adicionalmente a esto podrán usar un simulador de emisión y absorción de espectros (Learning by Simulations), lo que le permitirá al estudiante conocer un poco de la estructura atómica.
5) Espectroscopia de absorción atómica	Esta actividad busca que el estudiante indague sobre un método de análisis química de utilidad para investigación y en la industria.

Tabla 4. Subtemas de estructura atómica y su propósito.

Tema: Ley periódica

Nombre del taller	**Propósito**
6) La historia de la tabla periódica	Esta actividad de investigación les permitirá a los estudiantes conocer el trabajo de algunos científicos para llegar al desarrollo y establecimiento de la actual tabla periódica. Entender cuáles fueron las propiedades de los elementos para su organización.
7) Carrusel de Tablas periódicas	El estudiante podrá ver diferentes tablas periódicas donde examinará cual es la más entretenida y útil para aprender sobre esta.
8) Los electrones (Tabla periódica)	El estudiante investigará cómo realizar configuraciones electrónicas y cómo los elementos

	están organizados en la tabla periódica y también se ven en sus electrones.
9) Explicaciones cortas (Propiedades Periódica)	Esta es una actividad intensa de investigación donde el estudiante debe conocer las tendencias periódicas y entender cómo funcionan y se deben aplicar a ejemplos.
10) Tendencias Periódicas Simulaciones	El estudiante mediante simulaciones y actividades online indagará sobre algunas tendencias periódicas y reforzará lo investigado en la actividad

Tabla 5. Subtemas de Ley periódica y su propósito.

Los estudiantes realizaron los diferentes talleres con dos objetivos específicos: el primero, que los estudiantes mediante el taller pudieran adquirir información sobre determinados temas y el segundo, la generación de preguntas que fueron resueltas en clases por sus compañeros o por el docente.

En la tabla 6 se aprecian en un código de color los métodos de aprendizaje usados en los talleres:

Método de aprendizaje usado	**¿Qué es este método de aprendizaje?**
Modelación	La modelación como el método de investigación teórica consistente en la reproducción natural o artificial de un objeto original para el estudio de sus particularidades. (Rodríguez F. et al., 1984)
Aprendizaje basado en preguntas	El diseño y construcción de guía bajo preguntas, como indicador de aprendizaje significativo, que favorezca la adquisición de conocimientos y su transferencia a situaciones nuevas (Sánchez, 2012)
Investigación	Consiste en la aplicación de estrategias de enseñanza y aprendizaje que tienen como propósito conectar la investigación con la enseñanza, las cuales permiten la incorporación parcial o total del estudiante en una investigación basada en métodos científicos, bajo la supervisión del profesor.

Aprendizaje basado en indagación	Las concepciones que se tienen sobre indagación son: la primera y más difundida es fomentar el cuestionamiento, otra es el desarrollo de estrategias de enseñanza para motivar el aprendizaje, una tercera y también bastante conocida es manos a la obra-mentes trabajando y finalmente el fomentar las habilidades experimentales. (Reyes y Padilla, 2012)

Tabla 6. Definiciones de métodos de aprendizaje.

Durante el desarrollo de estos talleres se buscó desarrollar diferentes habilidades en los estudiantes las cuales de muestran a continuación (Tabla 7).

Nombre del taller	**Herramienta de soporte**	**Modalidad de aprendizaje usada**	**Características del taller**	**¿Por qué este taller?**
1) Simulación de Isótopos	**Simulador: https://phet.colorado.edu/en/simulation/isotopes-and-atomic-mass**	Modelación	- Construcción de isótopos por medio de una simulación.	- Permitió al estudiante modelar cómo están formados los isótopos y su comportamiento a mediada que el número de neutrones cambia. - Además, el estudiante pudo conocer (% de abundancia, estabilidad)
2) Enriquecimiento de isótopos	**N/A**	Aprendizaje basado en preguntas	- Actividad investigativa	- Por medio de diferentes preguntas el estudiante realiza una pequeña investigación de cómo en diferentes países se usan los isotopos con el fin de afianzar la economía de este.

		Aprendizaje basado en indagación	- Actividad indagativo	- La indagación es la base de este proyecto y una actividad donde el estudiante tuvo la libertad de investigar, generar preguntas y resolverlas.
3) Radioisótopos	**Simulador: phet.colorado.edu/en/simulation/radioactive-dating-game**	Modelación	- Datación arqueológica de radioisótopos.	- El estudiante uso una modelación del Phetcolorado donde conoció un poco del uso de la datación arqueológica.
		Investigación	- Actividad Investigativa	- Consistió en que los estudiantes mediante la investigación conocieran el uso de los radioisótopos en diferentes áreas como medicina, datación geológica entre otras.
4) Espectro de emisión	**Informativa: www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000760/flame-colours-a-demonstration**	Investigación	- Actividad investigativa	- El estudiante logró investigar un poco sobre el test de la flama, conocer un poco de los fuegos artificiales.
	Simulador: www.vias.org/simulations/simusoft_atomspec.html	Modelación	- Actividad interactiva	- Por medio de una herramienta interactiva el estudiante reconoció algunos espectros de emisión y/o

				absorción de algunos elementos.
5) Espectroscopia de absorción atómica	**N/A**	Investigación	- Actividad investigativa	- Esta actividad logró que el estudiante indagará acerca de un método de análisis química de utilidad para investigación y en la industria.
6) La historia de la tabla periódica	**N/A**	Investigación	- Actividad investigativa	- Esta actividad de investigación les permitió a los estudiantes conocer un poco del trabajo de algunos científicos para llegar al desarrollo y establecimiento de la actual tabla periódica.
7) Carrusel de Tablas periódicas	**Páginas web:** **acswebcontent.acs.org/games/pt.html** **www.rsc.org/periodic-table** **https://gizmodo.com/whats-the-most-popular-element-5965822?utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer** **www.ptable.com/#**	Aprendizaje basado en indagación	- Actividad interactiva	- El estudiante logró apreciar y conocer diferentes tablas periódicas donde comprendió lo compleja que es su organización y conoció cual es la más entretenida y útil para aprender sobre esta.

	https://www.mentalfloss.com/article/48677/9-periodic-table-parodies			
	https://www.youtube.com/watch?v=M-lnauoORdA			
	www.youtube.com/watch?v=Uy0m7jnyv6U			
	www.youtube.com/watch?v=rSAaiYKF0cs			
	https://gizmodo.com/how-the-elements-got-their-names-1535885792			
	http://employees.oneonta.edu/viningwj/sims/atomic_electron_configurations_s1.html.atomistry.com			
8) Los electrones (Tabla periódica)	**N/A**	N/A	- Actividad de investigación y práctica	- El estudiante investigó como realizan las configuraciones electrónicas lo que le permitió conocer cómo están organizados los elementos en la tabla periódica.
9) Explicaciones cortas (Propiedades Periódica)	**N/A**	Aprendizaje basado en preguntas	- Actividad investigativa	- Esta es fue una actividad intensa de investigación donde el estudiante logró

				conocer las tendencias periódicas y entender cómo funcionan.
10) Tendencias Periódicas Simulaciones	**Simulador:**	Modelación	- Actividad interactiva	- El estudiante mediante simulaciones y actividades online el estudiante indagó sobre algunas tendencias periódicas y reforzó lo investigado en la actividad.
	http://employees.oneonta.edu/viningwj/sims/sizes_of_atoms_and_ions_s.html		- Por medio de videos y simuladores él estudió algunas propiedades periódicas.	
	Videos:	Aprendizaje basado en preguntas		
	www.youtube.com/watch?v=zbmLMm2Mpa8&feature=related			
	chimianet.zefat.ac.il/download/diamond_burning_in_liquid_oxygen.wmv			

Tabla 7. Talleres usados en el trabajo de grado y sus características.

Es importante resaltar que los talleres fueron modificados y ajustados para que apuntaran más hacia la filosofía de este trabajo de grado la cual es la indagación; a continuación, en la Tabla 8 se aprecian las modificaciones de los talleres.

Nombre del taller	**¿Se brindó herramienta de soporte?**	**¿Se modificó?**	**¿Qué se modificó?**	**Si no fue modificado por qué no se realizó una modificación**
Simulación de Isótopos	No	Sí	1) No se brindó herramienta de	N/A

			soporte, los estudiantes buscaron una herramienta de simulación de isotopos (La única disponible gratuita online es la del Phetcolorado). 2) Se dieron instrucciones de qué características debía tener el simulador. 3) Se dio un paso a paso de las actividades que deben realizar en el simulador.	
Enriquecimiento de isótopos	No	Sí	1) Se generaron instrucciones claras de que se debe investigar con el fin que el estudiante tenga una guía de qué debe indagar solucionando preguntas en su mayoría de análisis e interpretación (¿Qué? Y ¿Cómo?)	N/A
Radioisótopos	Sí	No	N/A	El taller tenía un carácter de indagación, lo que permitió manejarlo sin ninguna modificación.
Espectros de emisiones	Sí	Sí	1) Se invirtió el orden de las actividades propuestas con el fin que los estudiantes primero simularan algunos espectros de emisión y absorción; luego se generaron predicciones de que	N/A

			colores darían esos espectros. 2) Luego se propuso la lectura y comprensión de una lectura de la Royal Society of Chemistry que sirvió como base para realización de su guía de laboratorio y confirmar predicciones. 3) Adicionalmente se les asignó una investigación de los Fuegos Artificiales.	
Espectroscopía de absorción atómica	No	Sí	1) Se organiza la investigación del taller. 2) Se hace un aporte de cuáles son las ventajas y desventajas del tema de investigación.	N/A
Historia de la tabla periódica	No	Sí	1) Se sugirió los científicos involucrados en el desarrollo de la tabla periódica. 2) Se generó preguntas guías para la comprensión de la historia de evolución de la tabla periódica.	N/A
Carrusel de tablas periódicas	Sí	Sí	1) Se usaron todos los links del taller como base. 2) Se generaron preguntas guías que llevaban a la comparación de las tablas Periódicas. 3) Se motiva a los estudiantes por medio de las preguntas ver que la Tabla Periódica	N/A

			fue un desarrollo de gran demanda en la época y que hasta la fecha no se ha cambiado debido a su buena organización.	
Tabla periódica - electrones	No	No	N/A	El taller tenía un carácter de indagación, lo que permitió manejarlo sin ninguna modificación.
Explicaciones breves	No	No	N/A	El taller tenía un carácter de indagación, lo que permitió manejarlo sin ninguna modificación. Además, este taller cuanta con la característica de ser en aprendizaje basado en proyectos.
Tendencias periódicas – Enfoques – Simulaciones útiles	Sí	Sí	1) Se usaron los links provistos. 2) Se generaron preguntas guías con el fin de llevar las simulaciones y videos con un fin la comprensión de tres propiedades periódicas (radio atómico e iónico y reactividad de los metales). 3) Los estudiantes se les solicitó la generación de gráficas de	

			tendencias periódicas según lo investigado.	

Tabla 8. Modificaciones realizadas a los talleres.

7.1.1.2 Diario de campo

Esta actividad permitió llevar un registro de cómo los estudiantes desarrollaban las diferentes fases del proyecto. Adicionalmente en este diario de campo se realizó el registro de dudas, preguntas, opiniones y demás acontecimientos que ocurrieron durante la investigación, lo que estaba muy conectado con el modelo de enseñanza basado en la indagación. Según Bonilla, E. & Rodríguez, S. (1997) “el diario de campo debe permitirle al investigador un monitoreo permanente del proceso de observación. Puede ser especialmente útil [...] al investigador en él se toma nota de aspectos que considere importantes para organizar, analizar e interpretar la información que está recogiendo” (p.129)

A continuación, se aprecia el formato general que tuvo este diario de campo llevado durante este proyecto (Tabla 9):

Clase	**Tema**	**Preguntas o dudas**	**Observaciones del investigador**
1	Isótopos	¿Qué diferencia hay entre abundancia y estabilidad? ¿Por qué entre más neutrones más inestable el isótopo? ¿Por qué entre menos neutrones más inestable es el isótopo? ¿Qué diferencia hay entre las mezclas realizadas por nosotros y las del simulador?	La búsqueda del simulador fue sencilla Fue una aplicación fácil de usar y mejora el entendimiento del tema del núcleo del átomo.

Tabla 9. Formato del diario de campo.

7.1.2 Segunda fase

En esta segunda fase de la investigación, los estudiantes generaron su propia guía de laboratorio (test de la flama en metales); a partir de esta fase los estudiantes trabajaron en grupos, constituyéndose para el grado 10A un total de 4 grupos y en 10B un total de 3 grupos de trabajo. El objetivo desde el inicio de esta fase fue promover el aprendizaje basado en indagación.

Durante toda esta fase se realizaron las siguientes actividades:

- Entrega de los parámetros del laboratorio (Actividad del docente)
- Indagación de la práctica de laboratorio (Actividad del estudiante)
- Elaboración de la guía de laboratorio (Actividad del estudiante)
- Entrega de la guía
- Socialización de las guías para su coevaluación
- Realización de la guía de laboratorio que mejor resultado presentó en la coevaluación
- Entrega del informe de laboratorio

7.1.2.1 Entrega de los parámetros del laboratorio

Para poder desarrollar la práctica de laboratorio los estudiantes primero investigaron e indagaron una forma de realizar un laboratorio del test de la llama, *el docente solo dio la siguiente información:*

- Parámetros de la guía de laboratorio
- Los reactivos de laboratorio.

El docente tomó como base el laboratorio de la Escuela Nacional de Conservación y Museografía, con el fin de tener una guía para la solicitud de parámetros a los estudiantes. Laboratorio desarrollado por los estudiantes completo en los anexos (B).

7.1.2.2 Parámetros de la guía de laboratorio

- Título: Debe ser diferente a los encontrados en Internet, libros, entre otros. (test de la llama, identificación de metales, etc.)
- Introducción: Debe abarcar un pequeño marco teórico de la práctica.
- Palabras clave
- Materiales
- Reactivos: Información dada por el docente
- Información de seguridad de los reactivos
- Información de seguridad de trabajo de laboratorio
- Procedimiento: Guía paso a paso de la práctica, solo se puede hacer un procedimiento
- ¿Cómo se van a tomar nota de los resultados?
- Bibliografía

Durante el desarrollo del laboratorio se buscó desarrollar diferentes habilidades en los estudiantes las cuales de muestran a continuación (Tabla 10).

Nombre de la actividad	**Herramienta de soporte**	**Características de la actividad**	**¿Por qué este laboratorio?**
Laboratorio Test de la Flama	Talleres IB Investigaciones previas	- El estudiante debió realizar una indagación de cómo realizar esta práctica de laboratorio - El estudiante desarrolló una guía de trabajo de laboratorio. El estudiante, por medio de la	- Permitió al estudiante indagar y dar uso a las investigaciones previas (Taller 4. Espectro de emisión). - Generó autonomía y comprensión del trabajo de laboratorio. - Creó un vínculo con la realización de actividades en el laboratorio, lo que generó motivación y entendimiento que cada actividad del laboratorio debe ser planeada y trabajada de manera ordenada. - Sacó a relucir o potenciar la indagación y recursividad del

		indagación y uso de los recursos disponibles en el aula, adecuó y trabajó la guía diseñada por ellos.	estudiante poniendo al estudiante en ver de qué disponía para su trabajo en el laboratorio.

Tabla 10. Características y habilidades desarrolladas en la realización del laboratorio.

En este laboratorio los estudiantes pudieron ver de manera práctica el espectro de emisión de los elementos, dando como resultado final el entendimiento de que los elementos (alcalinos y alcalinotérreos) emiten un color determinado debido a los cambios de energía entre los orbitales de los átomos.

7.1.2.3 Socialización de las guías para su coevaluación

Uno de los aspectos que vale la pena resaltar, fue el uso de la coevaluación donde no solo el docente era participe de la calificación o aprobación de algunas de las actividades, sino que los estudiantes pudieron dar una apreciación de la calidad de los trabajos de sus compañeros. A continuación, se presenta una rúbrica sencilla de evaluación (Tabla 11) de la guía de laboratorio, la cual permitió seleccionar la más completa.

Marcas / **Criterio**	**2**	**1**	**0**
Título de la guía	El título del laboratorio no es común o visto en otra parte.	El título del laboratorio es común o visto en otra parte.	No existe título del laboratorio.
Precisión del contenido	Toda la guía es precisa, está en el tema y se presenta en un orden lógico.	Partes de la guía es inexacta, y no se presenta en un orden lógico.	La información es inexacta o incompleta
Imágenes y gráficos	Los gráficos/imágenes son de alta calidad	Los gráficos/imágenes son de calidad baja	La guía carece de imágenes/gráficos

	y se leen fácilmente.	y no se aprecian bien.	
Procedimiento	Las actividades del laboratorio están bien descritas y fáciles de desarrollar	Las actividades del laboratorio en ocasiones son confusas y promueve a la duda.	Las actividades son complejas y no se entienden con facilidad.

Tabla 11. Rúbrica de evaluación de la guía de laboratorio.

