

**CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTROFOTÓMETRO: UN RETO PARA EL
FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN PROFESORES
DE QUÍMICA EN FORMACIÓN.**

**Presentado por
Karen Vanessa Garcia Pedroza**

Director. Mg. Diego Alexander Blanco Martínez. Grupo
Didáctica y sus ciencias. Línea: Interdisciplinariedad y química en contexto:
Una perspectiva experimental en la didáctica de la química.

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
Bogotá, D. C. 2025**

**CONSTRUCCIÓN DE UN ESPECTROFOTÓMETRO: UN RETO PARA EL
FORTALECIMIENTO DE COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN PROFESORES
DE QUÍMICA EN FORMACIÓN.**

Karen Vanessa Garcia Pedroza

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
2025

Agradecimientos

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todas las personas que me acompañaron y apoyaron a lo largo de este proceso.

En primer lugar, a mi familia por ser mi pilar fundamental, a mi mamá por su amor incondicional, por su entrega, fortaleza y compañía en todo momento, a mi hermana por estar siempre a mi lado con palabras de aliento, escucharme y brindarme comprensión, a mi tía Fanny por su cariño, apoyo y disposición, a Carlos por su motivación, apoyo y confianza en mí y a Kevin por su presencia incondicional, por sus palabras de ánimo en los momentos en que más las necesitaba y por tener confianza en mis capacidades.

Al profe Diego Blanco por su guía paciente, su compromiso incansable y su disposición para acompañarme en cada etapa del proceso. Su conocimiento, sus observaciones y su apoyo continuo fueron fundamentales para la construcción y culminación de este trabajo. Mas allá del rol académico, su humanidad y dedicación dejaron una huella significativa en mi formación.

A Daniel Rey, por su participación en este trabajo, fue más que valiosa, fue esencial. Su compromiso, sus ideas, su tiempo y su apoyo constante marcaron la diferencia. Gracias por ser parte activa de este proyecto, por aportar tanto desde lo profesional como desde lo humano.

Finalmente, a todas las personas que, de una u otra manera, me acompañaron, me brindaron una palabra de ánimo, compartieron conmigo y me recordaron que podía lograrlo, gracias. Cada gesto, por pequeño que parezca, tuvo un gran significado en este proceso.

TABLA DE CONTENIDOS

1.	Introducción	7
2.	Justificación.....	9
3.	Formulación y delimitación de la pregunta problema.....	12
4.	Objetivos	14
4.1	Objetivo general.....	14
4.2	Objetivos Específicos	14
5.	Antecedentes	15
6.	Marco Referencial.....	18
6.2	Aprendizaje basado en retos	21
6.3	Historia del espectrofotómetro.....	22
6.4	Espectrofotometría.....	23
6.5	Descripción técnica.....	28
7.	Diseño Metodológico	30
7.1	Tipo de investigación.....	30
7.2	Participantes de la investigación.....	30
7.3	Etapas de investigación.....	31
7.3.1	Fase de planeación y reconocimiento.....	31
7.3.2	Fase de diseño y aplicación	36
7.3.3	Fase de verificación y recolección de datos	39
8.	Análisis de resultados.....	40
8.1	Prueba de entrada.....	41
8.2	Prototipo del espectrofotómetro.....	44
8.2.1	Funcionamiento interno y electrónico del Espectrofotómetro.....	45
8.2.2	Componentes:.....	45
8.2.3	Funciones.....	45
8.2.4	Programación y funcionamiento del espectrofotómetro.....	46
8.2.5	Medición de transmitancia y absorbancia	50
8.2.6	Comparación	52
8.3	Guía Construcción de un espectrofotómetro.....	53
8.4	Práctica de Laboratorio	58
9.	Conclusiones	65
10.	Bibliografía	67
11.	Anexos	70

Lista de figuras

Figura 1 Mapa Conceptual sobre las competencias científicas. Tomado y adaptado de (Torres Mesías, Á., Mora Guerrero, E., Garzón Velásquez, F., & Ceballos Botina, N. E. (2013)).....	10
Figura 2 (Espectrofotómetro metrología óptica, 2012).....	24
Figura 3 Espectro electromagnético y luz visible (Trabajo practico Espectrofotometría, 2019)	25
Figura 4 Esquema general de un microcomputador. Carlos A. Reyes (2008).....	28
Figura 5 Esquema general de un microcontrolador. Carlos A. Reyes (2008).	29
Figura 6 Etapas de investigación. Elaboración propia	31
Figura 7 Respuesta (Estudiante de MAQ II, 2025).	43
Figura 8 Paso a paso para el funcionamiento del espectrofotómetro. Elaboración propia.....	46
Figura 9 Resistencia Pull Down. (Programación. S.f).	47
Figura 10 Resistencia Pull Down. (Programación. S.f).	48
Figura 11 Respuesta (Estudiantes de MAQ II, 2025).....	56
Figura 12, 13. Respuesta (Estudiantes de MAQ II, 2025).....	61

Lista de Tablas

Tabla 1. Rúbrica para la determinación de competencias científicas	33
Tabla 2. Relación de las preguntas de la prueba diagnóstica con las competencias científicas y sus indicadores.	35
Tabla 3 Fases proyecto de investigación.	37
Tabla 4. Actividades de la guía construcción de un espectrofotómetro relacionadas con las competencias científicas.....	38
Tabla 5. Actividades propuestas en la guía de laboratorio.	39
Tabla 6. Resultados prueba diagnóstica.	41
Tabla 7. Componentes del espectrofotómetro.	45

Tabla 8. Comparación entre espectrofotómetro profesional y espectrofotómetro construido.....	52
Tabla 9. Desventajas y Ventajas del espectrofotómetro construido.....	52
Tabla 10. Actividades planteadas etapa intermedia.....	53
Tabla 11. Resultados guía de laboratorio.	58
Tabla 12. Comparación de los datos de laboratorio entre el espectrofotómetro de la universidad y el espectrofotómetro construido.....	63

Anexos

Anexo A. Consentimiento Informado	65
Anexo B Prueba de Entrada	66
Anexo C Guía como prender un LED	68
Anexo D Guía construcción de un Espectrofotómetro	83
Anexo E Practica de Laboratorio	

1. Introducción

El desafío en la formación inicial de profesores en Química implica el desarrollo de competencias científicas centradas en el diseño de nuevos enfoques metodológicos para abordar los trabajos prácticos de laboratorio. Las competencias científicas en todo este engranaje ofrecen la capacidad para adquirir y generar el conocimiento necesario para discernir frente a los problemas y en la toma de decisiones asertivas y fundamentadas, tal como se expresa implícitamente en los fines de la educación en Colombia (Hernández, 2005). Por lo tanto, la construcción, calibración y aplicación de equipos instrumentales en la determinación de analitos de interés en matrices diversas, le permiten al estudiante comprender los fenómenos físicos asociados a la interacción de la masa y la energía, reconocer las propiedades de los materiales y describir los algoritmos asociados a la respuesta que se genera producto de esta interacción.

Este trabajo de investigación se centra en el diseño y construcción de un espectrofotómetro UV- Vis, para caracterizar las competencias científicas que construyen un grupo de profesores en formación al trabajar en este prototipo. Enfocándose en promover la participación activa de los estudiantes de la Universidad Pedagógica Nacional, desde el reconocimiento del espectrofotómetro, el cual fue construido por ellos mismos, al generar un ambiente educativo para el fortalecimiento de las competencias científicas. Para Angulo (2012) las competencias científicas son “capacidades que tiene un sujeto, expresadas en acciones que ponen en juego formas sistemáticas de razonar y explicar el mundo natural y social, a través de la construcción de interpretaciones apoyadas por los conceptos de las ciencias y manifestadas a través de desempeños observables y evaluables”, dónde las interpretaciones que la caracterizan son la movilidad y la flexibilidad en el tiempo y en el espacio, lo que permite que el sujeto pueda mostrar actitudes, principios y procedimientos propios de la ciencia.

Para la construcción del presente documento, en la justificación se describe la importancia de llevar a cabo este estudio en la Universidad Pedagógica Nacional, se establecen los objetivos proporcionando, las metas a alcanzar, se hace una revisión a estudios previos y literatura relevante para contextualizar el tema, se desarrollan los conceptos claves y las

teorías que sustentan el análisis, se describe la metodología del trabajo, dividida en tres fases, fase de planeación y reconocimiento, fase de diseño y aplicación y por último fase de verificación y recolección de datos, finalmente se presentan los resultados, análisis de resultados y conclusiones

2. Justificación

La mayoría de los estudiantes de las instituciones de educación superior, tanto en universidades públicas como privadas, enfocadas en el área de las Ciencias Naturales, en particular la Química, incorporan el desarrollo de competencias científicas, a través de trabajos prácticos de laboratorio que requieren la utilización de instrumentos de análisis, que permiten determinar la naturaleza de un analito de interés en una matriz, cuantificar las cantidades o concentraciones específicas de algunos compuestos químicos, además de desarrollar habilidades procedimentales, comprender los constructos o rede conceptuales que soportan un trabajo práctico de laboratorio y el desarrollo de actitudes favorables para el aprendizaje de ciencias. (Rendón Fernández & Gómez, 2020).

En la amplia gama de material instrumental se encuentra el espectrofotómetro UV-Visible, instrumento de amplio uso en Química, cómo una técnica analítica que permite la determinación cualitativa, cuantitativa y caracterización físico-química de diversas muestras de interés, por lo que reconocer y comprender el funcionamiento de todas las partes asociadas a este instrumento desde los referentes teóricos propios de la ciencia para los futuros profesionales, puede promover el desarrollo del aprendizaje situado y contextualizado y por consecuencia el desarrollo de competencias científicas, ya que “la cantidad de tiempo dedicado al contacto de los estudiantes con el espectrofotómetro es limitada, así como su aprendizaje” (Montoya, 2013). Esto hace que los profesores en formación enfrenten nuevos desafíos al incentivar en sus futuros estudiantes el uso de este instrumento de medición en análisis químicos.

En este contexto la investigación formativa (IF) universitaria está evolucionando, destacándose como una estrategia didáctica que promueve una investigación activa, participativa y constructiva (Sánchez Carlessi, 2017)

El reto en la educación del siglo XXI, es potenciar un aprendizaje autónomo, participativo y activo, donde se adquieran las competencias necesarias para una sociedad que requiere de la ciencia para su evolución, que demanda personas autorrealizables, innovadoras, constructoras de su propio conocimiento, involucrándose de forma significativa, cognitiva y emocionalmente, para el desarrollo de habilidades de orden superior como el diseño de nuevos instrumentos de medida soportados en lenguajes de programación. Por lo que el

aprendizaje basado en retos posibilita ambientes educativos que permiten el desarrollo de las competencias científicas de profesores en formación.

Los estudiantes en la actualidad requieren una formación integral en ciencias dentro del aula, para el desarrollo de competencias científicas, que se refiere a “La capacidad de establecer un cierto tipo de relación con las ciencias, para adquirir y generar conocimiento y se ve como un conjunto de enunciados sistemáticos y metodológicamente validados sobre la naturaleza como una estrategia ideal en la producción de conocimientos”. (Hernández, C. 2005).



Figura 1 Mapa Conceptual sobre las competencias científicas. Tomado y adaptado de (Torres Mesías, Á., Mora Guerrero, E., Garzón Velásquez, F., & Ceballos Botina, N. E. (2013)).

El fortalecimiento de las competencias que se reportan en la (Figura 1) puede favorecerse a partir de la construcción del espectrofotómetro, ya que es un equipo analítico que permite a los estudiantes aprender sobre las propiedades de los materiales y sustancias que absorben y emiten radiación, el proceso de construcción desarrolla destrezas en el uso de herramientas, manejo de materiales y tecnologías, dónde una vez con el espectrofotómetro construido, el estudiante interpreta datos y utiliza un software de análisis químico, con lo cual podrá realizar investigaciones tanto cualitativas como cuantitativas dentro del laboratorio desarrollando buenas prácticas de laboratorio.

En el laboratorio de química, los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) permiten al estudiante comenzar a ejecutar mecanismos intelectuales esenciales en el aprendizaje

científico que incluyen varios procesos relevantes, los cuales son: la aplicación de conceptos y el desarrollo de procedimientos de inferencia, la generalización y la abstracción de información, la preparación y justificación de investigaciones, la formulación de hipótesis, la reestructuración y acomodación de las redes de conceptos individuales que permiten dar significado al aprendizaje, el reconocimiento de las concepciones alternativas del alumnado y la presentación del conflicto entre las ideas personales y los modelos científicos, donde las experiencias adquiridas en el laboratorio forman a los docentes en química para una sociedad que tiene la necesidad de fomentar la innovación, inspirar y guiar a las nuevas generaciones en la búsqueda del pensamiento crítico y la investigación en ciencias. (Hernández – Millan, G., Irazoque – Palazuelos, G., & López – Villa, N. M. (2012))

Las instituciones educativas tanto distritales, como algunas privadas a nivel de la educación básica, media y superior tienen una gran responsabilidad social, debido a que deben garantizar la formación de los futuros profesionales que aportarán grandes cambios e innovaciones para el país, lo que implica asegurar que los conocimientos adquiridos por los estudiantes sean significativos y desarrollen competencias investigativas, alcancen autonomía en el aprendizaje y lideren las acciones emprendidas. (Posso Pacheco, R. J., Condor Chicaiza, M. G., Mora Guerrero, L. M., & Segundo Leonidas, R. M. (2023).

Crespi y Garcia (2021) plantea la idea de que la formación integral se debe acercar a la realidad laboral actual, mediante el desarrollo de competencias genéricas y técnicas, mientras que Posso (2020) considera que debe ser, a través de diferentes metodologías centradas en el estudiante. Se reconoce que las metodologías de enseñanza deben ser activas y contextualizadas por los docentes, en correspondencia con las necesidades de aprendizaje.

3. Formulación y delimitación de la pregunta problema

La mayoría de las competencias científicas hoy en día han decaído debido al uso de la tecnología, ya que "Si bien la ciencia y la tecnología nos proporcionan numerosos y positivos beneficios, también traen consigo impactos negativos, de los cuales algunos son imprevisibles, pero todos ellos reflejan los valores, perspectivas y visiones de quienes están en condiciones de tomar decisiones concernientes al conocimiento científico y tecnológico" (Cutcliffe, 1990, p.23). Esto ha evidenciado, las dificultades que tienen los profesores de ciencias para incentivar la formación científica de un modo sistemático (Duarte, G. C., Vargas, J. A., Martínez, S., Córdoba, X. I., Pedraza, M., & Amaya, G. F. (2006)). Como consecuencia al transcurrir de los años se pierda la iniciativa por investigar, crear o promover, el docente debe fomentar el desarrollo de las competencias científicas en la química, en la que el estudiante pueda intervenir autónomamente para relacionarse con las ciencias, adoptando metodologías y dinámicas que despierten el interés y la motivación de los estudiantes.

Una de las metodologías es el aprendizaje basado en retos (ABR) que establece una interacción entre el estudio académico y la aplicación práctica de tal manera que uno estimule al otro, además de incitar el compromiso de superación, proporcionar habilidades y destrezas aplicables a todas las áreas de la vida e introducir al alumno, al trabajo interdisciplinario y de equipo (Delgado, R., Hernández, M., Morales., & Mendoza, H.B. (2018). El estudio de la instrumentación química es un claro método para poder reconocer y aprender sobre las múltiples funciones que pueden tener los diferentes equipos para la determinación de analitos de interés en diversas matrices, una de ellas y que en métodos de análisis químico es fundamental, es el reconocimiento y el manejo del espectrofotómetro, que nos permite determinar la identidad y naturaleza química de una sustancia y la cantidad en diversas muestras a partir de diversos métodos cuantitativos: curva de calibración, calibrado directo, adición de patrón, patrón interno, entre otros, estos métodos han sido muy útiles durante muchos años, las técnicas utilizadas en cada uno de los espectrofotómetros requieren de una calibración y mantenimiento para su buen funcionamiento, por lo cual se requiere la integración de un espectrofotómetro que pueda ayudar a reducir su costo de mantenimiento y de construcción, que también nos

proporciona una funcionalidad similar a los otros y una buena confiabilidad en la realización de trabajos prácticos de laboratorio.

Con base a lo anterior, el reto que orientó este trabajo de grado se centra en que los profesores en formación diseñaron y construyeron un prototipo de espectrofotómetro desde el aprendizaje basado en retos para caracterizar las competencias científicas que desarrollan los profesores en formación al gestionar y ejecutar este reto.

Desde esta perspectiva, la pregunta de investigación que orienta este trabajo de investigación es:

¿Cómo la construcción de un prototipo de espectrofotómetro mediado por el aprendizaje basado en retos fortalece las competencias científicas de un grupo de estudiantes de la Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional?

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Analizar cómo el diseño y construcción de un prototipo de espectrofotómetro VIS, mediado por el aprendizaje basado en retos, fortalece las competencias científicas de un grupo de estudiantes de la Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional

4.2 Objetivos Específicos

Identificar, a través de una prueba diagnóstica, las competencias científicas y conocimientos previos de espectrofotometría de un grupo de profesores en formación, del espacio académico de Métodos de Análisis Químicos II.

Determinar las características y variables ópticas y electrónicas fundamentales para el diseño del prototipo del espectrofotómetro que mediaron en el desarrollo y gestión del reto.

Diagnosticar las competencias científicas que se fortalecen en un grupo de profesores en formación durante el diseño y construcción de un prototipo de espectrofotómetro orientado desde el aprendizaje basado en retos.

5. Antecedentes

En el siguiente apartado se presentan algunos aportes, metodologías investigativas y estrategias relacionadas con el aprendizaje basado en retos (ABR), las competencias científicas y los trabajos prácticos de laboratorio, que se buscan desarrollar en los estudiantes.

- Incorporación de prácticas de laboratorio para el desarrollo de la competencia científica explicación de fenómenos.