7.1.3 Tercera fase

Los estudiantes realizaron un proyecto (video) que reflejó la metodología de las 5E educativas (Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar y Evaluar), esta actividad fue evaluada bajo una rúbrica disponible en Anexos (anexo E, Rúbrica de evaluación del video). En esta fase los estudiantes también fueron partícipes del proceso evaluativo.

En esta fase se trabajó con los estudiantes de la siguiente manera:

- Se explicaron en clase las 5E en educación.
- Se presentó un video realizado por el docente con anterioridad que manejaba las 5E.
- Se hizo entrega de la rúbrica de evaluación con la que los estudiantes aprecian que se evalúa en el proyecto.
- Se hizo entrega unas pequeñas instrucciones del contenido científico (temas) que debía contener el video. Las instrucciones completas se encuentran en los anexos (Anexo D Proyecto).
- Se dio paso al trabajo investigativo, creativo e indagador por parte de los estudiantes. Durante el desarrollo se les brindó soporte y acompañamiento del proceso de elaboración del proyecto.
- Se realizó la presentación de los videos para su correspondiente coevaluación.

7.1.3.1 Explicación de las 5E educativas

Para la realización de esta actividad se preparó una clase magistral donde se contextualizó ¿qué es esta metodología?, ¿qué propósito tiene esta metodología? y el significado de cada uno de los términos de la metodología de las 5E educativas.

¿Qué es el modelo de las 5E y su propósito? Se basa en la capacidad de los alumnos para construir nuevas ideas sobre los conocimientos que ya poseen y se puede usar con todas las edades. Cada una de las 5 E describe una fase de aprendizaje y todas ellas tienen al alumno en el centro del aprendizaje. (AOINA, 2016).

Engancha: Una fase en la que se realizan conexiones entre los aprendizajes pasados y presentes, se anticipan las actividades y se invita a los alumnos a pensar qué significado tiene para ellos aprender las actividades de esa sesión. Además, se busca una excusa para conectar con los alumnos y sus intereses "enganchándoles" para el resto de la sesión. (AOINA, 2016)

Explora: Los alumnos identifican y desarrollan conceptos, procesos y habilidades. Exploran de forma activa sus alrededores o construyen cosas ellos mismos. Lo curioso es que este paso se produce antes de la explicación de profesor, invirtiendo un poco el proceso y ayudados por los dispositivos o herramientas de las que disponen en clase. (AOINA, 2016)

Explica: Los estudiantes explican los conceptos que han explorado y/o las habilidades aprendidas. En esta fase, los profesores pueden hablar de tecnicismos, definiciones o comportamientos, en general, estructurar un poco los conocimientos que comparten los estudiantes. (AOINA, 2016)

Elabora: Los alumnos practican lo aprendido y comprenden para qué les sirve este conocimiento. Esto ayuda a que lo pueda relacionar con conceptos que ya tienen y personalizan lo que han aprendido. (AOINA, 2016)

Evalúa: En este caso, para saber si la sesión ha ido como esperábamos, podemos realizar una evaluación muy corta, a modo de prueba de salida, o podemos invitar a los alumnos a llevar sus propias autoevaluaciones. (AOINA, 2016)

7.2 Metodología cuantitativa

Este tipo de metodología se basa en el uso de herramientas estadísticas para conocer aspectos muy específicos de una población. Dichos aspectos pueden ser de carácter objetivo (por ejemplo, la altura) como subjetivo (por ejemplo, el sexo) (Hueso, A. Cascant, M. 2012, p. 2). Se tomó una muestra representativa que involucra a todos los estudiantes de los cursos de grados 10A y 10B (20 estudiantes) que estaban inscritos en la asignatura de Química IB del núcleo de Estructura atómica y Ley periódica el primer semestre del 2020.

El sentido de realizar procedimientos estadísticos en esta investigación fue lograr establecer características cuantitativas de progreso en la población estudiantil participe de manera que se pudieran cuantificar ciertos datos. La herramienta seleccionada fue la encuesta de valores con valores cualitativos y análisis de datos de los resultados obtenidos por parte los estudiantes, a quienes se les categorizó de acuerdo con el nivel logrado referente al entendimiento del sentido social y la naturaleza de las Ciencias.

Así mismo, por medio de talleres escritos y el diseño de una rúbrica, se evaluaron las competencias logradas por los estudiantes durante la intervención, empleando las metodologías de aprendizaje propuestas en esta investigación. Se determinaron los resultados obtenidos mediante una evaluación sumativa (evaluación final) la cual reflejó el conocimiento y las habilidades adquiridas durante el proceso del proyecto.

7.2.1 Encuesta de los Talleres

La encuesta es una de las herramientas más utilizadas en las investigaciones, pues permite obtener información muy concreta en un corto tiempo y crear con los resultados estadísticas con las cuales se puede comparar, deducir, establecer, etc. Según Casas, J. et al. (2003), dos de las características más importantes de la encuesta son que estas permiten la obtención de datos sobre diferentes temas y

que la información se recoge de modo estandarizado con instrucciones iguales para todos los sujetos lo que permite realizar comparaciones intergrupales (p. 528).

A continuación, se aprecia un ejemplo de las encuestas realizadas por parte de los estudiantes en cada uno de las actividades trabajadas (Talleres, Laboratorio y Proyecto (video)). Para ver las encuestas completas dirigirse a Anexos C, Encuestas.

Responda las preguntas usando la siguiente escala donde 1 es nada y 5 es totalmente.

Ejemplo

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

1) De 1 a 5, qué tan difícil fue desarrollar los talleres.

1	2	3	4	5

7.2.2 Encuesta del Laboratorio

Responda las preguntas usando la siguiente escala como ejemplo:

Ejemplo:

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

1) Se sintió cómodo durante la realización de la práctica de laboratorio.

1	2	3	4	5

7.2.3 Encuesta del Proyecto

Responda las preguntas usando la siguiente escala como ejemplo:

Ejemplo

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

2) De 1 a 5, qué tan difícil fue desarrollar el video.

1	2	3	4	5

7.3 Metodología de la evaluación

Basándose en la Taxonomía de Bloom se planteó evaluar a los estudiantes mediante los siguientes criterios (C):

- **C1: Conocimiento y Comprensión:** El estudiante debe recordar y comprender el significado de la información. Implica el entendimiento (apropiación) de lo que se ha aprendido. Es demostrable cuando se es capaz de presentarla de maneras distintas, cuando se hacen relaciones y se asocia con otras piezas de información.
- **C2: Uso y Aplicación:** El estudiante usa el conocimiento para explicar situaciones reales, descomponiéndolas en partes más simples y establece la relación entre estas. Uso del conocimiento en una nueva generalización. El alumno es capaz de seleccionar, transferir y utilizar datos y/o leyes para completar tareas o problemas con algún tipo de supervisión. El análisis implica la descomposición del todo en sus partes y la solución de problemas a partir del conocimiento adquirido.
- **C3: Síntesis y Evaluación:** El estudiante reorganiza las ideas en nuevos órdenes y estructuras basadas en evidencias o en un conjunto de criterios. Crea, integra, combina ideas, planea, propone nuevas maneras de hacer. Hace o emite juicios con base en criterios establecidos.

- **C4: Uso de habilidades y destrezas propias de la asignatura:** El estudiante demuestra la selección, uso y aplicación de técnicas y habilidades apropiadas para generar conocimiento.

7.3.1 Asignación para la calificación

Para este proyecto se realizará la calificación según las políticas del bachillerato internacional descritas en la Guía de Química (www.ibo.org) dentro de esta se establece ‘‘Marcas de calificación: describen de forma integradora el desempeño esperado y se utilizan para evaluar las respuestas de los alumnos. Constituyen un único criterio holístico, dividido en descriptores de nivel. A cada descriptor de nivel le corresponde un rango de puntos, lo que permite diferenciar el desempeño de los alumnos. Del rango de puntos de cada descriptor de nivel, se elige la puntuación que mejor corresponda al nivel logrado por el alumno.’’ (guía química, 2016) para dar más claridad de este método de calificación se da el siguiente ejemplo.

Ejemplo: El docente realiza una actividad (quiz en clase) donde decide calificar el criterio C1 – C3 donde cada criterio tiene como máximo 4 marcas. Esto quiere decir que el estudiante por cada criterio podrá sacar mínimo 1/4 o máximo 4/4.

Entonces el resultado de esta evaluación pudo ser la siguiente:

Criterio	Marcas obtenidas	Marca de calificación	Como recibe la calificación el estudiante
1	3	4	3/4
2	2	4	2/4
3	4	4	4/4

Tabla 12. Ejemplo de calificación en el proyecto.

8. Resultados

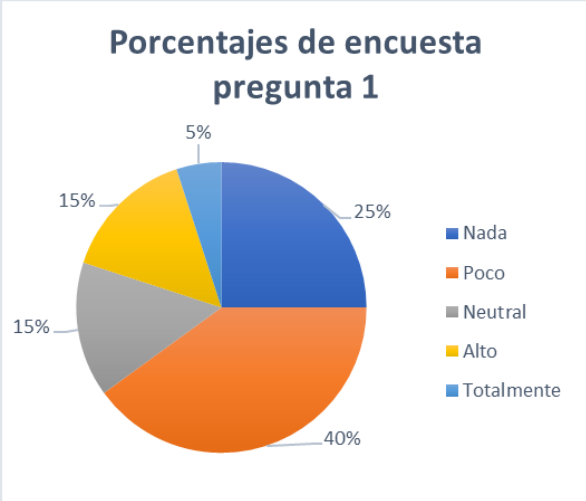
8.1 Resultados cualitativos

8.1.1 Encuestas Talleres IB

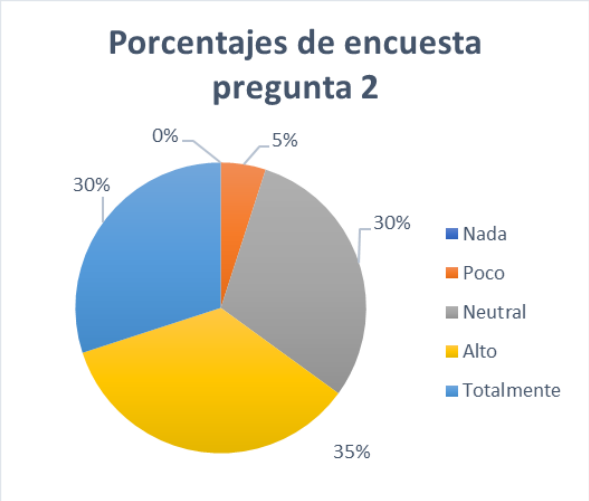
A continuación, se presentan los resultados de las encuestas realizadas al finalizar los talleres IB y los porcentajes por cada una de las preguntas planteadas.

Pregunta / Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	3	3	2	3	4	2	4	3	2
2	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3
3	3	4	3	3	4	5	3	4	3	3
4	2	4	2	3	4	4	3	4	5	4
5	3	3	2	3	4	4	4	5	5	4
6	2	3	2	5	3	4	3	4	5	4
7	2	2	3	5	3	4	4	5	4	5
8	1	5	3	5	3	5	3	5	5	5
9	1	5	3	5	3	5	3	5	5	4
10	1	5	2	4	3	3	4	4	4	5
11	4	4	2	5	5	4	4	3	4	4
12	4	4	2	5	5	4	4	5	5	4
13	4	3	2	5	5	4	5	5	4	5
14	2	3	2	4	4	3	4	4	4	4
15	2	4	2	4	4	4	5	4	3	5
16	2	4	1	5	5	4	4	3	4	4
17	1	5	1	4	3	3	5	5	3	5
18	1	5	2	4	3	3	4	4	4	4
19	2	4	2	5	4	3	4	5	4	4
20	2	5	3	3	4	4	3	4	4	5
Promedio por actividad	**2**	**4**	**2**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**

Tabla 13. Resultados de las encuestas de los talleres.

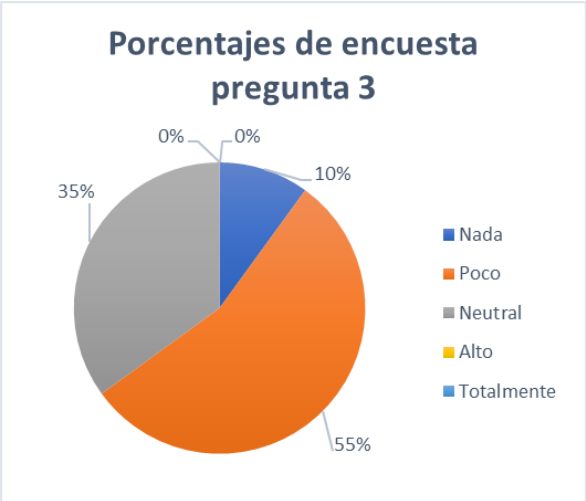


Gráfica 1. Porcentajes de los resultados pregunta 1.

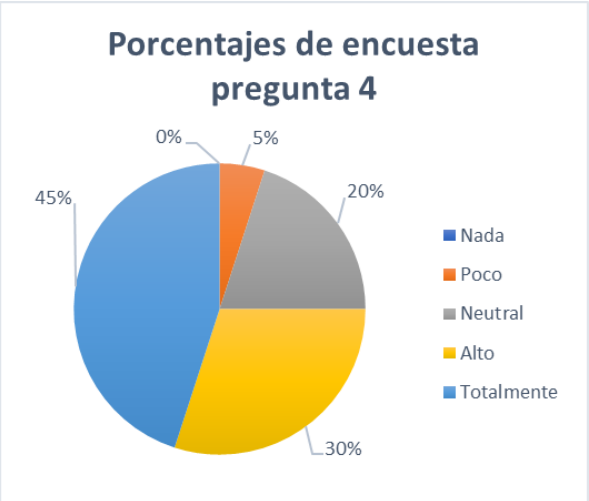


Gráfica 2. Porcentajes de los resultados pregunta 2.

En la pregunta 1 La percepción promedio de los estudiantes (2) demuestra que les pareció un poco difícil la realización de los talleres, sin embargo, fue cambiando a través del desarrollo de estos. Las primeras encuestas arrojaron la dificultad en la medida en que no estaban acostumbrados a ir más allá de las definiciones, pero en el proceso fue posible observar cómo iban mejorando y cómo su proceso de indagación se iba fortaleciendo. Así, es posible ver la relación con los resultados de la pregunta 2, en la que el 30% de los estudiantes sintieron que iban mejorando con el desarrollo de cada taller.

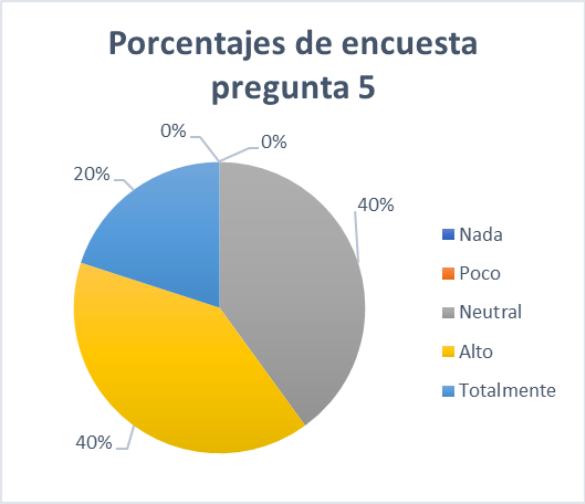


Gráfica 3. Porcentajes de los resultados pregunta 3.

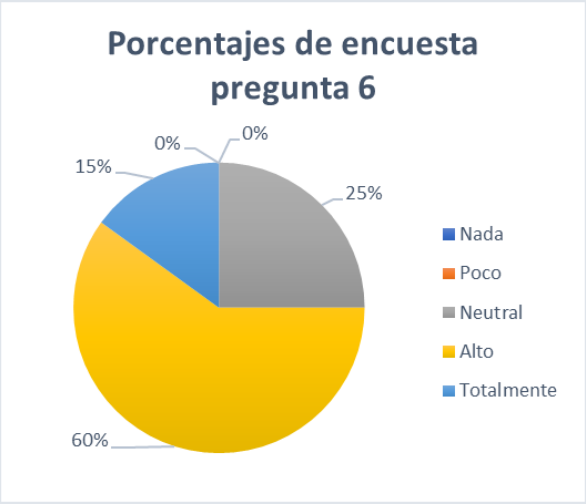


Gráfica 4. Porcentajes de los resultados pregunta 4.

En la pregunta 3 es posible ver que más del 50% de los estudiantes, consideraron que los temas eran fáciles de comprender dada la variedad de actividades que allí se proponían, lo que permitía una mejor comprensión y entendimiento de los conceptos, así como la relación con otros escenarios. En consonancia con estos resultados, la pregunta 4 muestra cómo casi un 75% (entre alto y totalmente) de los estudiantes, consideraron que sus habilidades de investigación e indagación iban mejorando e iban siendo cada vez mejor a través del desarrollo de los talleres.