El enfoque de este artículo realizado por Manjarrés Chavez, J. (2017), busca relacionar las múltiples dificultades en las competencias científicas (indagación, uso comprensivo científico y descripción de fenómenos) que al trascender de los años sus índices disminuyen acorde a los resultados mostrados en las pruebas saber y con base a los informes del MEN; estas debilidades se han denotado en el aprendizaje dentro del aula, incluyendo que muchos de los estudiantes no están aprendiendo o no le prestan el debido cuidado a las clases, debido a múltiples factores, entre ellos está los modelos de aprendizaje a nivel teórico, este modelo implementado dentro del aula no genera una atención por conocer o investigar por la ciencia.

La importancia de la implementación de este proyecto está fundamentada en la construcción de un espectrofotómetro el cual logre acercar al estudiante a las ciencias, que se logre motivar para que desarrolle y aprenda distintas maneras de aprender la química de una forma experimental, logrando que los estudiantes participen de manera creativa e innovativa e investiguen y como propósito de este ejercicio desarrollen las competencias científicas.

- Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016)

Según Moreno, Vásquez, y Toro (2017) en los últimos años se ha evidenciado múltiples diferencias de los TPL, así como la cantidad de publicaciones que se han realizado, indicando una baja cantidad de artículos publicados en revistas científicas en áreas especializadas como la química, biología y física. Esto evidencia la falta de investigación y la carencia de materiales en las prácticas de laboratorio debido a su alto costo. Estas

implicaciones didácticas tienen un papel fundamental dentro del aula, ya que la intervención de los estudiantes les permite relacionarse con diversos fenómenos químicos, puesto que la participación en las prácticas ayuda a afianzar sus conocimientos teóricos mediante la observación y experimentación.

Esto es un factor importante debido a la falta de compromiso por parte de las instituciones educativas por llegar a intervenir en las aulas con instrumentos de laboratorio, esta situación es relevante ya que, en la utilización y construcción de un espectrofotómetro, se requiere que los estudiantes tengan una participación activa en la fabricación de diseños experimentales. Este proceso favorece el desarrollo de habilidades a través la observación y el análisis científico. En los estudiantes de Colombia, esta práctica ayuda a orientar sus competencias científicas de una manera efectiva

- Aprendizaje basado en retos: una mirada desde la educación superior

Según Posso Pacheco, R. J., Condor Chicaiza, M. G., Mora Guerrero, L. M., & Segundo Leonidas, R. R. (2023). El aprendizaje basado en retos, busca la autocrítica y la autonomía por la investigación, siguiendo como eje central que el estudiante pueda indagar de forma individual, acorde a las necesidades que contribuyen al desarrollo profesional en el estudiante, es importante que los nuevos docentes estén enfrentados a nuevos retos para facilitar y orientar el proceso formativo, teniendo en cuenta su entorno social, buscando la solución a problemas reales y contextualizados, ya que en un futuro laboral, el docente debe tener las suficientes cualidades y capacidades para afrontar su rol en la educación.

La relevancia del aprendizaje basado en retos es poder utilizar y desarrollar una autonomía por parte de los estudiantes, adquiriendo un conocimiento, que ayude al desarrollo de un buen desempeño laboral para una competencia social, donde se implemente una metodología más funcional y eficaz acorde a las necesidades de aprendizaje en los estudiantes.

- Desarrollo de competencias científicas a través de una línea de saberes: un análisis experimental en el aula

Para Muñoz Martínez, I., & Charro Huerga, E. (2023). Los bajos resultados obtenidos por los estudiantes en las pruebas aplicadas en Colombia evidencian la necesidad de

implementar iniciativas que promuevan transformaciones en una sociedad en las que las competencias científicas han ido disminuyendo. Esta coyuntura, en un contexto en el que a nivel nacional es importante mostrar un desarrollo socio-científico, ya que muchos de los estudiantes no optan por estudiar áreas relacionadas a las ciencias debido a la complejidad que pueden llegar a tener programas de formación en ciencias en general y ciencias afines, además la falta de recursos, y un factor económico el cual no se ve reflejado a nivel laboral.

Es importante destacar en esta investigación la implementación en desarrollar prácticas de laboratorio para el reconocimiento y funcionamiento de instrumentos de laboratorio en química y que ayuden a comprender de una forma experimental el funcionamiento de estos instrumentos, es por eso por lo que se aborda desde una perspectiva distinta por medio del aprendizaje basado en retos

- Instrumentos de Medición de las Competencias Investigativas: Una Revisión de Alcance

Este artículo realizado por Farfán – Córdova. M., & Reyes – López, F. (2024) proporciona una revisión sobre las herramientas utilizadas para evaluar las competencias investigativas en diversos contextos, esta investigación se centra en identificar y analizar los diferentes instrumentos de medición disponibles, evaluando su efectividad y aplicabilidad en la medición de competencias específicas en la investigación científica. En el estudio se destaca la capacidad que tienen los instrumentos de medición para fomentar la habilidad de formular hipótesis, diseñar experimentos, mejorar la habilidad de comunicación y la capacidad para identificar problemas relevantes y proponer soluciones efectivas.

Los resultados obtenidos en este artículo tienen una aplicación directa en el presente trabajo de grado, ya que en la construcción del espectrofotómetro y su uso dentro del aula ofrecen un contexto apropiado, en el cual a través del aprendizaje basado en retos los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos sino también desarrollen habilidades procedimentales en los TPL y competencias científicas para su formación profesional.

6. Marco Referencial

En el presente marco referencial, se aborda el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, por medio del aprendizaje basado en retos (ABR), analizando este enfoque educativo desde la técnica analítica de la espectrofotometría en la enseñanza de la química.

6.1 Competencias científicas

Para Torres Mesías, Mora Guerrero, Garzón Velásquez, y Ceballos Botina, (2013). En la labor docente se deben desarrollar en los estudiantes de manera significativa las siguientes competencias científicas:

Explorar hechos y fenómenos, esta competencia se evalúa mediante tres indicadores, los cuales son: la capacidad del estudiante por leer o escuchar con el fin de explorar fenómenos, utilizar diferentes fuentes para investigar fenómenos y hacer deducciones para identificar el fenómeno y la situación problema, al estudiante trabajar en equipo y compartir información, potencian su aprendizaje, desarrollando habilidades exploratorias y creativas que son vitales para el desarrollo de esta competencia científica.

Por otro lado, la competencia científica para analizar problemas, se aborda mediante tres indicadores: el uso de diversas fuentes para analizar el problema, la propuesta y construcción de soluciones a los problemas planteados, y la recolección de información para resolver dichos problemas, donde la manipulación de objetos propios del problema y el trabajo en equipo son fundamentales ya que se tienen diversas perspectivas del problema planteado, lo que enriquece el proceso de aprendizaje; los estudiantes requieren que el docente a cargo les brinde variedad de fuentes para desarrollar soluciones fundamentadas y creativas. Con el fin de lograr un desarrollo de esta competencia se debe implementar estrategias metodológicas que promuevan la construcción del conocimiento y su aplicación en diversos contextos. El análisis como un proceso cognitivo de alto nivel, requiere que los estudiantes comprendan, expliquen y construyan conocimientos de manera científica, para integrarlo en los hallazgos de fenómenos naturales y sociales y aplicando estos conocimientos en la toma de decisiones fundamentadas y soluciones a problemas que se presentan en la vida cotidiana.

Así mismo, se encuentra la competencia de la formulación de hipótesis que se evalúa con tres indicadores: la capacidad del estudiante para elaborar conjeturas preliminares, resumir los elementos que se someten a estudio y explicar cómo se relacionen dichos elementos dentro de las hipótesis; para desarrollar esta competencia, es crucial intensificar el trabajo en esta área, reconociendo la importancia de las preguntas que surgen durante el proceso.

También está la competencia científica, Observar, recoger y organizar la información, que se evalúa con tres indicadores; como la capacidad del estudiante para cuantificar la diferencia entre los datos recolectados, captar su significado, establecer, comprender y contrastar los datos obtenidos; por otro lado la enseñanza de las ciencias en el aula ha optado por el método constructivista, permitiendo al estudiante participar activamente en la construcción de su conocimiento con los principios de una participación guiada ofreciendo una conexión entre el conocimiento previo con el nuevo conocimiento para así afrontar nuevas situaciones que se presentan a lo largo de la vida, diversos estudios muestran que proporcionar a los estudiantes experiencias donde observen, recogen y organicen información fortalece esta competencia y facilita la construcción de nuevo conocimiento.

Por otro parte, la competencia de compartir resultados se evalúa a través de tres indicadores, como la capacidad del estudiante para expresar sus ideas, transmitir seguridad y convicción, y demostrar preparación en sus exposiciones, de esta competencia se destaca por el desarrollo en la investigación, con observaciones que indican que los estudiantes participan activamente, expresan libremente sus observaciones y contribuyen con sus hipótesis e ideas.