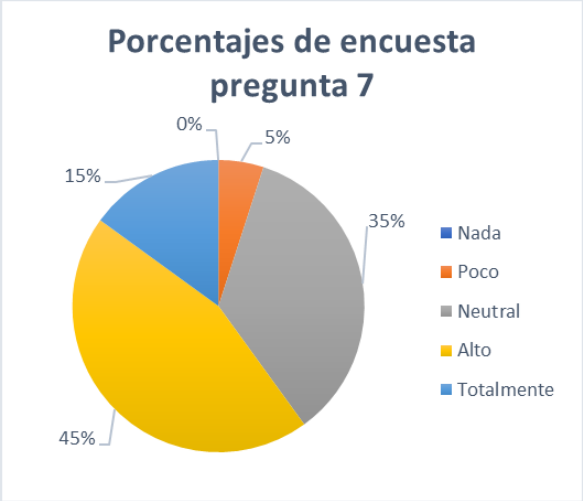


Gráfica *5*. Porcentajes de los resultados pregunta 5.

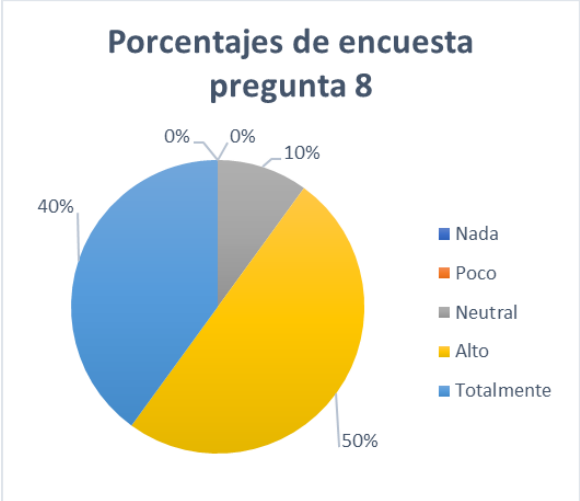


Gráfica *6*. Porcentajes de los resultados pregunta 6.

El 40% de los estudiantes consideró que estaban adquiriendo nuevos conocimientos a través de los talleres, como lo demuestra la pregunta 5. Es importante resaltar que el proceso de metacognición y la autoevaluación debe ser desarrollada en los estudiantes durante toda su etapa escolar, de manera que puedan identificar sus propios procesos de aprendizaje y sus avances. En la pregunta 6, el 60% de los estudiantes percibió que se sentían más seguros de los conocimientos adquiridos, de allí se puede inferir que en efecto estaban adquiriendo nuevos conocimientos, lo que ratifica la importancia de un proceso de aprendizaje más consciente.

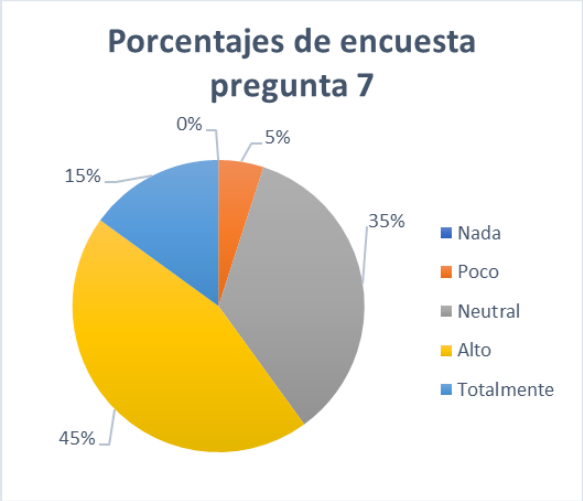


Gráfica *7*. Porcentajes de los resultados pregunta 7.

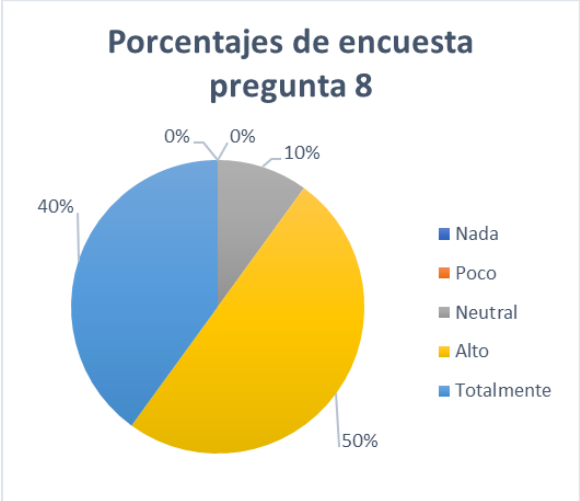


Gráfica *8*. Porcentajes de los resultados pregunta 8.

La pregunta 7 es de vital importancia; en ella aproximadamente el 60% de los estudiantes consideraron que aprendieron más a través de los talleres, que en una clase tradicional y magistral, lo que demuestra que los procesos pueden ser más efectivos si avanzamos a modelos menos tradicionales. Sin embargo, el 5% manifestaron que estaban poco satisfechos, este resultado puede responder a los diferentes tipos de aprendizaje. No todos los estudiantes aprenden de la misma manera y posiblemente, este porcentaje de estudiantes esté más acostumbrados a un proceso tradicional. En la pregunta 8, el 90% de los estudiantes (totalmente y alto) manifestaron que este tipo de actividades contribuían al desarrollo del perfil IB, lo que demuestra una mayor comprensión del perfil y sus características.



Gráfica *9*. Porcentajes de los resultados pregunta 9.

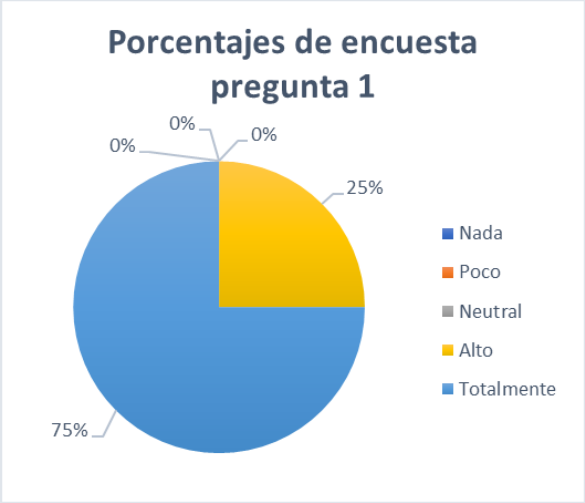


Gráfica *10*. Porcentajes de los resultados pregunta 10.

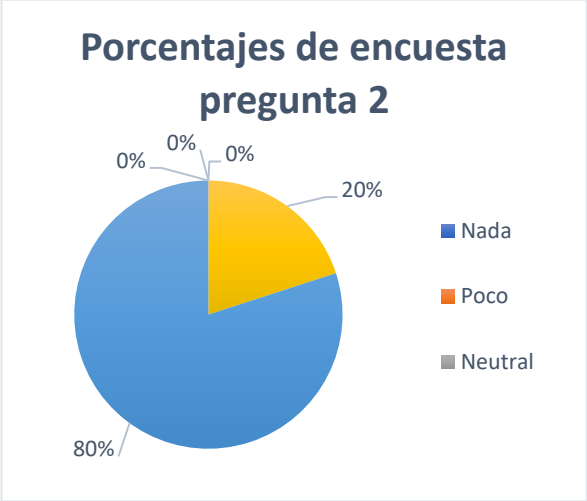
8.1.2 Encuesta Laboratorio

Pregunta / Estudiante	1	2	3	4	5
1	5	4	3	2	5
2	4	5	4	2	4
3	4	5	4	2	5
4	4	5	4	2	4
5	5	5	4	2	5
6	5	5	4	2	4
7	5	5	4	2	5
8	5	5	4	1	5
9	5	5	4	1	5
10	5	5	4	1	5
11	4	5	4	1	5
12	5	5	3	1	5
13	5	5	4	2	5
14	5	4	3	2	4
15	5	4	3	2	4
16	4	4	4	2	4
17	5	4	3	2	4
18	5	4	3	1	5
19	5	5	4	1	5
20	5	5	4	1	4
Promedio por actividad	**5**	**5**	**4**	**2**	**5**

Tabla 14. Resultados de las encuestas del laboratorio.

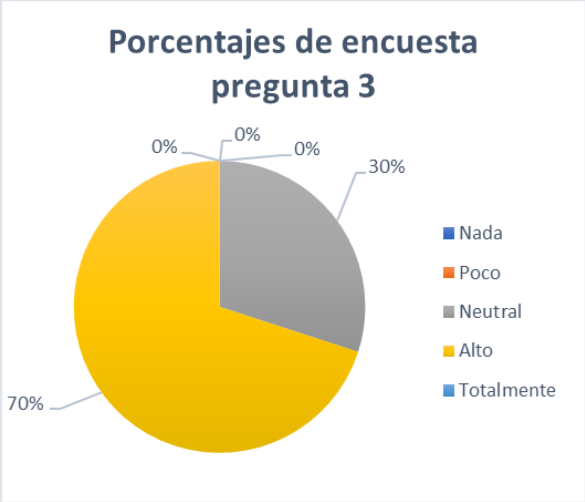


Gráfica 11. Porcentajes de los resultados pregunta 1.

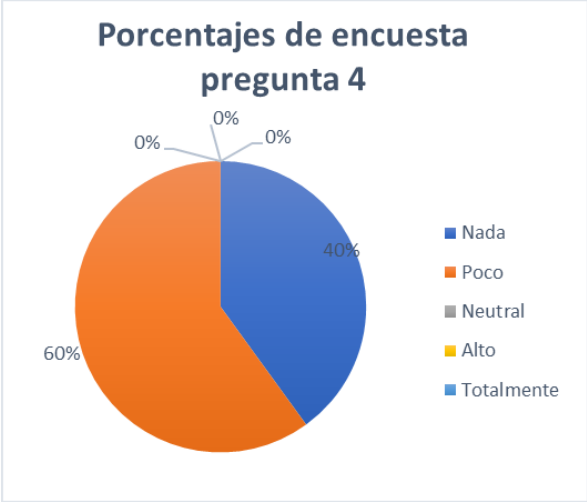


Gráfica 12. Porcentajes de los resultados pregunta 2.

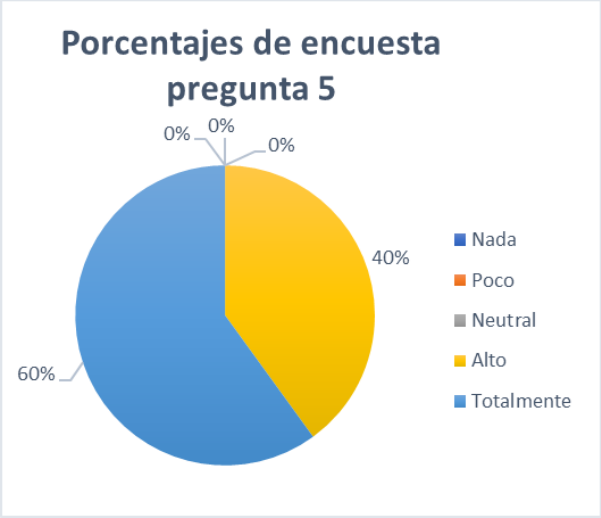
En la pregunta 1, el 75% de los estudiantes se sintió cómodo con el desarrollo del laboratorio, lo que demuestra que las actividades prácticas siempre llaman la atención de los estudiantes. La guía de laboratorio fue clara y sencilla de seguir para el 80% de los estudiantes como lo demuestra la pregunta 2.



Gráfica 13. Porcentajes de los resultados pregunta 3.



Gráfica 14. Porcentajes de los resultados pregunta 4.



Gráfica 15. Porcentajes de los resultados pregunta 5.

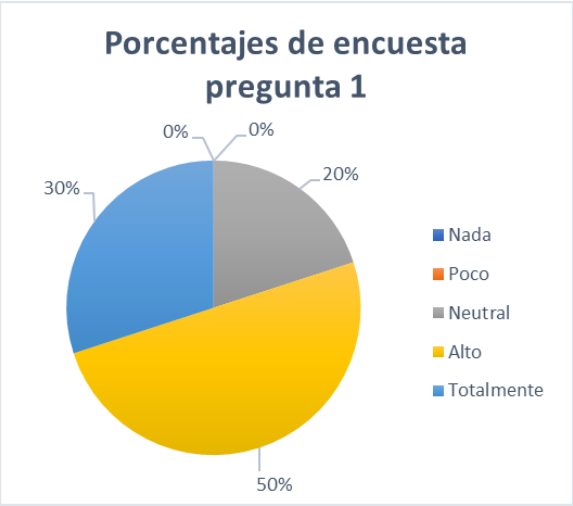
Para el 70% de los estudiantes, la práctica del laboratorio después de la realización de los talleres fue más enriquecedora. Probablemente la combinación de teoría y práctica es más eficiente que realizar una práctica de laboratorio sin la comprensión real de lo conceptual. La pregunta 4 demuestra que prácticamente el 100% de los estudiantes (nada-poco), no requirió de ningún apoyo durante la práctica, en parte porque los estudiantes se sentían más seguros sobre los procedimientos. En la misma línea, los estudiantes percibieron que este tipo de prácticas favorece y hace parte del perfil IB.

8.1.3 Encuesta Video (proyecto)

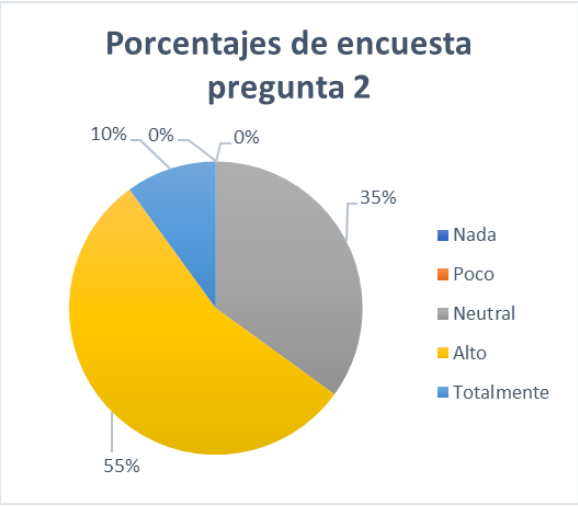
Pregunta / Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	3	2	4	4	4	4	3	5	4
2	4	3	2	4	4	4	3	4	4	4
3	3	3	2	4	3	5	3	4	3	4
4	4	4	2	4	4	5	3	4	4	4
5	4	4	2	3	3	5	3	5	4	4
6	3	3	2	3	4	4	3	4	5	4
7	4	4	1	4	5	5	4	5	4	4
8	5	4	2	4	5	5	4	5	3	4
9	4	3	2	3	5	5	4	5	4	3
10	4	3	1	4	4	5	3	4	5	4
11	5	4	2	4	5	4	3	4	5	5

12	4	4	2	3	5	5	4	4	5	5
13	4	4	3	3	5	5	4	5	4	5
14	3	3	2	4	4	5	4	3	5	4
15	5	4	2	5	5	5	3	4	4	4
16	5	4	3	5	4	4	4	4	5	5
17	4	5	2	4	5	5	3	5	4	4
18	5	4	2	5	4	4	4	5	5	5
19	4	5	3	5	3	5	3	5	4	4
20	3	4	2	4	4	4	3	5	5	3
Promedio por actividad	**4**	**4**	**2**	**4**	**4**	**5**	**3**	**4**	**4**	**4**

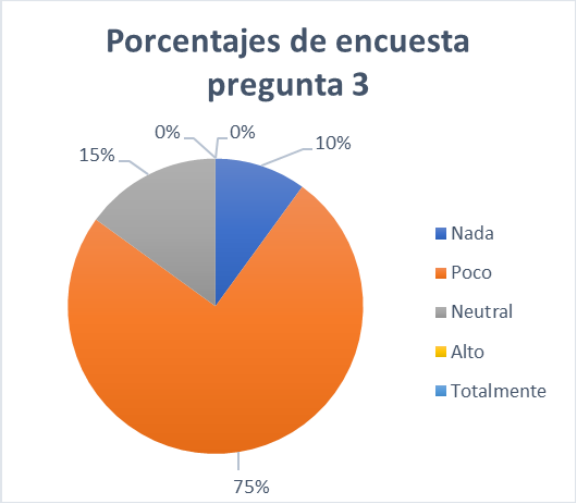
Tabla 15. Resultados de las encuestas del video.



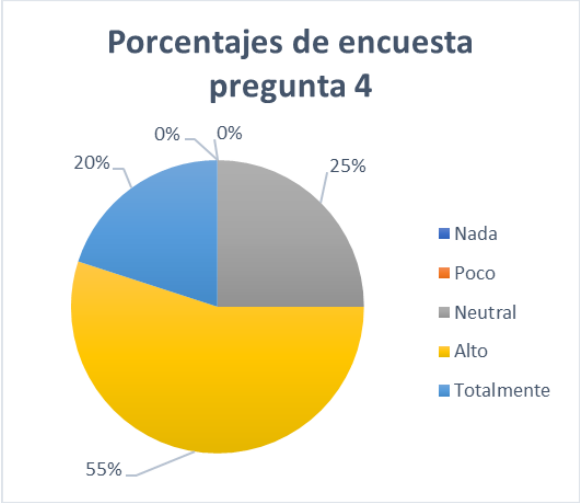
Gráfica 16. Porcentajes de los resultados pregunta 1.



Gráfica 17. Porcentajes de los resultados pregunta 2.

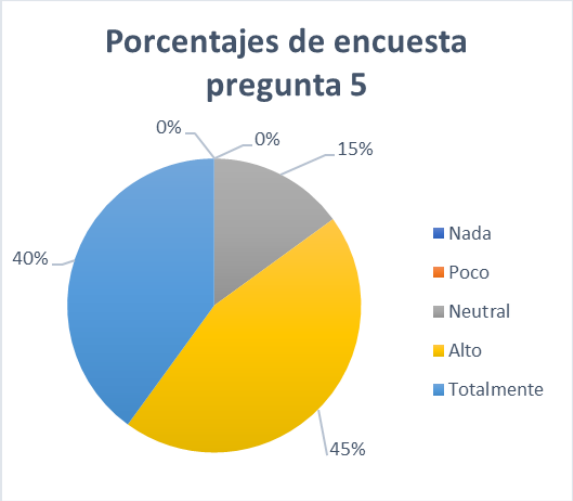


Gráfica 18. Porcentajes de los resultados pregunta 3.

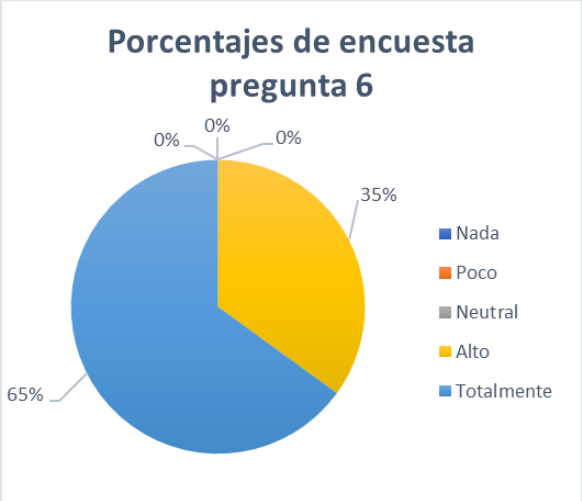


Gráfica 19. Porcentajes de los resultados pregunta 4.

Aproximadamente el 80% de los estudiantes consideraron que no fue difícil el desarrollo del proyecto. Como lo mencionaba en el análisis de las encuestas de los talleres, el 20% de los que respondieron de manera neutral, pueden sentirse incómodos con este tipo de trabajos en grupo o se les puede dificultar llegar a acuerdos. En consecuencia, aproximadamente el 65% de los estudiantes de acuerdo con la pregunta 2, consideraron que a través del desarrollo del video sus conocimientos iban mejorando, lo que demuestra que, la aplicabilidad siempre será una buena herramienta para consolidar lo teórico. La pregunta 2 se ve directamente relacionada con la 3 en la que el 75% de los estudiantes consideraron que los temas eran fáciles de entender, pero al mismo tiempo se exigía más en cuanto a sus capacidades de investigación como se evidencia en la pregunta 4, de manera que el reto ya no era el concepto en sí mismo, sino las habilidades para investigar.

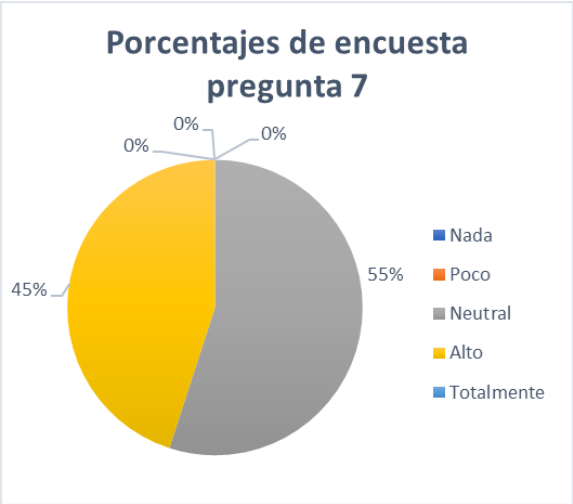


Gráfica 20. Porcentajes de los resultados pregunta 5.

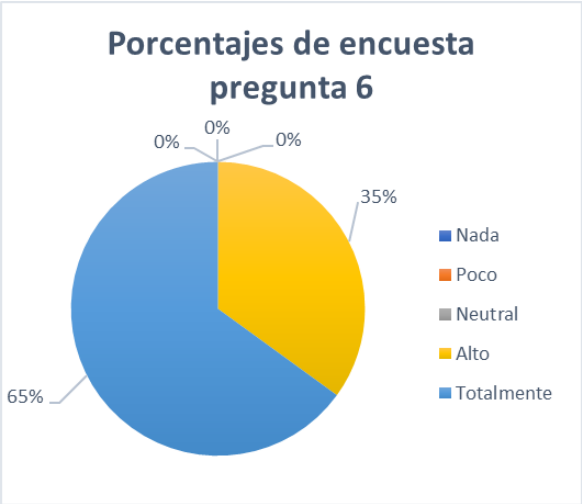


Gráfica 21. Porcentajes de los resultados pregunta 6.

En las preguntas 5 y 6 se evidencia la estrecha relación entre la adquisición de nuevos conocimientos y la seguridad sobre los mismos, de manera que al menos, el 85% de los estudiantes lograron crear esta conexión.

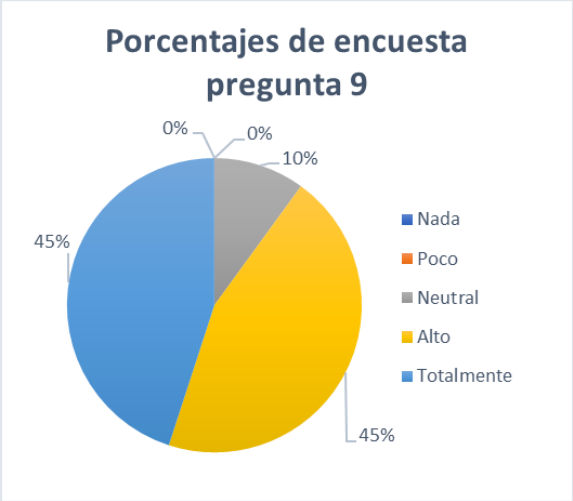


Gráfica 22. Porcentajes de los resultados pregunta 7.

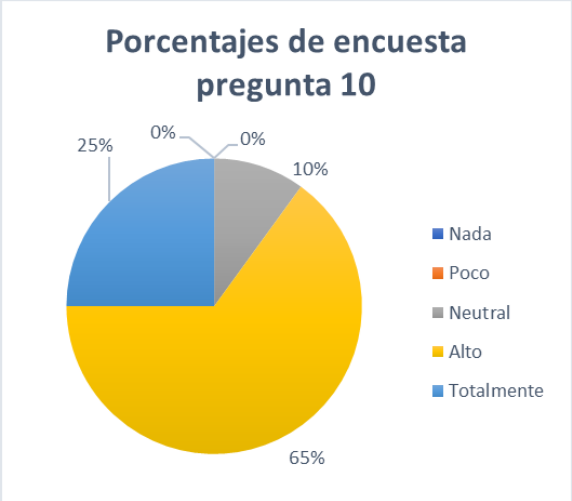


Gráfica 23. Porcentajes de los resultados pregunta 8.

En la pregunta 7 el 45% de los estudiantes consideraron que aprendieron más haciendo el video que en una clase magistral, sin embargo, el 55% fue neutral, posiblemente porque no han afianzado muchas de las habilidades que se requieren para el ABP.



Gráfica 24. Porcentajes de los resultados pregunta 9.



Gráfica 25. Porcentajes de los resultados pregunta 10.

En contraste con la pregunta 7, los estudiantes se sienten más cómodos realizando este tipo de actividades, que escuchando una clase magistral y tradicional. Casi el 90% de los estudiantes están de acuerdo con la anterior afirmación como es evidente en los resultados de las preguntas 9 y 10.

8.2 Resultados cuantitativos

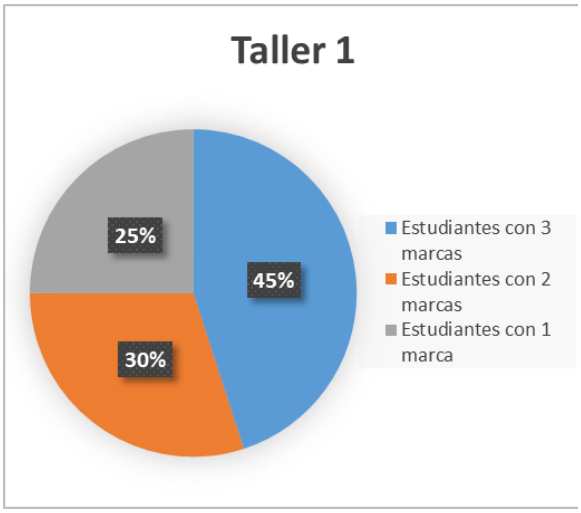
8.2.1 Talleres IB

A continuación, se presentan los resultados de los talleres IB de manera cuantitativa. En esta actividad los estudiantes tuvieron como máximo 3 marcas por actividad. De manera general, en la tabla 16 se evidencian los resultados de todos los talleres. Posteriormente se pueden observar los resultados de cada uno detalladamente.

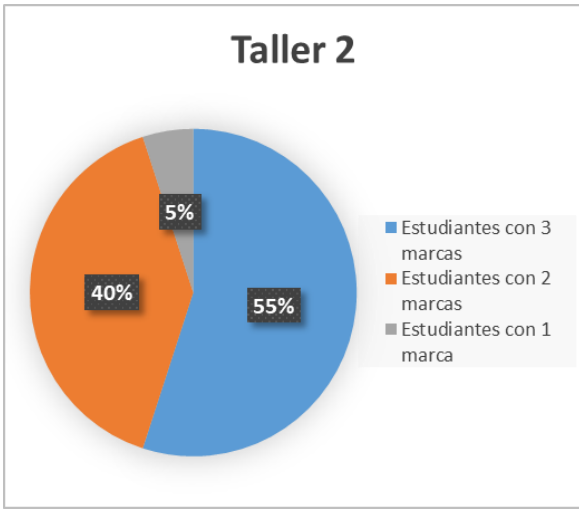
Actividad / **Estudiante**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2
3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
4	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
5	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1
6	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1
7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

8	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2
9	2	2	2	3	3	3	3	1	1	1
10	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2
11	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
12	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1
13	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
14	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
15	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
16	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
17	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Promedio por actividad	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Promedio total	2									

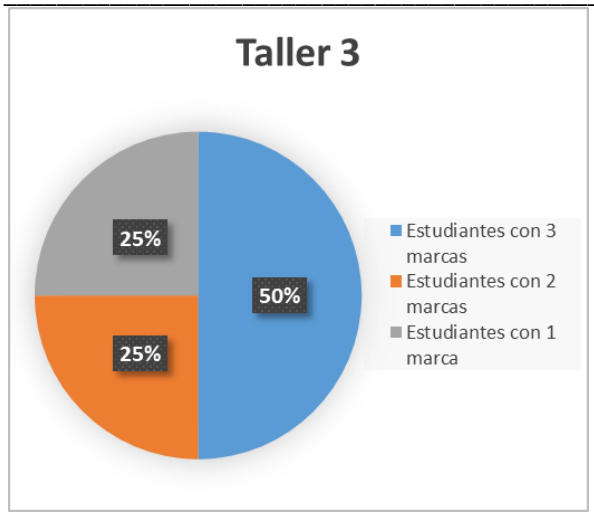
Tabla 16. Resultados en marcas obtenidos por taller.



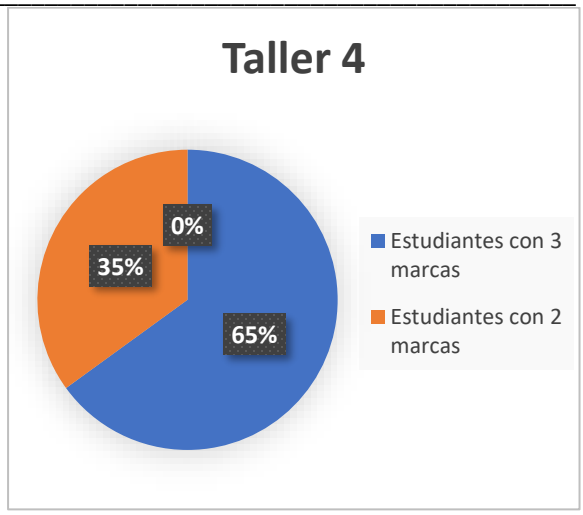
Gráfica 26. Porcentajes de los resultados taller 1.



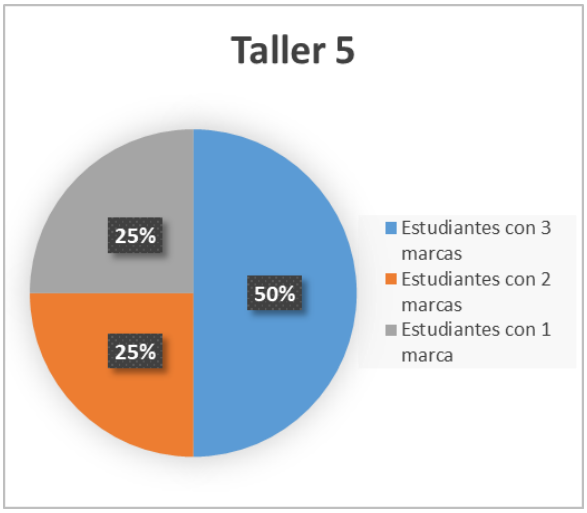
Gráfica 27. Porcentajes de los resultados taller 2.



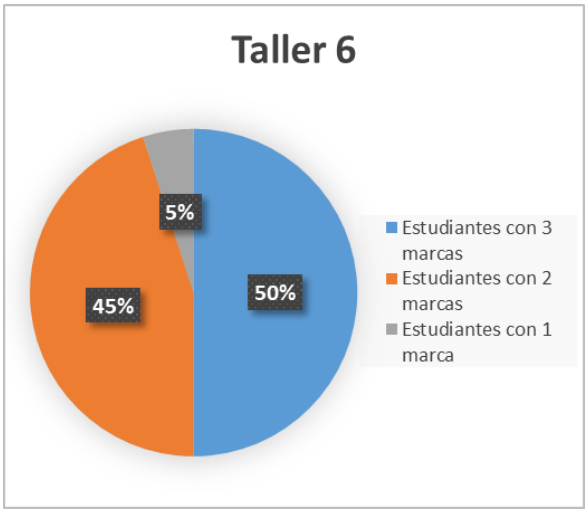
Gráfica 28. Porcentajes de los resultados taller 3.



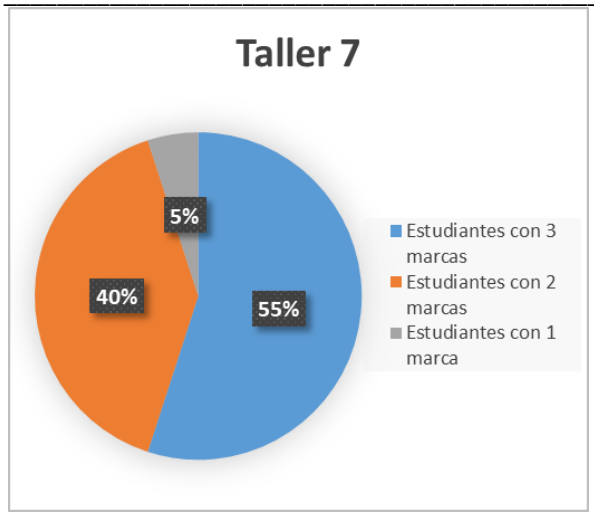
Gráfica 29. Porcentajes de los resultados taller 4.



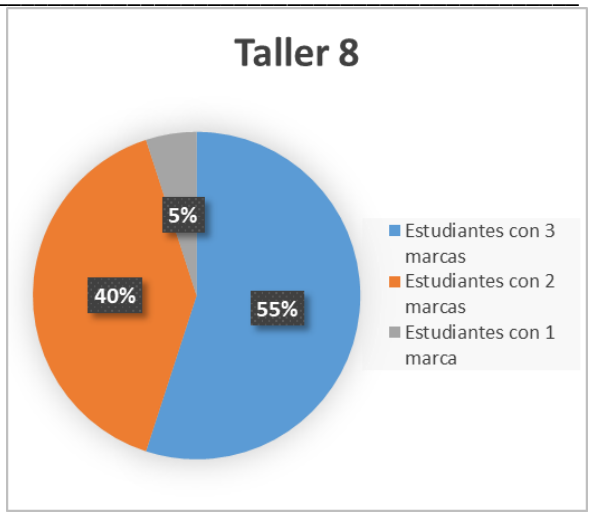
Gráfica 30. Porcentajes de los resultados taller 5.