La competencia de utilizar diferentes métodos de análisis se evalúa mediante tres indicadores principales: la capacidad del estudiante para identificar y diferenciar los diversos componentes de un problema, organizar las partes que lo componen y conocer los significados implícitos. Para el desarrollo de esta competencia científica se requiere que el estudiante realice una lectura comprensiva, determine los pasos a desarrollar, y que los estudiantes trabajen de manera colaborativa para compartir la información. La implementación de estrategias alternativas es crucial para que los estudiantes exploren y utilicen diferentes métodos para resolver problemas, apoyándose en diferentes fuentes, este enfoque promueve la formación de un pensamiento científico, permitiendo establecer

relaciones entre conceptos concretos y abstractos y desarrollar habilidades críticas y creativas para argumentar y resolver retos de manera efectiva.

Para finalizar los autores nos plantean que la competencia de evaluación de métodos no se encuentra entre las más reconocidas dentro del aula, se observa a través de tres indicadores, la capacidad de comparar y discriminar resultados, seleccionar resultados basados en argumentos razonados y verificar el valor de la evidencia.

El desarrollo de las competencias científicas anteriormente mencionadas es fundamental para que el estudiante comprenda su entorno y participe en decisiones sociales

La implementación de los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) y la investigación con relación a las competencias científicas toman un papel fundamental en el progreso de desarrollo de habilidades en los estudiantes y el desafío hacia el docente por despertar y fortalecer el ámbito investigativo, adoptar el principio de investigación implica por tanto, asumir ciertas decisiones y orientaciones en lo que respecta a la estructura del currículo, especialmente sobre el qué enseñar y las pautas que deben orientar el proceso de enseñanza y aprendizaje (García D; 1989, p. 41).

Una estrategia dentro del aula es la implementación de prácticas de laboratorio, para el desarrollo de competencias científicas donde el estudiante promueva y estimule habilidades para el fortalecimiento del pensamiento científico, el cual, ayuda a comprender de una forma más interactiva los múltiples conceptos de la química a nivel general (Leite y Figueroa, 2004, pp 20-30)

Cualquier actividad en la que el estudiante este interactuando activamente con materiales de laboratorio, con un manejo a nivel instrumental de los equipos de laboratorio para la enseñanza de la ciencia, ayuda al estudiante a desarrollar capacidades para la descripción de fenómenos a nivel experimental, mejorando la autonomía del estudiante al analizar sobre sus múltiples funcionalidades donde se evidencien el desarrollo de las competencias científicas. (Hodson, Hofstein y Lunetta; 1993, 1998 y 2003, pp 299 - 313)

Para potenciar el desarrollo de competencias científicas es esencial proporcionar a los estudiantes diferentes metodologías, fuentes y recursos que permita explorar y construir conocimiento de manera autónoma. Por consiguiente, el aprendizaje basado en retos

reconoce y fomenta autoaprendizaje como una estrategia clave para el fortalecimiento de estas competencias.

6.2 Aprendizaje basado en retos

En el aprendizaje basado en retos (ABR), los estudiantes aprenderán investigando, es decir, dando solución a situaciones problemas y participando activamente en la construcción de actitudes positivas hacia la ciencia (GIL PÉREZ; 1985 pp. 27-38). El propósito de la investigación busca establecer una enseñanza a través de una línea de análisis, cuestionándose y generando ideas e hipótesis para el avance hacia la ciencia, abordando que el estudiante pueda enfrentarse a distintos retos dentro del aula, para la construcción de conocimiento y el desarrollo de competencias en procesos que ayudan al mejoramiento para comprender y proponer soluciones a los problemas que pueden agobiar al mundo actual a nivel científico.

El aprendizaje basado en retos es una estrategia metodológica que involucra al estudiante en el hacer y actuar dentro del ámbito académico, integrando una perspectiva orientada al mundo real. Esta metodología aprovecha el interés del estudiante por los trabajos prácticos y promueve el desarrollando habilidades esenciales

El aprendizaje basado en retos se estructura en cuatro etapas: la etapa inicial consiste en que el profesor explique e introduzca a los estudiantes al enfoque ABR, presente el proceso de enseñanza y aprendizaje que se implementará, aplique instrumentos para la caracterización de información, proponga la problemática a resolver y oriente la definición de los retos.

En la etapa intermedia los estudiantes se enfocan en planear e indagar su reto, para el cual se debe diseñar un plan de trabajo, el cual se ira ajustando con respecto a los logros esperados, a su vez el profesor trabaja en conjunto con los estudiantes apoyándolos en las dificultades.

En la etapa avanzada los estudiantes se encuentran profundamente involucrados en el desarrollo de su reto, buscando establecer la mejor solución, el profesor evalúa los conocimientos y habilidades logrados, así como el compromiso de los estudiantes para el abordaje del reto.

Por último, en la etapa final, los estudiantes están capacitados para implementar y divulgar los recursos, las soluciones y los resultados obtenidos en relación con el reto propuesto. Durante este proceso el profesor orienta y acompaña las reflexiones finales, así como la publicación de la información.

Esta metodología, por medio del reto recomienda integrar elementos como, objetivos generales, pregunta esencial, reto, preguntas, actividades y recursos guía, solución, implementación, evaluación, validación, documentación y publicación, reflexión y dialogo, ya que permite desarrollar competencias (Gibert et al., 2018).

En el aprendizaje basado en retos los estudiantes logran una comprensión más profunda de los temas, aprenden a diagnosticar y definir problemas antes de proponer soluciones, así como también desarrollan su creatividad (J. Icaza, comunicación personal, junio 1, 2015).

En este orden de ideas, el reto que orientó el trabajo con los profesores en formación se centra el diseño y construcción de un prototipo de espectrofotómetro para caracterizar el desarrollo de competencias científicas, al gestionar y ejecutar el reto.

6.3 Historia del espectrofotómetro

En 1859 se realizó el primer registro de un proto-espectrofotómetro al construir un equipo diseñado para medir las energías absorbidas por el dióxido de carbono, el ozono, los hidrocarburos, y vapor de agua en estudios de caracterización de gases. Como resultado se observó que los gases incoloros absorbían radiación electromagnética en algunas longitudes de ondas específicas mientras que otras longitudes no eran absorbidas. Años más tarde en 1935 el profesor Arthur C. Hardy del Instituto Tecnológico de Massachusetts obtuvo la patente del espectrofotómetro, este hito permitió que la compañía General Electric ofreciera el primer espectrofotómetro registrado comercialmente, siendo bien recibidos, aunque con aplicaciones limitadas.

En 1940 Arnold O. Beckman junto a sus colegas fabricaron su primer espectrofotómetro en el National Technologies Laboratories Company, este modelo utilizaba un amplificador de un medidor de pH, un prisma de vidrio y una fotocélula de tubo de vacío, sin embargo, el rendimiento de este primer modelo no fue óptimo, esto llevó a la creación del modelo B en

el que se sustituyó el prisma de vidrio por cuarzo, mejorando significativamente la capacidad de trabajo en las longitudes de onda ultravioleta. Posteriormente se desarrolló el modelo C el cual mejoro la resolución en las longitudes de onda UV. Por último, en el modelo D, conocido como DU, se incorporaron los componentes electrónicos dentro de la caja del instrumento y se añadió una nueva lámpara de hidrógeno. Esto resultó en una mayor resolución, una menor pérdida de luz, y un aumento en el rendimiento y la precisión de las mediciones pasando de un 25% a un 99%, estableciendo nuevos estándares en la calidad de los análisis químicos. Este diseño se mantuvo desde 1941 hasta que fue discontinuado en 1976. (Garcia, 2018).

A partir del modelo DU surgieron diversas aplicaciones destacando la medición de la vitamina A, en cuestión de minutos ya que anteriormente se tardaba 21 días, la detección de contaminantes orgánicos en aguas subterráneas, el análisis de ensayos enzimáticos y el primer análisis químico completo del ADN. Al inicio de la segunda guerra mundial el espectrofotómetro empezó a usarse en investigaciones militares, se investigó el tolueno como materia prima para la producción de TNT (Trinitrotolueno) un explosivo fundamental para el esfuerzo bélico, se usaron el benceno y los butadienos en la fabricaron de caucho sintético, esenciales para neumáticos de jeeps, aviones y tanques. El espectrofotómetro fue crucial para los científicos que estudiaron y produjeron penicilina para uso médico durante la guerra. (Garcia, 2018).

6.4 Espectrofotometría

Para el análisis químico de las sustancias biológicas, orgánicas e inorgánicas, se requiere el manejo de los métodos espectroscópicos que nos permite llevar a cabo tanto análisis cualitativos como cuantitativos, la cual es una técnica analítica que mide la cantidad de radiación electromagnética absorbida o transmitida por una muestra en función de la longitud de onda incidente proveniente de una fuente.

La espectrofotometría Ultravioleta-Visible es una de las técnicas utilizadas en la química analítica para la determinación de diferentes concentraciones de distintas sustancias, nos permite determinar la presencia de metales como el hierro y el cromo en el agua como contaminante en este líquido, cuantificación de proteínas y presencia de glucosa en bebidas

azucaradas, etc. El trabajo de este equipo se registra en función de una longitud de onda específica para la medición de absorción en la muestra, parcialmente la muestra absorbe la radiación electromagnética en la región UV-Visible del espectro y la radiación que transmite se registra en función de la longitud de onda.

Según la ley de Beer – Lambert la absorbancia es directamente proporcional a la concentración de la sustancia que absorbe la luz. Esto significa que, al aumentar la concentración, la muestra absorbe más radiación lo cual permite determinar cuantitativamente la concentración de un analito en la muestra mediante la medición de su absorbancia.

Los diferentes equipos de la espectrofotometría UV – VIS toman un intervalo de lectura entre 120 nm y 1100 nm, encargándose de atenuar el haz de radiación por el paso a través de la muestra para producir un nivel de transición energético lo más bajo posible.

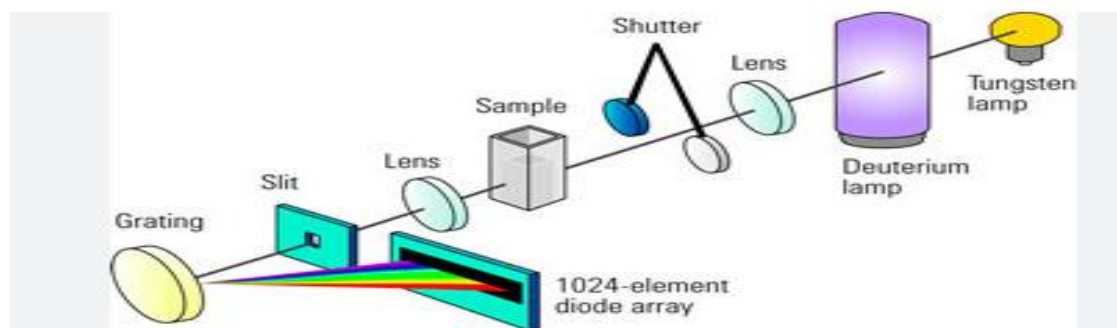


Figura 2 (Espectrofotómetro metrología óptica, 2012)

En la Figura 2, se presenta un esquema de un espectrofotómetro. La potencia radiante de un haz de radiación es proporcional al número de fotones por unidad de tiempo, Los fotodiodos son dispositivos utilizados para detectar niveles bajos de luz, los cuales convierten la luz en señales eléctricas analógicas (corriente o voltaje). Por otro lado, el fototubo está diseñado para que un único electrón produzca más electrones libres mediante un proceso de cascada, hasta que la corriente electrónica sea detectable. La detección de cada pulso corresponde a una foto cuenta, y la cantidad medida es la tasa de foto cuentas. Según el Laboratorio de óptica cuántica (s.f.). La cantidad de energía emitida a un átomo puede llegar a excitar los fotones con contenido energético, implicando que dichos fotones lleguen a relacionarse con el área de sección transversal de las especies absorbentes; la

absorción de energía en la región implica la captura de fotones que ocasionan la transición de electrones de los orbitales más externos, las sustancias inorgánicas que absorben selectivamente la energía radiante dentro de la región visible, dando la coloración a la sustancia, pueden darse a partir de los iones con capas electrónicas de valencia incompletas, al momento de que las moléculas absorben la energía y la almacenan en forma de energía interna se origina un salto desde un estado energético basal o fundamental a un estado mayor de energía, la absorbancia de una solución es directamente proporcional a su concentración, a mayor número de moléculas mayor interacción de la radiación. Para medir esta cantidad de energía en un haz de radiación, se utiliza instrumentos como el espectrofotómetro que son capaces de detectar la intensidad de la radiación y su longitud de onda, permitiendo calcular la energía emitida. (Clavijo, 2002)

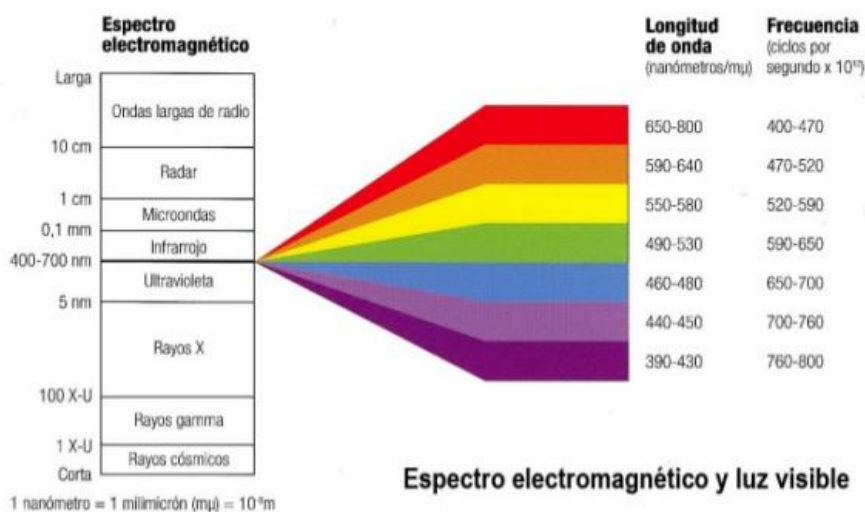


Figura 3 Espectro electromagnético y luz visible (Trabajo practico Espectrofotometría, 2019)

En la Figura 3, se puede evidenciar cómo la longitud de onda es un fenómeno que se atribuye a la interacción de la radiación electromagnética con las especies absorbentes en la región visible del espectro debido a tránsitos electrónicos entre niveles de baja y alta energía, utilizando uno de los instrumentos analíticos como el espectrofotómetro UV-Vis.

Los conceptos de espectroscopia UV – VIS son temas complejos en algunas carreras universitarias, y hacen parte de contenidos en áreas relacionadas de la física, química o ciencia en general. Hoy en día existen varios tipos de tecnologías espectroscópicas, según su uso o forma en la que se emite o se detecta la radiación incidente. (Kovarik 2020; Cid y Gonzales – Fernández, 2020).

La espectroscopia atómica permite medir las concentraciones de un material en una mezcla, y determinar hasta el momento más de 70 elementos diferentes en solución, o directamente en muestras sólidas, utilizadas en farmacología, biofísica o toxicología.

La espectroscopia ultravioleta visible (UV- Vis) está basada en la cantidad de energía que puede absorber o transmitir una muestra en función de la cantidad de sustancia presente.

La espectroscopia infrarroja (IR) se basa en la idea de que los enlaces químicos en las sustancias vibran a frecuencias específicas. Al analizar la energía emitida por estas vibraciones, es posible identificar los elementos presentes en las muestras. (Atkins, 2006)

La espectroscopia de rayos X se emplea para estudiar las estructuras electrónicas y cristalinas de los materiales mediante excitación por rayos X. Utilizando energías superiores a las de la radiación ultravioleta, esta técnica interactúa rápidamente con los electrones y tiene la capacidad de penetrar estructuras cristalinas. (Albella, Cintas, Miranda, & Serratos, 1993).

La espectroscopia de plasma utiliza un gas conductor de electricidad, como el argón, que es ionizado por una fuente de radiofrecuencia, convirtiéndose en plasma a altas temperaturas. Cuando la muestra se introduce en el plasma, se descompone completamente. La recombinación de los electrones de la muestra genera una emisión espectrométrica, que es captada por un sistema óptico y procesado por software para identificar los componentes presentes. (Albella, Cintas, Miranda, & Serratos, 1993).

La espectroscopia Raman se basa en el análisis de la energía dispersada por un material cuando se ilumina con un haz de radiación monocromática. Parte de esta radiación es dispersada de manera inelástica, con pequeños cambios en la frecuencia que son característicos de material estudiado, independientemente de la frecuencia de la luz incidente. (Bockris, 2003).

La espectrometría de masas se utiliza para determinar las estructuras químicas al medir la relación entre la masa y la carga de las especies moleculares. Este proceso requiere generar especies cargadas, lo cual se logra mediante técnicas como el impacto electrónico, el bombardeo de átomos rápidos (FAB) y la generación de iones enlazados. La medición de esta relación permite conocer con precisión el peso molecular de las muestras, siendo muy útil en la industria farmacéutica y alimentaria (Pasto & Johnson, 2003).

Por último, la espectroscopia de fluorescencia estudia la fluorescencia de una muestra que ha sido previamente excitada por un haz de luz (habitualmente ultravioleta). Las moléculas se excitan al absorber una onda electromagnética, lo que las lleva a un estado electrónico excitado, desde el cual emite la luz al volver a su estado original. (Freifelde, 2003)

Como se logra evidenciar anteriormente, existen diversas técnicas dentro de la espectroscopia.

Para la construcción del espectrofotómetro se debe tener en cuenta los elementos básicos, de este instrumento, partiendo de una fuente de energía que emite radiación electromagnética. Esta radiación es fundamental porque interactúa con la muestra permitiendo la medición de su absorción o transmisión. Por medio de los avances de la tecnología y la fabricación de LED's pueden sustituir fuentes de energía optoelectrónicas como lo son las lámparas de deuterio y tungsteno, que van desde la radiación UV hasta la radiación infrarroja (247 nm – 1550 nm). Por consiguiente la fuente de energía es esencial ya que proporciona la radiación necesaria para que el espectrofotómetro realice el análisis químico, posibilitando la obtención de datos sobre las propiedades de la muestra (Gardolinski, David, & Worsfold, 2002).