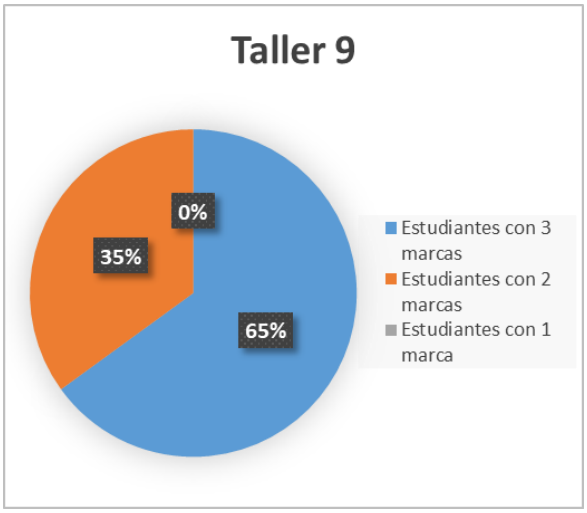
Gráfica 31. Porcentajes de los resultados taller 6.



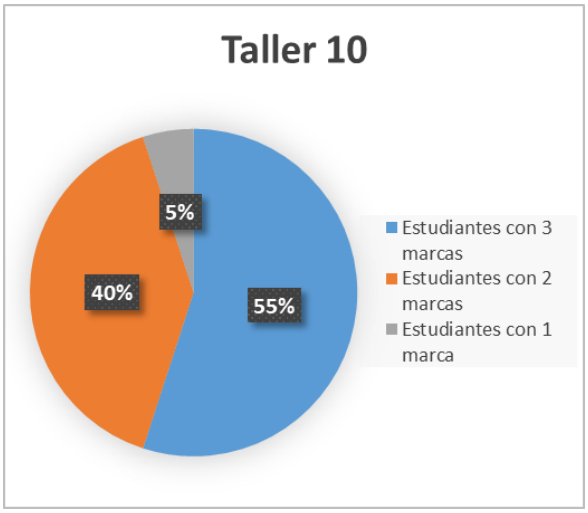
Gráfica 32. Porcentajes de los resultados taller 7.



Gráfica 33. Porcentajes de los resultados taller 8.



Gráfica 34. Porcentajes de los resultados taller 9.



Gráfica 35. Porcentajes de los resultados taller 10.

De acuerdo con las gráficas anteriores, es posible identificar que los estudiantes en un promedio del 50% en el total de los talleres, lograron completar 3 marcas, evidenciando un desarrollo en sus habilidades no sólo en la asignatura, sino de acuerdo con el perfil IB. Entre el 45 – 65 % obtuvieron resultados superiores y muy pocos estudiantes obtuvieron bajos resultados 0 – 25%.

En el diseño de los talleres se planteaba no sólo la indagación en cuanto a los conceptos específicos de la asignatura, sino también su aplicabilidad, lo que llamó mucho la atención de los estudiantes, llegando a comprensiones mucho más amplias a diferencia de si sólo se hubiese planteado la búsqueda de conceptos bajo

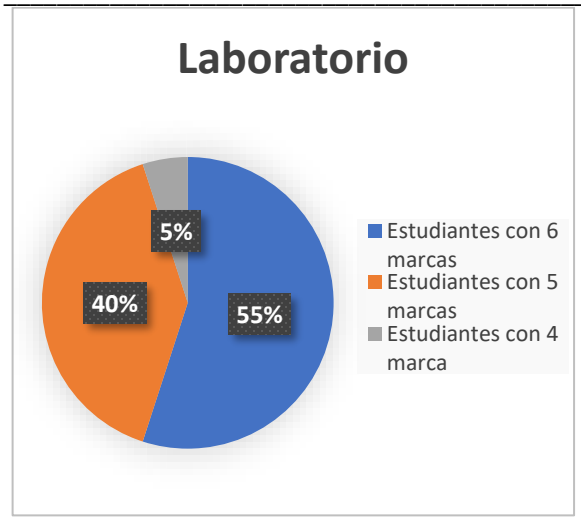
las preguntas qué es y cómo funciona. En ese sentido y de acuerdo con la mentalidad del IB, se plantearon preguntas implícitas como por qué, para qué, en dónde, lo que permitió la ampliación y la visualización de la aplicabilidad de varios conceptos.

Los estudiantes mostraron particular interés en preguntas como: “qué países tienen programas de enriquecimiento isotópico” (Taller 2) pues tuvieron la posibilidad de explorar la aplicabilidad e incluso discutir por qué no todos los países hacen uso de dichos programas. Para el caso del taller 6, se generaron diferentes preguntas por parte de los estudiantes en cuanto a la situación histórica de los primeros modelos de la tabla periódica, comentaban durante la discusión cuán sorprendente pudo ser predecir propiedades que aún no habían sido descubiertos, así, cada una de las preguntas generaba en el grupo más interés y una búsqueda de información que trascendió la clase misma.

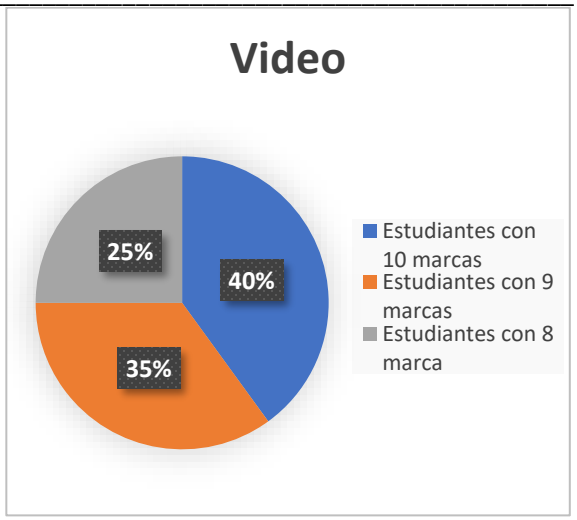
Finalmente, un aspecto que llamó mucho la atención de los estudiantes fueron las diferentes simulaciones que se propusieron, dado que les permitía a los estudiantes comprender conceptos que a primera vista parecen abstractos. El permitirles modelar una serie de acciones, sin duda alguna favoreció la comprensión de las temáticas, pero la indagación al mismo tiempo, dado que la pregunta sobre *qué pasaría sí* se hacía algún cambio, siempre estaba presente.

8.2.2 Laboratorio y video

A. En esta actividad los estudiantes tienen como máximo 6 marcas por actividad y es un promedio de los cuatro criterios (C1 – C4). (Laboratorio)
B. En esta actividad los estudiantes tienen como máximo 12 marcas por actividad y es un promedio de los cuatro criterios (C1 – C4). (Video)



Gráfica 36. Porcentajes de los resultados laboratorio 11.



Gráfica 37. Porcentajes de los resultados video 12.

El laboratorio fue una actividad que permitió afianzar los conocimientos y orientado para que los estudiantes desarrollaran habilidades colaborativas y cooperativas al trabajar en grupos. Dichos grupos fueron usados como base para la realización del video (proyecto); se puede apreciar que el 55% de los estudiantes obtuvieron un desempeño superior en esta actividad no solo porque fue de carácter práctico sino porque les permitió trabajar en los grupos y compartir los conocimientos adquiridos de manera individual durante los talleres IB. Dentro de la base teórica del ABP se ha reconocido la importancia del trabajo en grupo en la medida en que los estudiantes logran establecer objetivos, llegar a acuerdos y tener un rol específico, tal como si lo desarrollaran en una situación social fuera del colegio.

Adicionalmente, la realización de este laboratorio mejoró la comprensión del espectro de emisión de los elementos y generó preguntas, dudas y motivación, encaminando cada proceso hacia la indagación en otras áreas del conocimiento, ya que de manera autónoma se dieron cuenta que las sales de muchos compuestos son usados en la pirotecnia y es un uso muy importante para esta industria. Muchos estudiantes encontraron información que fue de gran interés durante el desarrollo del laboratorio, por ejemplo, en el universo hay casos donde se puede apreciar que los colores son una forma de estudiar las estrellas por medio de la técnica de espectroscopía y que permite conocer la composición de las estrellas. Desde el

punto de vista docente y de los objetivos de esta investigación, la indagación es un aspecto que se logra desarrollar en el aula en la medida en que se les permite a los estudiantes generar preguntas, buscar su propia información, pero sobre todo compartirla y tener el espacio para que lo hagan. Fue un gran acierto la utilización del laboratorio ya que permitió generar en los estudiantes la intriga y deseos de investigar.

El desarrollo del video (proyecto) y a pesar de que no se obtuvieron los resultados esperados, la mayoría de los estudiantes se interesó por la realización del mismo y permitió a los estudiantes trabajar de manera cooperativa y colaborativa lo que desde el punto de vista del docente es muy importante no solo para la vida cotidiana, sino que hace parte de los principios del programa del bachillerato internacional: formar estudiantes más humanos y conscientes de su entorno. Este grupo de estudiantes fue muy competitivo y se preocuparon por ser los mejores, pero no fueron conscientes de que el compartir sus conocimientos o enseñarlos a sus compañeros del grupo los enriquecía aún más en su desarrollo educativo. Esto permite identificar que los estudiantes necesitan participar mucho más en entornos de aprendizaje colaborativo, es necesario que comprender cómo funciona una comunidad de aprendizaje en la que todos pueden aportar y todos pueden aprender.

Esta actividad también fue muy importante en la parte de su evaluación aparentemente sumativa ya que daba como resultado una calificación, por parte del docente se realizó de manera formativa ya que fue una preparación para un proceso de evaluación del programa del diploma denominada la evaluación interna la cual es definida de la siguiente manera:

Propósito de la evaluación interna: la evaluación interna es una parte fundamental del curso y es obligatoria tanto en el NM como en el NS. Permite a los alumnos demostrar la aplicación de sus habilidades y conocimientos y dedicarse a aquellas áreas que despierten su interés sin las restricciones de tiempo y de otro tipo asociadas a los exámenes escritos. La evaluación interna debe, en la medida de lo

posible, integrarse en la enseñanza normal de clase, y no ser una actividad aparte que tiene lugar una vez que se han impartido todos los contenidos del curso.

Los requisitos de evaluación interna son los mismos para el NM y el NS. Esta sección acerca de la evaluación interna se debe leer junto con la sección sobre la evaluación interna de los materiales de ayuda al profesor. (Guía química, 2016). Esta evaluación es evaluada de dos maneras por un evaluador externo (persona seleccionada por el IBO) y un evaluador interno del colegio (docente titular de la asignatura); es decir esta actividad es un proceso co-evaluativo.

El vídeo finalmente fue utilizado como una herramienta formativa ya que durante su calificación utilizó una rúbrica donde los evaluadores eran los estudiantes y el docente (coevaluación) lo que permitió ir entrenando a los estudiantes para conocer cómo se revisará su evaluación interna y entender qué es el concepto de coevaluación lo cual es muy importante para su desarrollo en la vida cotidiana.

8.2.3 Evaluación sumativa

En esta actividad los estudiantes tienen como máximo 74 marcas que están divididas en cuatro secciones de la evaluación final Sección 1 (S1) (22 marcas) criterio 1, Sección 2 (S2) (28 marcas) criterio 2, Sección 3 (S3) (14 marcas) criterio 3 y Sección 4 (S4) (12 marcas) criterio 4.

Sección 1:

Marcas	Menos de 10 marcas	Entre 11 a 14 marcas	Entre 15 a 17 marcas	Entre 18 a 20 marcas	Entre 21 a 22 marcas
# de Estudiantes	0	5	9	3	3
Desempeño (#)	3	4	5	6	7
Desempeño	Bajo	Básico	Alto	Alto	Superior

Tabla 17. Resultados en marcas y desempeño Sección 1.

Sección 2:

Marcas	Menos de 9 marcas	Entre 10 a 13 marcas	Entre 14 a 17 marcas	Entre 18 a 21 marcas	Entre 22 a 25 marcas	Entre 26 a 27 marcas
# de Estudiantes	2	4	5	7	2	0
Desempeño (#)	2	3	4	5	6	7
Desempeño	Bajo	Bajo	Básico	Alto	Alto	Superior

Tabla 18. Resultados en marcas y desempeño Sección 2.

Sección 3:

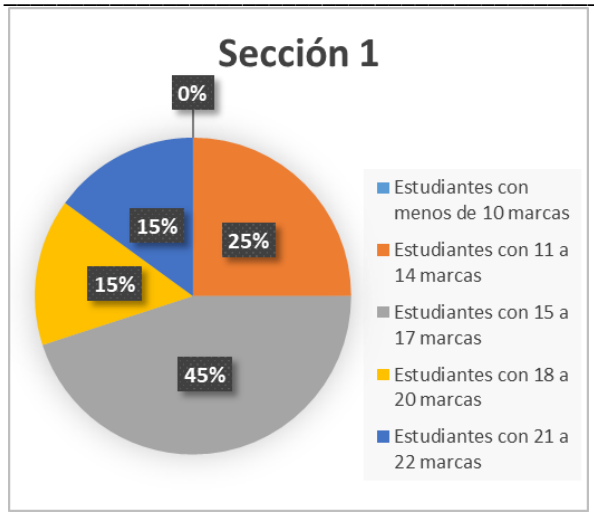
Marcas	Menos de 8 marcas	Entre 9 a 10 marcas	Entre 11 a 12 marcas	Entre 13 a 14 marcas
# de Estudiantes	6	3	6	5
Desempeño (#)	4	5	6	7
Desempeño	Básico	Alto	Alto	Superior

Tabla 19. Resultados en marcas y desempeño Sección 3.

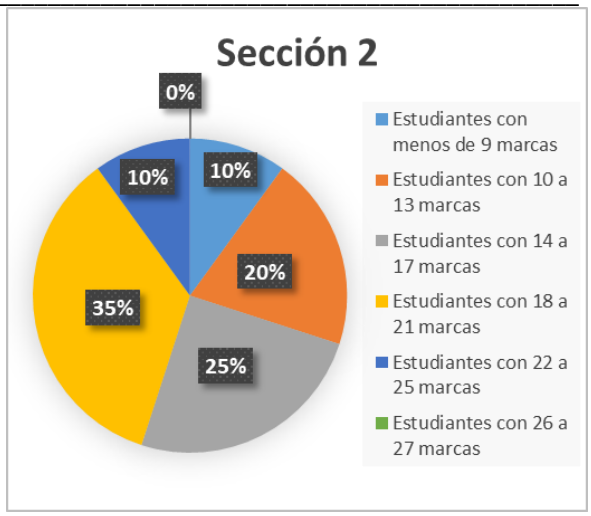
Sección 4:

Marcas	Menos de 5 marcas	Entre 6 a 7 marcas	Entre 8 a 9 marcas	Entre 10 a 11 marcas	Con 12 marcas
# de Estudiantes	10	7	1	0	2
Desempeño (#)	≤3	4	5	6	7
Desempeño	Bajo	Básico	Alto	Alto	Superior

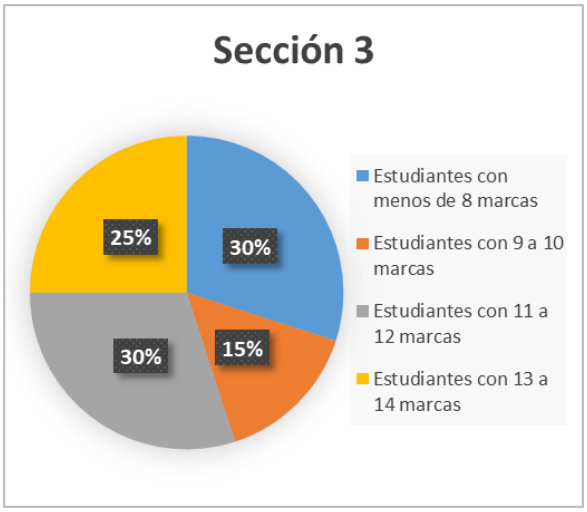
Tabla 20. Resultados en marcas y desempeño Sección 4.



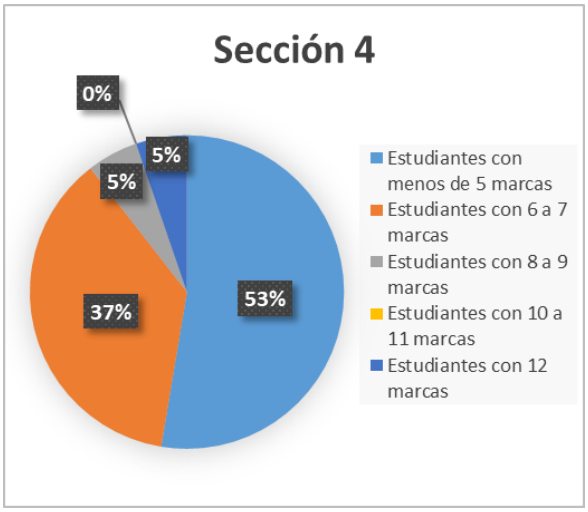
Gráfica 38. Porcentajes de los resultados Sección 1 de la evaluación.



Gráfica 39. Porcentajes de los resultados Sección 2 de la evaluación.



Gráfica 40. Porcentajes de los resultados Sección 3 de la evaluación.



Gráfica 41. Porcentajes de los resultados Sección 4 de la evaluación.

Esta parte del proceso para muchos educadores es la más importante ya que demuestra los conocimientos y habilidades adquiridas por los estudiantes; se puede definir la evaluación sumativa como lo hace Samboy: ‘‘es aquella realizada después de un período de aprendizaje, o en la finalización de un programa o curso. Esta evaluación tiene como propósito calificar en función de un rendimiento, otorgar una certificación, determinar e informar sobre el nivel alcanzado a los alumnos, padres, institución, docentes, etc. Utilizamos la evaluación sumativa o acumulativa, cuando

pretendemos averiguar el dominio conseguido por el alumno, con la finalidad de certificar unos resultados o de asignar una calificación de aptitud o inaptitud referente a determinados conocimientos, destrezas o capacidades adquiridos en función de unos objetivos previos.'' (Samboy, 2009).

Los resultados obtenidos en la evaluación final fueron altos siendo para la sección 1 (Conocimiento y Comprensión) la cual tenía una puntuación de 22 marcas el 75% de los estudiantes obtuvieron resultados con desempeño alto donde la marca más baja fue de 15. En la sección 2 (Uso y Aplicación) la cual tenía una puntuación máxima de 28 marcas, el 45% de los estudiantes obtuvieron un puntaje superior donde el mínimo obtenido fue de 18 marcas. En la sección 3 (Síntesis y Evaluación) la cual tenía una puntuación máxima de 14 marcas, el 70% estudiantes obtuvieron mínimo 9 marcas. Por último, en la sección 4 (Uso de habilidades y destrezas propias de la asignatura) la cual tenía 12 marcas como máximo puntaje el 15% de los estudiantes obtuvieron un puntaje mínimo de 8.

Se puede apreciar que los estudiantes alcanzaron en general, resultados de desempeño alto mediado en gran medida por su dedicación en el desarrollo de las actividades de investigación y en la realización de su video (proyecto), aunque presentan ciertas deficiencias en el último criterio de evaluación. Es importante ver su gran desempeño en el resto de su evaluación donde el 50% en promedio de sus cuatro niveles de evaluación tuvieron un desempeño alto.

9. Análisis de los resultados

El análisis presentado a continuación, responde a los resultados no solo cuantitativos sino también a los cualitativos que tuvo la investigación, lo que incluye también el proceso de manera global. Es importante resaltar que la realización inicialmente de los talleres antes de la práctica de laboratorio y del video fue un acierto, en la medida en que los estudiantes consolidaron de manera individual varios conceptos y habilidades de indagación, antes de realizar una práctica de manera grupal. Los talleres permitieron además generar nuevas preguntas e inquietudes, lo que llevó a los estudiantes a realizar una búsqueda de información desde diferentes fuentes en las que, como docente pude sugerir y orientar. En las clases y en el desarrollo de los talleres, se generaron espacios en los que los estudiantes pudieron expresar sus preguntas, pero también lo que habían encontrado en sus búsquedas y esto motivó a que otros estudiantes se involucraran mucho más en el proceso, pero también a validar cada una de las preguntas que surgían, aspecto que considero no se tiene en cuenta en un modelo tradicional. En los resultados es visible la percepción que tenían los estudiantes inicialmente, en la que sentían que estos representaban cierta dificultad, pero con el desarrollo de los talleres posteriores, sus conocimientos y habilidades fueron mejorando.

A través de los resultados cualitativos y cuantitativos, es posible considerar que los talleres tenían preguntan seriamente reflexionadas que permitieron que los estudiantes lograran no sólo identificar un concepto en particular, sino indagar sobre la aplicabilidad de estos, hacer comparaciones y contrastes e incluso despertar su interés por contextos históricos y políticos lo que permite un aprendizaje en contexto global como lo indica el IB.

En la fase de la práctica de laboratorio puedo afirmar que resultó ser una herramienta significativa e interesante para los estudiantes, les permitió aplicar lo que habían aprendido, pero además les permitió pensar en variables y esto hace

parte también del proceso de indagación. El laboratorio tiene, por su naturaleza, una relación directa con las ciencias naturales, pero la diferencia de su impacto en los estudiantes radica en la manera en la que se orienta, en las preguntas adecuadas y pertinentes y que inviten a la indagación., siempre en los términos de la seguridad.

Un aspecto que me llamó la atención y que merece ser analizado fue el de la realización de los videos. Dado que, al proponer esta herramienta dentro del proceso de aprendizaje, como investigador tuve la hipótesis de que, por la edad de los estudiantes y su realidad en los medios tecnológicos, realizar un video de manera grupal, sería acertado, pertinente y de gran interés. Se debe considerar un factor muy importante y son las habilidades para trabajar en grupo. En un trabajo o proyecto de este tipo, los estudiantes se ven enfrentados a tomar decisiones, llegar a acuerdos a organizar un plan de trabajo con otros estudiantes y dependiendo de la naturaleza de cada grupo, se pueden presentar pequeños conflictos en los que no tienen las habilidades para solucionarlos. En ese contexto, considero que en el proceso se puede realizar un espacio de discusión para construir los acuerdos esenciales que permitan un trabajo en grupo mucho más eficaz.

El proceso de evaluación a través de las rúbricas permite que tanto el docente como los estudiantes conozcan de antemano los objetivos y qué se espera lograr en cada una de las fases. Es una herramienta que puede implementarse en diferentes escenarios y asegura una objetividad en el proceso no solo de evaluación sino de autoevaluación y coevaluación. Precisamente respecto a las dos últimas formas de evaluación, considero que los estudiantes deberían desarrollar las habilidades para autoevaluarse y coevaluar desde muy pequeños, de manera que tengan los argumentos necesarios siempre en el marco de la cordialidad y asertividad.

Finalmente, es importante mencionar que durante el proceso no fue claro un proceso real de metacognición dado que muy pocos estudiantes demostraron un conocimiento sobre sus propios procesos y estilos de aprendizaje. Esto es fundamental para que cada estudiante conozca cuál es la forma en la que mejor aprende y la que mejor funciona en su caso particular. Después de analizar los resultados de las encuestas queda un interrogante en la investigación y es que cabe

la posibilidad de que algunos estudiantes hayan crecido aprendiendo bajo un modelo tradicional y se les dificulte cambiar a un modelo en el que ellos mismos gestionan sus conocimientos; pueden tener dificultades en dejar de recibir toda la información y memorizarla, para hacer un cambio en el que ellos mismos deban hacer la búsqueda y encontrar las mejores maneras de hacerlo, incluso se les puede dificultar hacer preguntas o tener la seguridad para expresarlas.

10. Conclusiones

- Se diseñó una estrategia pedagógica que promovió el aprendizaje basado en proyectos y la indagación, con la intención de alcanzar los objetivos del programa de Química IB y la efectiva evaluación de aula. El ABI y el ABP son estrategias que permiten que los estudiantes se aproximen al conocimiento de una manera mucho más directa, respondiendo a sus interrogantes y evidenciando una aplicabilidad en contextos reales, en este caso de aspectos fundamentales de la Química. Los objetivos que se establecen desde la malla curricular y desde el Bachillerato Internacional son posibles de lograr realizando cambios en el aula, fomentando la indagación y permitiendo que los estudiantes desarrollen sus habilidades de investigación, análisis y organización. Considero que la aplicabilidad del conocimiento también resulta un aspecto fundamental en esta investigación. Seguramente muchos nos hemos preguntado en el colegio o en la universidad el propósito de un conocimiento o un procedimiento para nuestra vida diaria. Sin embargo, plantear los conceptos dentro de un marco de aplicabilidad o experimentación resulta de gran ayuda para que estos dejen de ser abstractos. Durante la aplicación de los talleres, por ejemplo, las preguntas que llevaban a los estudiantes a la investigación sobre usos específicos de ciertos elementos fueron acertado y permitió que exploraran aspectos sociopolíticos que, aunque no son propios de las ciencias exactas sí son determinantes precisamente en el análisis práctico incluso económico y hasta ético.

- Este tipo de estrategias ya han sido pensadas y reflexionadas desde hace muchos años y es sorprendente que aún sean consideradas como innovadoras. Esto permite ver que otros modelos siguen imperando en la educación actual. Durante la investigación y los antecedentes fue posible observar un gran número de investigaciones que apoyan la implementación

del ABP y el ABI en proyectos de aula, precisamente por los grandes aportes a los procesos de los estudiantes, por las habilidades y las competencias que se logran desarrollar a través de ellos, sin embargo, el cambio debe ser integral, debe ser un proyecto educativo institucional en el que se formen también a los maestros.

- A los estudiantes se les dificultó inicialmente poder ajustarse a ciertas actividades como los talleres en los que debían explorar conceptos, pero además relacionarlos en contextos puntuales. Se evidenció cómo están acostumbrados a que el docente sea el que posea toda la información y ellos sólo se dedicaban a escuchar y memorizar los conceptos para responder una prueba. Sin embargo, a través de los diferentes talleres los estudiantes mostraron un avance en sus habilidades y el contextualizar y aplicar los conceptos, les ayudó a involucrarse mucho más en el proceso. El modelo tradicional debe evolucionar. Debemos como docentes evitar continuar promoviendo un modelo en el que nosotros seamos el centro del conocimiento. No es así. Nuestro papel ha cambiado y debemos ser quienes acompañemos el proceso de los estudiantes, aprender con ellos y contagiarnos también de todo lo que la indagación nos permite. Nuestra labor es aún más importante que años atrás, tenemos la responsabilidad de generar estos espacios, de transformar nuestras clases, de hacer las preguntas adecuadas y las actividades precisas. Permitir la pregunta, la inquietud, socializar los hallazgos. No es tarea menor y tampoco es viable hacer una transformación si no tenemos el apoyo de las instituciones.

- Abrir espacios para que los estudiantes socializaran datos curiosos o información interesante en sus búsquedas fue una gran oportunidad para que adquirieran seguridad a la hora de expresarse, pero también a plantear preguntas que creían no eran importantes. No estaban acostumbrados a realizar preguntas inicialmente, pero luego lograron darse cuenta de que estas eran importantes y que además contribuían al desarrollo de las sesiones. Después de esta investigación puedo afirmar que la indagación es

parte inherente de los seres humanos. Nos encontramos cada día con preguntas, con inquietudes, con una necesidad implícita de conocer, de saber mucho más. Es quizá esta la vía adecuada para la educación: generar espacios de dudas, de inquietudes en los que los estudiantes sientan la necesidad de preguntar, de buscar otras fuentes de información, pero también evaluarlas y descifrar lo real de lo falso.

- Los estudiantes de grado décimo de esta institución en particular han crecido y aprendido bajo un modelo tradicional lo que les ha impedido desarrollar a cabalidad habilidades que se requieren para llevar a cabo un proceso de indagación y por proyectos. Dado que no están acostumbrados a aprender de manera colaborativa, se dificultó específicamente el desarrollo del video. No logran llegar a acuerdos de manera adecuada, no comprenden la posibilidad de explicarle a los demás algún concepto específico y tienden al individualismo.

- Los estudiantes pudieron desarrollar y afianzar sus conocimientos y habilidades en cuanto a la estructura atómica y ley periódica, pero de manera individual y de acuerdo con los estilos de aprendizaje que son tan diversos en el grupo. Los talleres y el laboratorio fueron significativos para los estudiantes y los aprendizajes trascendieron el salón de clases. Fuera del aula los estudiantes realizaron diferentes consultas y apreciaciones, evidencia que, como lo menciona la Organización del Bachillerato Internacional, responde a un aprendizaje significativo alejado de la memorización.

- De la misma manera los estudiantes que hicieron parte de la investigación no llevan un proceso claro frente a la autoevaluación ni coevaluación, por lo que su percepción sobre la evaluación es únicamente sumativa y no formativa, situación que va en contravía a lo que propone la Organización del Bachillerato Internacional. En este punto es muy importante mencionar que

el sistema de evaluación debe cambiar también. No se espera en estos tiempos que los estudiantes den cuenta de sus aprendizajes a través de una única forma de evaluación. No los debemos incitar a que se aprendan algo de memoria que olvidarán con facilidad. Todo lo contrario, la evaluación debe ser un proceso constante y debe ser diversa. A través de muchas herramientas y estrategias es posible evaluar los aprendizajes de manera que, al finalizar un periodo o un año escolar, se vea reflejado el proceso que el estudiante tuvo; esto le ayudará también a ver sus propios avances y sus aspectos por mejorar observando el proceso de manera global y no a través de un único número. La rúbrica entonces permite que el proceso sea más claro tanto para el docente como para el estudiante y de manera positiva puede evaluar lo académico, pero también lo formativo. En esta investigación también se evaluaron los resultados obtenidos por los estudiantes antes, durante y después de la etapa de intervención en el aula, mediante encuestas (evaluación formativa), evolución intermedia y evaluación final (evaluación sumativa).

11. Recomendaciones y sugerencias

- Desde el punto de vista metodológico estudios posteriores, teniendo en cuenta la implementación del ABI y el ABP aplicado a la química, podrían utilizar diferentes herramientas de investigación que respondan a un enfoque mixto dada la naturaleza del campo de la educación. Precisamente este campo resulta de gran amplitud y permite el desarrollo de diferentes metodologías.
- La presente investigación se deja a disposición de la comunidad académica como un punto de referencia a nivel teórico y práctico en donde se resalta la relación de las ciencias naturales con la indagación y el desarrollo de proyectos con estudiantes de Bachillerato.
- A nivel práctico es posible afirmar que la presente investigación se constituye como uno de los pocos estudios en Colombia relacionados directamente con la Organización del Bachillerato Internacional y su implementación en los colegios privados. Es importante que este tema siga siendo estudiado e investigado en la medida en que se está realizando una implementación de programas internacionales sin ningún análisis ni reestructurando los modelos pedagógicos de las instituciones. Se deja entonces abierta la invitación a continuar desarrollando investigaciones relacionadas con la IBO.

12. Bibliografía

Angulo, R., Gaviria, A., y Morales, L. (2013). La década ganada: evolución de la clase media y las condiciones de vida en Colombia, 2002-2011 (No. 011895). Universidad de los Andes-CEDE.

Anijovich, R. & Mora, S. (2010). Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula. Aique educación.

AONIA Nueva educación. (2016). Qué son las 5 E en educación y por qué todo el mundo va a empezar a hablar de ellas. Recuperado de: https://aonia.es/que-son-las-5-e-en-educacion-y-por-que-todo-el-mundo-va-a-empezar-a-hablar-de-ellas

Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 83:2, 39-43, DOI: 10.1080/00098650903505415

Banco Interamericano de Desarrollo. (2010). Un comienzo igual: La enseñanza de la matemática y las ciencias naturales en América Latina y el Caribe. Recuperado de: https://publications.iadb.org/es/un-comienzo-igual-la-ensenanza-de-la-matematica-y-las-ciencias-naturales-en-america-latina-y-el

Bonilla, E. & Rodríguez, S. (1997). Más allá de los métodos. La investigación en ciencias sociales. Editorial Norma. Colombia.

Brown, J., Castellanos, J., Acevedo, D. (2009). Perfil de la comunidad de aprendizaje. El núcleo de la educación internacional. Identificación y propuesta de un perfil efectivo e intencionado en la Fundación Educativa de Inglaterra The English School. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana.

Brown, T., LeMay, H. E., Bursten, B. E., & Burdge, J. R. México (2004). Química. La ciencia central. Pearson Educación.

Bybee, R. (2004). Scientific Inquiry and Science Teaching. En: Flick, L. y

Lederman N. Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education, pp. 1-14. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004.

Casas, J., Repullo, J., & Campos, D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. En: Aten Primaria;31(8):527-38.

Casassus, J. (2007). El precio de la evaluación estandarizada: La pérdida de calidad y la segmentación social. Revista Brasileira de Política y Administración en Educación Científica. Editado por la ANPAE, 23(1).

Chang, R., & Goldsby, K. A. México (2018). Química 12ª. Ed. Mc Graw Hill.

Christiansen, M. A. (2014). Inverted teaching: applying a new pedagogy to a university organic chemistry class. Journal of Chemical Education, 91(11), 1845-1850.

Dewey, J. (1929). The quest for certainty. Editorial. Putnam, New York.

Días, B. (2017). La escuela tradicional y la escuela nueva, análisis desde la pedagogía crítica. Universidad Pedagógica Nacional. México.

Ekiz-Kiran, B., y, Boz, Y. (2019). Interactions between the science teaching orientations and components of pedagogical content knowledge of in-service chemistry teachers. Chemistry Education Research and Practice.

Farrell, J. J., Moog, R. S., Spencer, J. N. (1999). A guided-inquiry general chemistry course. Journal of Chemical Education, 76(4), 570.

Ghiso, A. (1999). Acercamientos: el taller en procesos de investigación interactivos. En: Estudios sobre las Culturas Contemporáneas, vol. V, núm. 9, junio, 1999, pp. 141-153 Universidad de Colima, México.

Hassard. J., & Dias, M. (2009). The art of teaching science. Oxford university.

Hueso, A & Cascant, M. (2012). Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. En: Cuadernos docentes en procesos de desarrollo. Número 1. Universidad Politécnica de Valencia.

IBO (2019). Recuperado de: www.ibo.org

King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: Using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. Studies in Science Education, 48(1), 51-87.