El monocromador es el encargado de separar el espectro de la radiación en esta región del espectro electromagnético, utilizando una ranura de entrada y un elemento dispersor que puede ser una rejilla de difracción o un prisma, por lo que también podría requerir los lentes y/o espejos para dirigir el espectro de luz seleccionando a una ranura de salida (Jhilmer, 2019). Es importante destacar que no cualquier rejilla de difracción es adecuada para un monocromador; esta debe contar con características específicas, como un número adecuado de líneas por milímetro y calidad óptica para asegurar una correcta dispersión y alta precisión en la medición

Los sensores son transductores que convierten la energía de radiación transmitida en señal eléctrica. Tienen la capacidad de producir una señal eléctrica, cuando el sensor es bombardeado con fotones, Una de las principales características que debe cumplir es el tiempo de respuesta. (L.C. Passos & M.F.S. Saraiva, 2019). Los algoritmos de control y microcontroladores son los encargados de recorrer todas las longitudes de onda de todo el espectro visible, cada paso que da el motor se almacena el voltaje que se recibe luego de procesar la luz que pasa a través de la muestra.

Detector fotoeléctrico es el transductor de la radiación en electricidad. La radiación provoca el desplazamiento de electrones en el metal del detector, produciendo una corriente eléctrica que es proporcional a la intensidad de la radiación recibida.

6.5 Descripción técnica

Según Valdés (2008) un microcomputador consta de tres bloques elementales: la CPU (Central Processing Unit), la memoria y los dispositivos de entrada y salida. Estos componentes se interconectan mediante líneas eléctricas conocidas como buses, que pueden ser direcciones de datos o de control.

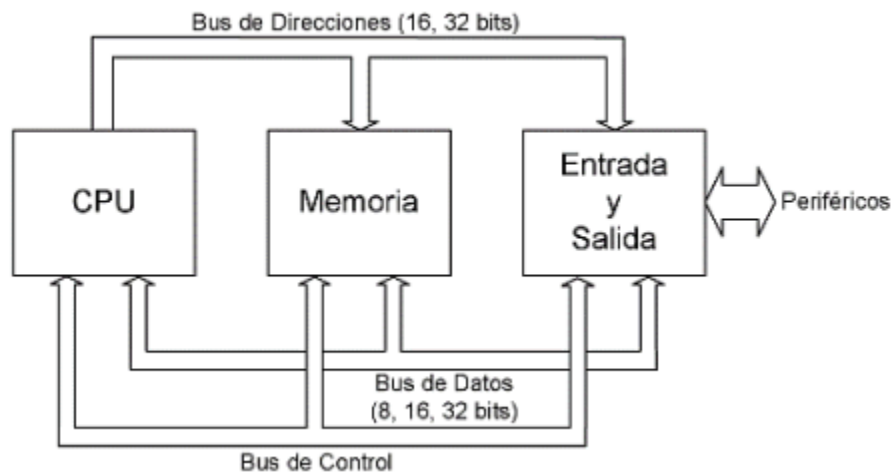


Figura 4 Esquema general de un microcomputador. Carlos A. Reyes (2008).

Como se puede observar en la Figura 4, la CPU es conocida como el “cerebro” del microcomputador, opera según el programa almacenado en la memoria. Tiene como función principal obtener las instrucciones del programa, interpretarlas, y ejecutar las

acciones correspondientes. En un microcomputador la CPU es en realidad el microprocesador, un circuito integrado que realiza las funciones mencionadas anteriormente.

Un microcontrolador, por su parte, es un microcomputador contenido en un solo chip. A través de la historia, los microcontroladores surgieron después de los microprocesadores y han seguido caminos evolutivos independientes.

Los microcontroladores están diseñados principalmente para aplicaciones específicas en las que debe realizar un número limitado de tareas de manera eficiente y económica. Este ejecuta un programa almacenado de forma permanente en su memoria, trabaja con datos temporales y se comunica con el entorno a través de sus líneas de entrada y de salida.

Valdés (2008).

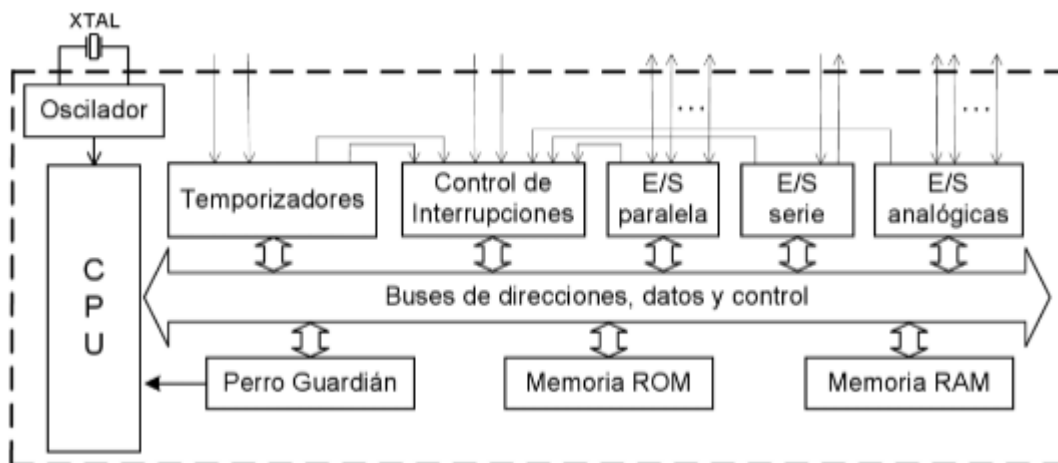


Figura 5 Esquema general de un microcontrolador: Carlos A. Reyes (2008).

Como se puede observar en la figura 5, un microcontrolador integra en un solo circuito los componentes esenciales de un microcomputador, el microcontrolador

7. Diseño Metodológico

En el marco metodológico del presente trabajo de grado, se evidencia los parámetros que se incorporaron durante la implementación y construcción de un espectrofotómetro; mediante el aprendizaje basado en retos con el objetivo de desarrollar competencias científicas en los profesores en formación.

7.1 Tipo de investigación

En relación con los objetivos planteados, este trabajo de investigación se desarrolla desde un enfoque cualitativo el cual se centra en la comprensión a profundidad de fenómenos complejos, este tipo de investigación se basa en la recolección y análisis de datos no numéricos, como entrevistas, observaciones y análisis de textos. Las características claves del método cualitativo incluyen, exploración y comprensión de significados, análisis interpretativo, y un enfoque inductivo (Medina Romero et al., 2023, p.2017).

Por parte del diseño de investigación se seleccionó la investigación acción - participativa (IAP) la cual se define como el primer paso para la transformación social, donde se encuentren involucrados un grupo de estudiantes que busca como fin mutuo la generación de nuevo conocimiento a partir de su propia experiencia (Martínez, 2006). De esta forma surge la necesidad de conducir el proceso de aprendizaje a partir de temas específicos por medio de estrategias pedagógicas que faciliten su aprendizaje, activando factores como la motivación, la utilidad para la vida, la resolución de problemas, la activación de la memoria lógica y el razonamiento (Guevara y Rodríguez, 2021, p.210).

7.2 Participantes de la investigación

Este trabajo de investigación se desarrolló con estudiantes de séptimo semestre que hacen parte del programa de la licenciatura en Química en el espacio académico Métodos de Análisis Químico II en la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Este curso fue seleccionado debido a que, según el plan de estudios y las áreas temáticas del programa analítico es el más adecuado para abordar los temas y objetivos de ésta investigación.

7.3 Etapas de investigación

Este trabajo de investigación se desarrolló mediante tres fases: Fase de planeación y reconocimiento, fase de diseño y aplicación y por último fase de verificación y recolección de datos. Las cuales se describen en la figura 6.

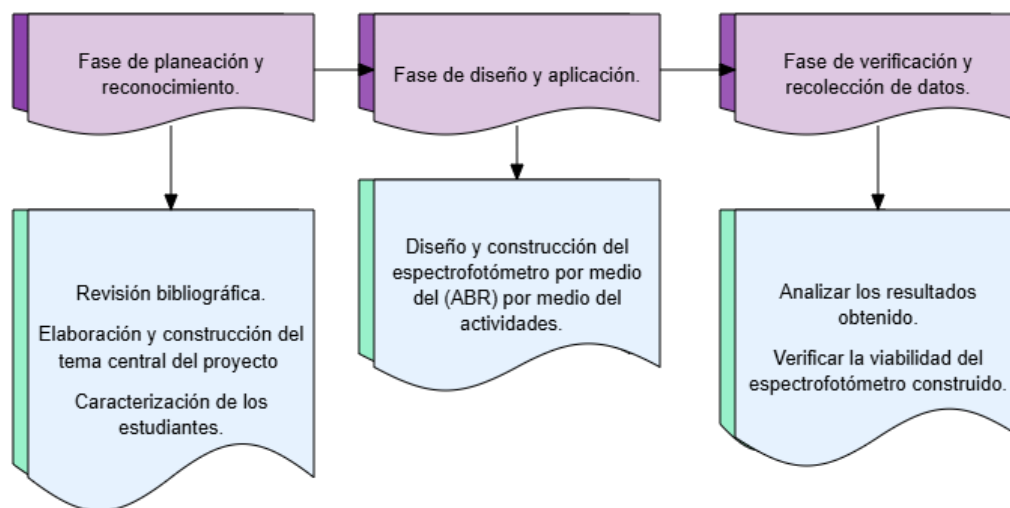


Figura 6 Etapas de investigación. Elaboración propia

7.3.1 Fase de planeación y reconocimiento

En la fase de planeación y reconocimiento se realizó una búsqueda de material bibliográfico, para delimitar el tema central del trabajo de investigación, tras este análisis se identificó la necesidad de trabajar el fortalecimiento de competencias científicas por medio del aprendizaje basado en retos, el cual se consideró el enfoque didáctico más adecuado para abordar el desarrollo de las competencias anteriormente mencionadas, con estos fundamentos teóricos establecidos se definió como componente conceptual y procedimental la construcción de un espectrofotómetro.