Khan Academy, s. f. Espectroscopía: la interacción de la luz y la materia. Recuperado de: https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/electronic-structure-of-atoms-ap/bohr-model-hydrogen-ap/a/spectroscopy-interaction-of-light-and-matter

Magana, R. (2007). El sentido del examen en la educación superior ¿Reproducción o demostración de lo aprendido? REencuentro. Análisis de Problemas Universitarios, (48), 27-33.

McKernan, J. (2001). Investigación-acción y curriculum. Ediciones Morata.

Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M., Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. Revista Universidad EAFIT. Vol. 46. N° 158. file:///C:/Users/natal/Downloads/743-Texto%20del%20art%C3%ADculo-2129-1-10-20120529.pdf

Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry, The Science Teacher.

Martín, L. (2016). Aprendizaje basado en proyectos. Un modelo innovador para incentivar el aprendizaje de la Química. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.
Majo, F. & Baqueró, M. (2014). Los proyectos interdisciplinarios: 8 ideas clave. Editorial Graó. Barcelona (España).

Noval, V., & Carriazo, J. (2019). La periodicidad de los elementos y el desempeño de los materiales: un complemento para la comprensión de la tabla periódica. Quim. Nova, X Y (00), 1–5.

Owen, S., Ahmed, C., Martin, C., & Woodward, R. (2014). Chemistry for the IB Diploma. In Chemistry for the IB Diploma.

Pachón, M. (2019). Aprendizaje basado en proyectos: una estrategia para el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de primaria. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Poon, C., Tan, D., y Tan, A. (2009). Classroom management and inquiry-based learning: Finding the balance. Science Scope,32 (9), 18-21. (EJ850038)

Pozo, J. & Gómez, M. (2006). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata.

Reverte, Juan, et al. (2007) El aprendizaje basado en proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinar y herramientas groupware. En: XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, JENUI'07, Teruel, Julio 2007 : libro de actas. Madrid : Thomson Paraninfo, 2007. ISBN 978-84-9732-620-9

Rodríguez, E. & y Cortés, M. (2009). Evaluación de la estrategia pedagógica aprendizaje basado en proyectos, percepción de los estudiantes". Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, Á., Pozas, A., García, J., Martín, R., & Peña, Á. (2016). España. Mc Graw Hill.

Romero-Ariza, Marta (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobres sus beneficios en la enseñanza de las ciencias?. Revista Eureka

sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14(2),286-299.[fecha de Consulta 16 de Septiembre de 2020]. ISSN: . Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=920/92050579001

Sandoval. C. (2013). Estudio de implementación del programa internacional de años intermedios en el desarrollo de competencias de los/as estudiantes del séptimo año de educación básica del colegio Rudolf Steiner. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.

Silveira, F. (2014). Los talleres de ciencia como herramienta para el fomento de la cultura científica. En: Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Artículo 932. Buenos Aires, Argentina.

Stephanie Bell (2010) Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future, The Clearing House, 83:2, 39-43, DOI: 10.1080/00098650903505415

Torres, J. (1998). El curriculum oculto. Ediciones Morata.

Vilchez, J. M., & Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. Enseñanza de las Ciencias, 33(1), 185-202. doi: http://dx.doi. org/10.5565/rev/ensciencias.1529.

Whitten, K., Davis, R., Peck M. y Stanley, G. México (2015). Química, 10ª. Ed. CENGAGE Learning.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research based framework for socio scientific issues education. Science education, 89(3), 357-377.

13. Anexos

Anexo A: Talleres

Taller 1:

2

Estructura atómica

Actividad 1: Simulación de isótopos

1) Buscar en internet un simulador para la realización de isótopos este debe tener las características de:
    a) Notación isotópica
    b) Aumento o disminución del número de protones y neutrones.
    c) Muestre la estabilidad o permitir predecirla de un isótopo.
    d) Muestre abundancia de los isótopos.
2) Luego de conseguir la simulación proceda a:
    a) Trabajar al menos 50 min en el simulador
    b) Modificar el número de protones y neutrones con el fin de conocer como se escribe en notación isotópica un elemento. Realizar al menos 15 notaciones.
    c) Adiciona neutrones a cinco elementos de tu preferencia de la tabla periódica que escojas (desde el hidrogeno hasta el cloro), a partir de esto conocer su estabilidad y concluye como cambia su estabilidad según su número de neutrones en el átomo.
    d) Genera mezclas de los isótopos disponibles en la simulación y comparar tus mezclas con las mezclas naturales.

Taller 2:

2

Estructura atómica

Actividad 2: Enriquecimiento de isótopos

Para la mentalidad internacional, la guía de *química* del IB dice: "El enriquecimiento de isótopos utiliza propiedades físicas para separar isótopos de uranio, y se emplea en muchos países como parte de los programas de energía nuclear y armamento".

1. Investigar que es el uranio y como se extrae
2. Investigar que es el enriquecimiento isotópico
3. Investigar cómo funciona el enriquecimiento isotópico
4. Usos del enriquecimiento isotópico
5. Investigar qué países tienen programas de enriquecimiento isotópico
6. Investigar que precauciones requieren estos programas.

Taller 3:

2

Estructura atómica

Actividad 3: Radioisótopos

La *guía* de química del IB dice: "Los radioisótopos se utilizan en la medicina nuclear para el diagnóstico, el tratamiento y la investigación, como trazadores en la investigación bioquímica y farmacéutica, y como "relojes químicos" en datación geológica y arqueológica. '

Investigue estos usos. Puede ayudarle a reproducir la siguiente simulación:

Juego de citas radiactivas: phet.colorado.edu/en/simulation/radioactive-dating-game

---

Taller 4:

2 Estructura atómica

Actividad 4: Espectros de emisiones

Primera parte:

1) Usar el siguiente link para descargar el programa disponible:

www.vias.org/simulations/simusoft_atomspec.html

2) Usando los espectros presentes en este simulador observar tanto el espectro de emisión como absorción (Anotar que colores se ven presentes)

3) Predecir que colores crees que verías si se vieran en el color en el test de la llama.

Segunda parte:

1) Ingresar al siguiente link:

www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00000760/flame-colours-a-demonstration

2) Leer la información presente en ella

3) Tomar notas de la lectura y subrayar las que más útiles o relevantes te parecieron.

Tercera parte:

1) La siguiente imagen muestra fuegos artificiales en una pantalla. Sugerir, con razones, qué elementos están presentes en los fuegos artificiales.

© PaylessImages/123RF

Taller 5:

2 Estructura atómica

Actividad 5: Espectroscopia de absorción atómica

Investigar lo siguiente:

1) ¿Qué es la espectroscopia y la espectrometría?
2) ¿Cómo funciona un espectrómetro de masas, es importante dibujar el equipo en su parte de funcionamiento?
3) Enumerar las ventajas y desventajas

Investigación espectroscopia de absorción atómica. Enumerar sus ventajas y desventajas como medio de identificar los elementos presentes en una muestra.

Taller 6:

3 Periodicidad

Actividad 1: El historial de la tabla periódica

Los primeros modelos de la tabla periódica de Mendeleev y más tarde Moseley permitieron la predicción de las propiedades de elementos que aún no habían sido descubiertos.

Investigar sobre los siguientes científicos solo en su trabajo con la tabla periódica:

- Döbereiner
- Mendeleev
- Newlands
- Moseley

1) Indagar cual fue su contribución a la tabla periódica.
2) Indagar su relación con la tabla periódica en la actualidad (si es que existe)
3) ¿Cómo Mendeleev predijo los huecos que dejó en la tabla periódica?

Taller 7:

3 Periodicidad

Actividad 2: Carrusel de tablas periódicas

Conociendo la historia de desarrollo de la tabla periódica use los siguientes enlaces para conocer diversas tablas periódicas:

- Tabla periódica de la Sociedad Química Americana **acswebcontent.acs.org/games/pt.html**
- Tabla periódica de la Royal Society of Chemistry – interactiva, con imágenes **www.rsc.org/periodic-table**
- Tabla de popularidad de los elementos **gizmodo.com/5965822/how-popular-each-element-is-visualized?utm_content=buffer718d4&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer**
- Una tabla periódica buena y accesible con mucha información **www.ptable.com/#**
- 9 parodias periódicas de la tabla **mentalfloss.com/article/48677/9-periodic-table-parodies**
- Programa de Universidad Abierta sobre los elementos **www.youtube.com/watch?v=M-lnauoORdA**
- Conoce los elementos **www.youtube.com/watch?v=Uy0m7jnyv6U**
- La canción del elemento **www.youtube.com/watch?v=OduTDUGeAXE**
- Daniel Radcliffe canta el elemento canción **www.youtube.com/watch?v=rSAaiYKF0cs**
- ¿Cómo los elementos obtuvieron sus nombres **gizmodo.com/how-the-elements-got-their-names-1535885792**
- Simulación – configuraciones periódicas de tablas y electrones **employees.oneonta.edu/viningwj/sims/atomic_electron_configurations_s1.html**
- Tabla periódica con mucha información sobre elementos individuales y sus compuestos **atomistry.com**

1) Compare la información de cada una de las anteriores páginas web con la tabla periódica usada en el curso IB
2) Defina cuál de las tablas le pareció la más entretenida
3) Defina cuál de las tablas le pareció la más completa
4) Defina cuál de las tablas le pareció la más incompleta
5) Escoja cuál de las tablas periódicas le pareció más completa y entretenida y ¿por qué?

Taller 8:

3 Periodicidad

Actividad 3: Tabla periódica – electrones

El número del nivel de energía principal y el número de electrones de valencia en un átomo se pueden deducir de su posición en la tabla periódica.

1) Con la ayuda de la tabla periódica en su libro de texto, determine el nivel de energía principal y el número de electrones de valencia para:
   - Hidrógeno
   - Litio
   - Carbono
   - Flúor
   - Sodio
   - Aluminio
   - Cloro
   - Calcio
   - Argón
   - Selenio
2) Escriba las configuraciones de electrones de los elementos de la pregunta 1, tanto en su totalidad como en forma corta utilizando el símbolo de gas inerte, por ejemplo $[Ne]3s^2$.

Taller 9:

3 Periodicidad

Actividad 4: Explicaciones breves

Responda a cada una de las siguientes preguntas en no más de tres oraciones.

1. ¿Por qué un átomo de cloro es más grande que un átomo de flúor?
2. ¿Por qué un átomo de cloro es más pequeño que un átomo de sodio?
3. ¿Por qué un átomo de cloro es más pequeño que un ion cloruro?
4. ¿Por qué un ion de aluminio es mucho más pequeño que un ion sódico?
5. ¿Por qué un átomo de sodio es más grande que un ion sódico?
6. ¿Por qué un ion cloruro es más pequeño que un ion sulfuroso?
7. ¿Por qué la primera energía de ionización de sodio es menor que la primera energía de ionización de magnesio?
8. ¿Por qué la primera energía de ionización del aluminio es más pequeña que la primera energía de ionización del magnesio?
9. ¿Por qué la afinidad de electrones del cloro es menor que la afinidad de electrones del flúor?
10. ¿Por qué el plomo es metálico cuando el carbono, en la parte superior del mismo grupo, no es metálico?
11. Explicar si el potasio es más metálico que el sodio.
12. Explicar si el yodo es más metálico que el bromo.
13. Explicar por qué el óxido de sodio es más básico que el óxido de litio.
14. Explicar por qué el óxido de magnesio es menos básico que el óxido de sodio.
15. Explicar por qué el trióxido de azufre es más ácido que el óxido de magnesio.
16. Explicar por qué el potasio es más reactivo que el sodio.
17. Explicar por qué el flúor es más reactivo que el cloro.
18. Enumere tres similitudes significativas entre los elementos del grupo 1 y los elementos del grupo 17.
19. Enumere tres diferencias significativas entre los elementos del grupo 1 y los elementos del grupo 17.
20. Utilice la ecuación para la reacción entre Na_2O y agua para explicar si los productos son ácidos o alcalinos.
21. Utilice la ecuación para la reacción entre P_4O_{10} y agua para explicar si los productos son ácidos o alcalinos.

Taller 10:

3 Periodicidad

Tendencias periódicas – Enfoques – Simulaciones útiles

Use los siguientes links y resuelva las siguientes preguntas:

- **employees.oneonta.edu/viningwj/sims/sizes_of_atoms_and_ions_s.html**
- **www.youtube.com/watch?v=zbmLMm2Mpa8&feature=related**
- **www.youtube.com/watch?v=tYyd29-gtpA**

1) ¿Cómo se ve afectado el radio atómico e iónico en los átomos de la simulación?
2) Usando la tabla periódica (dibujar un bosquejo) indique la tendencia periódica del radio atómico e iónico.
3) Observando los videos investigue la reactividad de los metales alcalinos y genere un gráfico como el punto anterior.

Anexo B: Laboratorio desarrollado por los estudiantes:

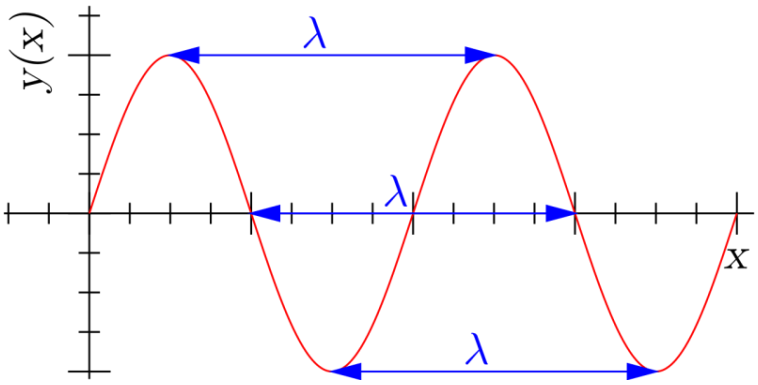
Jugando con fuego - Conoce sus colores.

INTRODUCCIÓN:

El test de coloración a la llama (o la prueba de llama) es una técnica básica de identificación de elementos en química inorgánica. Cada elemento cuando es excitado genera la emisión de una luz característica que puede ser estudiada y es el fundamento de las técnicas espectroscópicas que actualmente se emplean en laboratorios de todo el mundo.
El test a la llama es utilizado para identificar los iones metálicos en compuestos y es más útil para ciertos elementos que para otros, en particular para los elementos del grupo 1. A continuación se mostraran dos métodos para realizar esta experiencia.[1]

- Teoría **de la coloración a la llama**

La radiación electromagnética está compuesta de ondas que oscilan y son caracterizadas por su longitud de onda (λ) y frecuencia (ν). La longitud de onda se define como la distancia entre dos crestas (o valles) en una onda y a su vez, la frecuencia es definida como el número de ondas que pasa a través de un determinado punto, se mide en # ondas/ segundo (Hertz).[1]



Longitud de onda (Fuente Wikimedia)

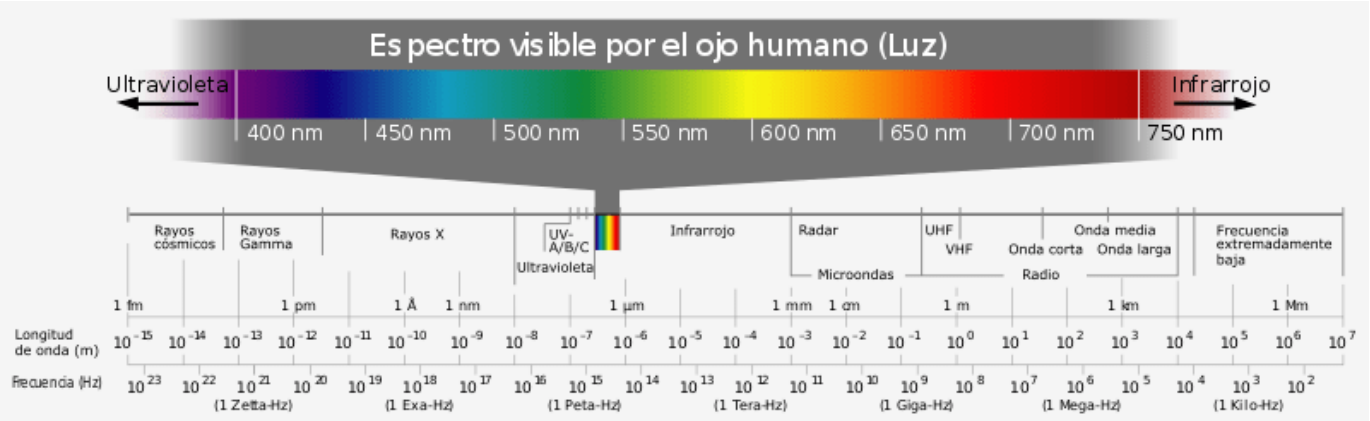
Sabiendo que todas las ondas electromagnéticas viajan a la velocidad de la luz ((*c*), = 2.998×108m/s.) se puede emplear la siguiente ecuación para relacionar la longitud de onda y la frecuencia con la velocidad de la onda electromagnética.

$$c = \lambda \times v$$

También se puede cuantificar la energía emitida a través de paquetes discretos de energía llamado fotones. Para cuantificar la energía por fotón en Joules se emplea la siguiente ecuación.

$$\textit{Energía fotón} = h \times v$$

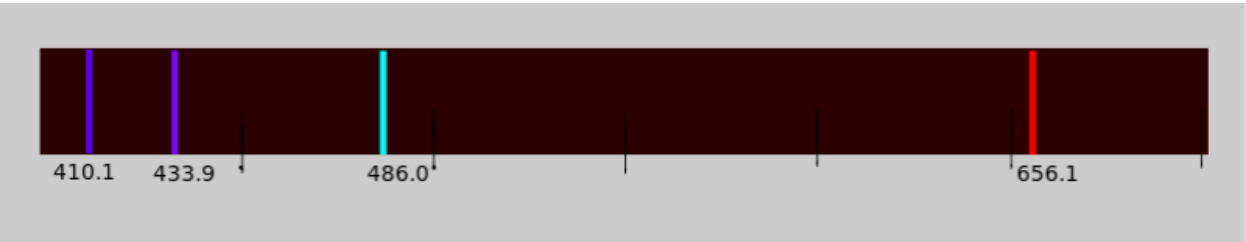
Siendo *h* la constante de Planck, que tiene un valor de 6.626×10^{-34} J·*s.*
La radiación electromagnética tiene diversas longitudes de onda que van desde 400 nm o menos (ultravioleta) hasta 700 nm o más (infrarrojo). La luz visible es el ejemplo más familiar de la radiación electromagnética y el color que percibimos es un reflejo de la energía que emite o rechaza un cuerpo.[1]



Espectro visible de la luz (Fuente Wikimedia)

En el test a la llama (o coloración a la llama), un átomo o ion absorbe energía y los electrones saltan de niveles de energía bajos a altos. Cuando el electrón regresa a su estado de energía bajo, libera esta energía predominantemente en forma de radiación electromagnética, la cual es percibida como una luz con un color determinado.[1]

Si la luz emitida por los electrones es separada, se puede detectar líneas de diferentes colores, esto es llamado espectro de emisión y sirve como huella digital de un elemento determinado.



Espectro de emisión (Fuente Wikimedia commons)

A simple vista, cuando un elemento es excitado a través de la llama, el espectro de emisión parecerá un solo color, este color resulta de la combinación de todos los colores de su espectro de emisión dependiendo de sus intensidades. Aun así, el

test de color a la llama (o coloración a la llama) es una herramienta útil si se requiere identificar de manera rápida y sencilla la presencia de un elemento.[1]

Palabras claves:

- Luz
- Color
- Espectro de emisión
- Sales

MATERIALES:

Cantidad	Material de laboratorio
1	Mechero Bunsen
1	Asa de microbiología
1	Encendedor
2	Beaker de 100 mL
1	Vidrio de reloj
1	Espátula

REACTIVOS:

Reactivos	Etiqueta de seguridad
Cloruro de sodio	**Sistemas de clasificación:** **-NFPA(escala 0-4):** **-HMIS(escala 0-4):** SALUD 1 INFLAMABILIDAD 0 REACTIVIDAD 0 PROTECCIÓN PERSONAL E **Consejos de prudencia:** – Utilice el equipo de protección indicado para resguardar su piel. (Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)
Sulfato de cobre (II)	**Sistemas de clasificación:** **-NFPA(escala 0-4):** **-HMIS(escala 0-4):** SALUD 2 INFLAMABILIDAD 0 REACTIVIDAD 0 **Consejos de prudencia:** – Utilice el equipo de protección indicado para resguardar sus vías respiratorias y la piel.

<table>
<tr><td></td><td>(Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)</td></tr>
<tr><td>Tricloruro de hierro</td><td>
Sistemas de clasificación:
-NFPA(escala 0-4):

-HMIS(escala 0-4):
<table>
<tr><td>SALUD</td><td>3</td></tr>
<tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>REACTIVIDAD</td><td>2</td></tr>
<tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>J</td></tr>
</table>
Consejos de prudencia:
– Utilice el equipo de protección indicado para resguardar la piel.
</td></tr>
<tr><td></td><td>(Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)</td></tr>
<tr><td>Cloruro de bario</td><td>
Sistemas de clasificación:
-NFPA(escala 0-4):

-HMIS(escala 0-4):
<table>
<tr><td>SALUD</td><td>2</td></tr>
<tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr>
</table>
Consejos de prudencia:
– Utilice el equipo de protección indicado para resguardar sus vías respiratorias y la piel.
– Aplique todas las medidas básicas de higiene, incluyendo no comer, beber ni fumar durante o después de estar en contacto con esta sustancia.
</td></tr>
<tr><td></td><td>(Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)</td></tr>
<tr><td>Cloruro de calcio</td><td>
Sistemas de clasificación:
-NFPA(escala 0-4):

-HMIS(escala 0-4):
<table>
<tr><td>SALUD</td><td>2</td></tr>
<tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>E</td></tr>
</table>
Consejos de prudencia:
– Evite el contacto con la piel y otros órganos.
</td></tr>
<tr><td></td><td>(Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)</td></tr>
<tr><td>Cloruro de potasio</td><td>
Sistemas de clasificación:
-NFPA(escala 0-4):

-HMIS(escala 0-4):
<table>
<tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr>
<tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr>
<tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>E</td></tr>
</table>
Consejos de prudencia:
– Utilice el equipo de protección indicado para resguardar la piel.
</td></tr>
<tr><td></td><td>(Fuente Universidad Nacional de Costa Rica)</td></tr>
</table>

Información de seguridad de trabajo de laboratorio

Para la una adecuada práctica de laboratorio las personas que hacen parte del laboratorio deben vestir los siguientes implementos.

Equipo de seguridad individual
Bata de algodón
Lentes de seguridad
Guantes
Gorro de seguridad

- Este laboratorio se hará uso de fuego por esta razón de usarse con precaución y tener lejos materiales que prendan en llamas como (alcohol, cabello, fósforos)
- No deben tocarse, ni inhalarse, ni probarse (ingerir) ningún reactivo del laboratorio.
- El experimento debe hacerse en una campana de gases o en lugar muy bien ventilado (pero sin corrientes de aire).
- Hasta no ser aprobada la sustancia por el docente no se debe realizar ninguna prueba, se debe seguir las indicaciones del docente.
- El operado debe vestir bata de laboratorio, guantes y gafas protectoras.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1) Asegúrese de tener todo el material de seguridad
2) Organice su lugar de trabajo con los materiales de la lista
3) Con la espátula sacar una pequeña cantidad de reactivo y ponerla en el vidrio de reloj
4) Usando los Beakers llenar hasta más de la mitad de su volumen con agua. Uno con agua de la llave y otro con agua destilada, no olvidar marcarlos para distinguir.
5) Asegúrese que el asa se encuentra limpia. Lavar en caso de no estarla.
6) Encender el mechero con ayuda o supervisión del docente.
7) Introduzca el asa en el Beaker con agua destilada y sacuda suavemente.
8) Introduzca el asa en el reactivo que se encuentra en el vidrio de reloj.
9) Acercar el asa al fuego.
10) Observar y tomar nota de lo que sucede
11) Repita procedimiento 8 al 9 pero esta vez con cuidado tomar foto del resultado.
12) Lave el asa con el agua de la llave que se encuentra en el Beaker correspondiente y acerque al fuego para secar y revisar que no quedan restos.

13) Repita procedimiento del 7 al 12 hasta terminar con todos los reactivos.

Tabla de resultados:

Resultados test de la flama					
Sustancia	Formula química	Metal analizado	Apariencia física	Color de la llama	Imagen

Bibliografía:

1) Test de color a la llama (Prueba de coloración a la llama). (2018, 8 agosto). Químicafacil.net. https://quimicafacil.net/manual-de-laboratorio/coloracion-a-la-llama/

2) Fundación Nuffield. (2015, 1 octubre). Colores de llamas: una demostración. Royal Society of Chemistry. https://edu.rsc.org/resources/flame-colours-a-demonstration/760.article

3) Flame tests. (2018, 1 marzo). Creative Chemistry. https://www.creative-chemistry.org.uk/activities/flametests

4) Fuego de colores-Emisión en llama. (2010, 18 abril). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=-BnKeBMG-8M

5) Ensayo a la Llama. Experimento. Distinguir Cloruro de Sodio de Cloruro de Potasio. (2017b, diciembre 31). [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=Tol8_Jj52kY

Anexo C: Encuestas:

Talleres:

Responda las preguntas usando la siguiente escala como ejemplo para expresar como se sintió de acuerdo a la pregunta donde 1 es nada y 5 es totalmente.

Ejemplo

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

1) Durante el desarrollo de los talleres consideró que era pesado su realización:

1	2	3	4	5

2) Durante el desarrollo de los talleres sintió que mejoraba en la realización de estos con el paso de los talleres:

1	2	3	4	5

3) Durante del desarrollo de cada taller sentía que el tema no era fácil de entender:

1	2	3	4	5

4) Durante el desarrollo de los talleres sentía que sus capacidades de investigación eran más altas o exigentes:

1	2	3	4	5

5) El desarrollo de actividades investigativas le permitió adquirir más nuevos conocimientos acerca de los temas

1	2	3	4	5

6) El desarrollo de las actividades le permitió sentirse más seguro del conocimiento adquirido

1	2	3	4	5

7) Durante la realización de los talleres considera usted que aprendió más que escuchando una clase magistral del docente, es decir los conocimientos que adquiría eran más fáciles de procesar

1	2	3	4	5

8) Conociendo el perfil del estudiante IB considera que la metodología de los talleres le permite alcanzar más fácilmente este perfil.

1	2	3	4	5

9) Siente usted que se siente más cómodo con la realización de investigaciones pequeñas que escuchando horas al docente

1	2	3	4	5

10) La realización de talleres de manera individual e investigativa es más enriquecedora que ser partícipe de una clase magistral

1	2	3	4	5

Laboratorio:

Responda las preguntas usando la siguiente escala como ejemplo para expresar como se sintió de acuerdo a la pregunta donde 1 es nada y 5 es totalmente.

Ejemplo

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

2) Se sintió cómodo durante la realización de la práctica de laboratorio

1	2	3	4	5

3) Fue de fácil entendimiento el procedimiento descrito en la guía de laboratorio

1	2	3	4	5

4) Siente que la realización de una práctica de laboratorio luego de haber realizado talleres fue más enriquecedora

1	2	3	4	5

5) Consideró que necesitó ayuda para la realización de la práctica y su correspondiente parte en el proyecto

1	2	3	4	5

6) La realización de una práctica de laboratorio puede ser parte del perfil IB del estudiante

1	2	3	4	5

Proyecto:

Responda las preguntas usando la siguiente escala como ejemplo para expresar como se sintió de acuerdo a la pregunta donde 1 es nada y 5 es totalmente.

Ejemplo

1	2	3	4	5
Nada satisfecho	Poco satisfecho	Neutral	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho

1) Durante el desarrollo del video consideró que era pesado su realización:

1	2	3	4	5

2) Durante el desarrollo del video sintió que mejoraba sus conocimientos:

1	2	3	4	5

3) Durante del desarrollo del video sentía que el tema no era fácil de entender:

1	2	3	4	5

4) Durante el desarrollo del video sentía que sus capacidades de investigación eran más altas o exigentes:

1	2	3	4	5

5) El desarrollo del video le permitió adquirir más nuevos conocimientos acerca de los temas

1	2	3	4	5

6) El desarrollo del video le permitió sentirse más seguro del conocimiento adquirido

1	2	3	4	5

7) Durante la realización del video considera usted que aprendió más que escuchando una clase magistral del docente, es decir los conocimientos que adquiría eran más fáciles de procesar

1	2	3	4	5

8) Conociendo el perfil del estudiante IB considera que la metodología de proyectos (video) le permite alcanzar más fácilmente este perfil.

1	2	3	4	5

9) Siente usted que se siente más cómodo con la realización de proyectos (video) que escuchando horas al docente

1	2	3	4	5

10) La realización de proyectos (video) es más enriquecedora que ser partícipe de una clase magistral

1	2	3	4	5

Anexo D: Proyecto:

Video:

Estructura atómica:

Utilizando 1 o 2 elementos (preferiblemente isótopos, para facilitar la explicación de todos los temas) de la tabla periódica desarrollar los siguientes subtemas:

1.1 El átomo nuclear

- Partículas subatómicas
- Notación de nucleidos
- Isótopos
- ¿Qué es y cómo calcular la masa atómica relativa??
- Tipos de radiación

1.2 Configuración de electrones:

- Espectros de emisiones
- Espectro electromagnético
- Luz visible
- Formación de espectros de emisiones

1.3 Configuración de electrones:

- Orbitales
- Configuración electrónica

Periodicidad:

Opción 1: Conocer las propiedades periódicas presentes en la tabla periódica crea una nueva tabla periódica donde se mantienen al menos 3 tendencias periódicas y explica cada una de las propiedades consideradas.

Opción 2: Desarrollar la explicación del origen y la creación de la tabla periódica, explicando cada una de las tendencias periódicas con ejemplos claros. Deben utilizar elementos de fácil reconocimiento.

3.1 La tabla periódica

- Historia de la tabla periódica
- Disposición de los elementos
- ¿Por qué el periódico se organiza de esa manera?

3.2 Tendencias periódicas

- Radio atómico
- Radio iónico
- Puntos de fusión
- Primera energía de ionización
- Electronegatividad
- Afinidad con los electrones
- Grupo 1
- Grupo 17
- Grupo 18

Nota 1: Recuerde que su video debe contener la metodología de las 5E (enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Evaluar) y que será evaluado bajo una rubrica de evaluación.

Nota 2: Los videos deben durar máximo 15 minutos cada uno.

Anexo E: Rúbrica de evaluación del video:

Proyecto Final: Rúbrica de Video

Nombres: _____

Título: _____

Aplique los fundamentos del curso para crear un Vídeo recuerde tener en cuenta las 5E y los temas dados con anterioridad.

Marcas / **Criterio**	**4**	**3**	**2**	**1**
Título del Vídeo	El título del Vídeo involucra a la audiencia de inmediato y comunica el	Presenta el propósito general de una manera atractiva.	El título del video y muestra el propósito de este de una manera	El título no está incluido o no tiene sentido. **No es creativo o atractivo.**

	propósito general del video.		**poca creatividad y algo atractivo.**	
Objetivo de aprendizaje	El objetivo del Vídeo está claramente establecido y atrae a la audiencia con una pregunta atractiva, frase o imagen.	El objetivo del Vídeo está claramente establecido, pero no atrae a la audiencia con preguntas convincentes, frases o imágenes.	El objetivo del Vídeo no está claro y carece de atracción y relevancia para el público ya que sus preguntas, frases o imágenes **son poco atractivas.**	El Vídeo no tiene un objetivo identificado. Sus frases, preguntas o imágenes **no expresaron el objetivo del este.** .
Precisión del contenido	Toda la información es precisa, está en el tema y se presenta en un orden lógico.	**Parte de la información es inexacta**, está en el tema y se presenta en un orden lógico.	**Alguna información es inexacta**, está fuera de tema y presentada en un poco orden lógico.	**Parte de la información es inexacta**, está fuera de tema y no se presenta en un orden lógico.
	La creatividad y el contenido original realzan el propósito del video de una manera innovadora.	Elementos creativos están incluidos, pero no mejoran el propósito del Vídeo. Los elementos creativos no distraen el contenido o el propósito.	Falta creatividad y no mejora el contenido y/o el propósito del video. Los elementos creativos pueden distraer del contenido o propósito.	No se incluyen elementos creativos, o los tipos de elementos creativos utilizados son inapropiados o distraen del contenido y/o propósito del Vídeo.
	Los términos científicos utilizados son apropiados para el contenido y mejoran el Vídeo.	El vocabulario científico es apropiado.	Vocabulario científico es bajo.	El vocabulario científico es inapropiado para el público. No se entiende.
Imágenes y gráficos	Los gráficos/imágenes son científicamente precisos y contribuyen a una presentación creativa y efectiva, y contribuye a la explicación del concepto.	Los gráficos son científicamente precisos, se relacionan con el video y son útiles para comunicar el contenido.	Los gráficos solo se relacionan marginalmente con el audio y no siempre son útiles para comunicar el contenido.	Los gráficos no se relacionan con el Vídeo y distraen del contenido científico.

Coevaluación

Criterio	4	3	2	1	Total, por Criterio
Título del Vídeo (C1, C4)					
Objetivo de Aprendizaje (C3, C4)					
Precisión del contenido (C1, C2, C3, C4)					
Imágenes y Gráficos (C1, C2)					
Trabajo en equipo (C5)	Los miembros del grupo colaboraron y participaron por igual en el desarrollo del proyecto	Los miembros del grupo participaron igualmente, pero no hubo mucha colaboración o intercambio de ideas.	Todos los miembros del grupo contribuyeron, pero en proporciones desiguales. Algunos miembros hicieron la mayoría del trabajo.	Algunos miembros del grupo no contribuyeron a las ideas o discusiones del proyecto.	
				TOTAL, C1	
				TOTAL, C2	
				TOTAL, C3	
				TOTAL, C4	
				TOTAL, C5	