Como parte del desarrollo de esta investigación se elaboró un consentimiento informado que fue entregado a los estudiantes de métodos de análisis químicos II para su lectura y diligenciamiento, garantizando la ética de la investigación (Anexo A). Posteriormente se realizó una prueba diagnóstica (Anexo B) para determinar y caracterizar las competencias científicas presentes en los estudiantes, así mismo identificar los conocimientos que tienen sobre la espectrofotometría. Las competencias científicas a caracterizar fueron: Explorar

hechos y fenómenos, Analizar problemas, Formulación de hipótesis, Observar, recoger y organizar la información, Compartir resultados, Utilizar diferentes métodos de análisis y Evaluación de métodos.

A partir del instrumento de entrada se construyó la siguiente rúbrica de evaluación

Tabla 1. Rúbrica para la determinación de competencias científicas

Competencia	Excelente	Satisfactorio	Bajo
Explorar hechos y fenómenos	Demuestra una capacidad destacada para leer con el fin de explorar fenómenos, utiliza múltiples fuentes para investigar de manera crítica y realiza deducciones precisas y fundamentadas para identificar fenómenos y la situación problema.	Comprende fenómenos básicos, utiliza algunas fuentes de forma limitada y realiza deducciones correctas, aunque con poca profundidad.	Tiene dificultades para explorar fenómenos, no utiliza fuentes adecuadas y sus deducciones son incorrectas.
Analizar problemas	Usa diferentes fuentes de manera crítica para analizar problemas, propone soluciones creativas y fundamentadas y recolecta información relevante y organizada.	Utiliza algunas fuentes limitadas de análisis, propone soluciones funcionales parciales y recolecta información con algunas inconsistencias.	No usa fuentes relevantes, no propone soluciones o lo hace de manera incorrecta y la recolección de información es insuficiente.
Formulación de hipótesis	Elabora hipótesis claras creativas y bien fundamentadas, resumen con precisión los elementos a estudio y explica cómo se relacionan estos elementos dentro de la hipótesis	Formula hipótesis aceptables careciendo de fundamentos, resume los elementos principales con dificultad y establece relaciones entre ellas.	No Formula hipótesis o son incorrectas y no se tiene fundamentos.
Observar, recoger y organizar la información.	Determina las diferencias entre los datos de manera precisa, entiende su significado, y contrasta los	Identificas las diferencias entre los datos con cierta dificultad, interpreta los datos parcialmente y contrasta	No observa, ni recoge u organiza la información y

	datos obtenidos con fundamentos coherentes y consistentes.	algunos datos, pero sin argumentos.	tiene dificultades para para analizar datos.
Compartir resultados	Expresa ideas claras, transmite con convicción y seguridad sus resultados, y demuestra preparación y dominio del contenido.	Comunica ideas con algunas dificultades, transmite algo de seguridad, y tiene preparación del contenido.	Tiene dificultad para expresar sus ideas, falta convicción seguridad y preparación.
Utilizar diferentes métodos de análisis	Identifica y diferencia los componentes de un problema, organiza la información de forma lógica y comprende los significados de manera crítica.	Reconoce algunos componentes del problema con análisis superficial, organiza la información con dificultad y comprende algunos de los significados implícitos.	No identifica componentes, organiza información de manera incoherente y no comprende significados implícitos.
Evaluación de métodos	Comprará y discrimina resultados con argumentos sólidos, selecciona resultados de forma razonable y verifica la evidencia con precisión y consistencia.	Realiza comparaciones limitadas, selecciona resultados con un análisis básico y verifica la evidencia de manera parcial.	No compara ni discrimina resultados o selecciona resultados sin fundamentos y no verifica la evidencia presentada.

La prueba de entrada estuvo conformada por (7) siete preguntas, que hace referencia a las siete competencias científicas, descritas anteriormente. Vale la pena mencionar que de manera intencionada e idealizada las preguntas se plantearon desde un contexto educativo, relacionado con la técnica de espectrofotometría en la región Visible del espectro, a través de la primera parte del reto titulado “el misterio del agua multicolor” y estaban orientadas a los indicadores de las competencias objeto de estudio, tal como se puede apreciar en la tabla 2.

Tabla 2. Relación de las preguntas de la prueba diagnóstica con las competencias científicas y sus indicadores.

Pregunta de la prueba Diagnóstica	Relación con la competencia científica	Indicadores
“Busca el material y equipo de laboratorio que nos pueda ayudar en esta investigación descríbelo y cuéntame cómo lo utilizarías”	Explorar hechos y fenómenos	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad del estudiante por leer. - Utilizar diferentes fuentes para investigar fenómenos. - Hacer deducciones para identificar el fenómeno y la situación problema.
¿Qué factores podrían estar causando el cambio de color en el agua y como lo investigarías?	Analizar problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Uso de diversas fuentes para analizar el problema. - La propuesta y construcción de soluciones a los problemas planteados. - La recolección de información para resolver dichos problemas.
Basándote en lo que haz encontrado hasta el momento, formula tus propias teorías de ¿Por qué el agua está cambiando de color?, ¿Qué se esconde en la profundidad del agua?	Formulación de hipótesis	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar conjeturas preliminares. - Resumir los elementos que se someten a estudio. - Explicar cómo se relacionen dichos elementos dentro de las hipótesis.
Tu tarea para un mayor análisis de los datos es organizarlos y analizarlos ¿Qué revelan estos números	Observar, recoger y organizar la información	<ul style="list-style-type: none"> - Cuantificar la diferencia entre los datos recogidos. - Captar su significado.

sobre la misteriosa agua de Medellín?		- Establecer, comprender y contrastar los datos obtenidos.
¿Qué puedes deducir sobre la causa del cambio de color en el agua?	Utilizar diferentes métodos de análisis	- Identificar y diferenciar los diversos componentes de un problema. - Organizar las partes que lo componen. - Conocer los significados implícitos.
¿De qué manera creativa le presentarías la verdad detrás del misterio del agua?	Compartir resultados	- Expresar sus ideas. - Transmitir seguridad y convicción. - Demostrar preparación en sus exposiciones
¿Qué tan efectivos fueron los métodos teóricos que utilizaste en tu investigación? ¿Qué otros métodos de análisis químicos utilizarías para ayuda del misterio del agua?	Evaluación de métodos	- Comparar y discriminar resultados. - Seleccionar resultados basados en argumentos razonados. - Verificar el valor de la evidencia.

Los resultados obtenidos proporcionaron la información de las competencias científicas a fortalecer durante la investigación, así mismo diseñar estrategias didácticas específicas que favorecieran el desarrollo de las competencias seleccionadas en el contexto del aprendizaje basado en retos.

7.3.2 Fase de diseño y aplicación

Durante la fase de diseño y aplicación, se realizó una serie de guías, para la construcción del espectrofotómetro por medio del Aprendizaje Basado en Retos (ABR), cabe aclarar que se realizó la construcción de dos modelos diferentes, un modelo básico que realizaron los estudiantes y otro modelo más estructurado realizado por la presente autora. Las actividades que orientaron la gestión del reto “Del espectro a la solución: Un viaje científico” realizadas constaron de cuatro (4) sesiones descritas en la tabla 3.

Tabla 3 Fases proyecto de investigación.

Etapa	Sesión	Actividades
Inicial	1	- Consentimiento Informado - Contextualización y prueba de entrada
Intermedia	2	- Conocimientos previos sobre la electrónica requerida por medio de la guía de como prender Leds
Intermedia	3	- Construcción de la parte electrónica del espectrofotómetro.
Final	4	- Laboratorio para comprobar el funcionamiento del espectrofotómetro construido

Para la segunda sesión se elaboró una guía de como prender un Led (Anexo C) con el objetivo de que los estudiantes adquirieran conocimientos básicos y esenciales sobre el funcionamiento de la electrónica, que fueron elementos requeridos como fundamento para aplicar estos conceptos en la construcción de un espectrofotómetro. Los estudiantes realizaron las actividades propuestas que incluyeron la construcción y manipulación de circuitos básicos para aplicar conceptos de electrónica, inicialmente los estudiantes aprendieron a prender un Led en una protoboard, comprendiendo conceptos claves, como las conexiones de resistencias, buses y pistas, afrontaron el reto de encender tres led simultáneamente, con y sin pulsadores, documentando los posibles problemas y las soluciones implementadas.

Finalmente conocieron y aprendieron a utilizar la plataforma Arduino al conectar la placa de desarrollo Uno y la protoboard al programa con las siguientes configuraciones específicas

- Significado de las líneas de código.
 - *void setup ()* se refiere a aquellas tareas que se ejecuta una vez.
 - *void loop ()* se refiere a aquellas tareas que se ejecutan siempre.
 - *pinMode* se refiere a los pines de la placa de desarrollo que voy a utilizar.
 - *INPUT* y *OUTPUT* se refiere a entrada y salida.
- Ejemplo (*pinMode*, *OUTPUT*);

- digitalWrite se refiere al estado de alto o bajo
 - HIGH se refiere a que el LED se prenda
 - LOW se refiere a que el LED se apague
- Ejemplo (pinMode, HIGH);
- delay se refiere al tiempo que se va a realizar la acción, se debe ingresar en milisegundos
 - En Select Board debemos seleccionar la placa de desarrollo Uno que vamos a conectar al programa.
 - Siempre se debe cerrar los paréntesis y terminar en ;
 - Una vez escrito los códigos se oprime el ➡

Para la tercera sesión se determinó por medio de la prueba diagnóstica que las tres competencias científicas a fortalecer durante este trabajo de investigación serían: Explorar hechos y fenómenos, Observar recoger y la organizar información y Evaluación de métodos. En esa sesión se realizó la construcción interna del espectrofotómetro, (Anexo D) desde los conocimientos de la electrónica y la espectrofotometría, los estudiantes trabajaron con un Led RGB que actúa como la fuente de radiación del espectrofotómetro, que al conectarlo con la protoboard, resistencias, placa de desarrollo Uno y el programa de Arduino, se retó a los estudiantes a programar un ciclo de colores y documentar el proceso con registro fotográfico y códigos personalizados, posteriormente se incorpora un fotorresistor LDR, que actúa como detector, este montaje se aísla en una caja totalmente negra para evitar interferencia lumínica. Al final de la actividad los estudiantes realizaron una serie de retos relacionados con las competencias científicas seleccionadas a desarrollar, descritas en la tabla 4.

Tabla 4. Actividades de la guía construcción de un espectrofotómetro relacionadas con las competencias científicas.

Actividad	Competencia científica	Indicadores
¿Qué fenómenos físicos están involucrados en la absorción de la radiación electromagnética en la región visible en el espectrofotómetro?	Explorar hechos y fenómenos	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad del estudiante por leer. - Utilizar diferentes fuentes para investigar fenómenos. - Hacer deducciones para identificar el fenómeno y la situación problema.

Proponga detalladamente otra estrategia para encender el Led RGB por medio del programa Arduino.	Observar, recoger y organizar la información	<ul style="list-style-type: none"> - Cuantificar la diferencia entre los datos recogidos. - Captar su significado. - Establecer, comprender y contrastar los datos obtenidos.
¿Cómo se podría mejorar la precisión del espectrofotómetro construido e indique las limitaciones que presenta el uso de un Led RGB como fuente radiación en comparación con una lámpara de tungsteno o deuterio?	Evaluación de métodos	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar y discriminar resultados. - Seleccionar resultados basados en argumentos razonados. - Verificar el valor de la evidencia.

7.3.3 Fase de verificación y recolección de datos

En la fase final de la investigación se implementó una práctica de laboratorio (Anexo E) que permitió a los estudiantes poner a prueba el espectrofotómetro construido por ellos, esta práctica se realizó mediante el uso del espectrofotómetro construido y se centró en abordar problemas experimentales relacionados con la calidad del agua incluyendo una serie de preguntas diseñadas para evaluar si los estudiantes lograron desarrollar las competencias científicas seleccionadas: Explorar hechos y fenómenos, observar recoger y la organizar información y evaluación de métodos.

Para colocar a prueba el espectrofotómetro construido por ellos se realizó un laboratorio (Anexo D), para determinar la demanda química de oxígeno en una muestra de agua (diferente para cada grupo) mediante un método espectrofotométrico en la región visible.

Se planteó una serie de actividades en el informe de laboratorio según las competencias científicas a desarrollar

Tabla 5. Actividades propuestas en la guía de laboratorio.

Actividad	Competencia científica	Indicadores
-----------	------------------------	-------------

<p>Investigar una noticia reciente sobre la contaminación de materia orgánica en el agua en Colombia, describir el lugar que está siendo afectado, los tipos de contaminantes, sus causas, consecuencias, analizar las acciones que han sido tomadas para resolver el problema, y reflexionar sobre si es efectiva y como la construcción del espectrofotómetro podría ayudar al monitoreo ambiental en el agua.</p>	<p>Explorar hechos y fenómenos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidad del estudiante por leer. - Utilizar diferentes fuentes para investigar fenómenos. - Hacer deducciones para identificar el fenómeno y la situación problema.
<p>Describir de manera precisa los materiales, reactivos utilizados, el aspecto de la muestra a analizar, y los pasos a seguir en la determinación de DQO. (Diagrama de flujo) Relacionar las absorbancias arrojadas por el espectrofotómetro construido con las concentraciones de la curva de calibración, determinar la concentración de materia orgánica en la muestra problema y analizar si existe una tendencia entre los parámetros y que significa esto respecto a la calidad de agua.</p>	<p>Observar, recoger y organizar la información</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cuantificar la diferencia entre los datos recogidos. - Captar su significado. - Establecer, comprender y contrastar los datos obtenidos.
<p>Comparar los resultados obtenidos del espectrofotómetro construido con el espectrofotómetro de la universidad, identifica fuentes de error en el procedimiento, técnicas instrumentales, entorno, etc. Evaluar y analizar la precisión y confiabilidad del espectrofotómetro construido con posibles ventajas, limitaciones mejoras y su utilidad en contextos donde no cuenten con equipos de alta gama o profesiones.</p>	<p>Evaluación de métodos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar y discriminar resultados. - Seleccionar resultados basados en argumentos razonados. - Verificar el valor de la evidencia.

8. Análisis de resultados

En este apartado se presentan los resultados obtenidos durante la implementación de este trabajo de investigación.

8.1 Prueba de entrada

La prueba de entrada está dirigida a 17 estudiantes de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica que cursan el espacio académico de métodos de análisis químico II, de las cuales se recibieron 16 respuestas, esta tenía como objetivo identificar las competencias científicas al resolver una serie de preguntas relacionadas con el uso de la espectrofotometría UV-Vis por medio de una situación problema llamada “El misterio del agua multicolor”, ya que el enfoque pedagógico del aprendizaje basado en retos plantea que se debe involucrar activamente al estudiante en una situación problema real, significativa y relacionada con su entorno, lo que le implica definir un reto e implementar para este una solución. (Oscar Bolaños, s.f)

La prueba diagnóstica arrojó los resultados que se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados prueba diagnóstica.

Competencia	Excelente	Satisfactorio	Bajo	Total, de estudiante
Explorar hechos y fenómenos	0	10	6	16
Analizar problemas	4	10	2	16
Formulación de hipótesis	6	8	2	16
Observar, recoger y organizar la información	2	6	8	16
Utilizar diferentes métodos de análisis	6	7	3	16
Compartir resultados	3	9	4	16
Evaluación de métodos	3	8	5	16

Con las respuestas proporcionadas, los estudiantes mostraron un desempeño destacable en las competencias científicas: formulación de hipótesis y el uso de diferentes métodos de

análisis con 6 estudiantes alcanzando un nivel excelente, evidenciando la capacidad para proponer teorías claras, fundamentadas aspecto que se evidencia en la siguiente respuesta *“Hay minerales como el manganeso o el hierro que pueden reaccionar con la radiación solar haciendo que haya un cambio en las propiedades ópticas. Además, algunos microorganismos fotosintéticos pueden hacer que hay un cambio de color en el agua; algunos de estos microorganismos pueden ser: las algas o el fitoplancto, para que fuera más efectivo el trabajo de investigación podría llevarse a cabo la medición de concentración de clorofila en el agua en diferentes momentos del día”*. y aplicar metodologías diversas para obtener resultados significativos, como se demuestra a continuación *“Considero que hay diferentes metodologías para analizar las muestras, sin embargo, conozco diferentes fuentes bibliográficas donde se habla sobre el análisis del agua (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater), los estándar methods cuentan con procedimientos, análisis y detallan de manera clara los pasos o métodos para el análisis de una fuente hídrica o muestra de agua. Adjunto links del lugar donde he visualizado acerca del método:*
<https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/SMWW.2882> y
file:///C:/Users/lcpin/Downloads/SMWW_4000-6000.pdf Cabe mencionar que son métodos que se pueden llegar a emplear en otras regiones o en otros países. “

Se puede evidenciar que las competencias seleccionadas para fortalecer durante este trabajo de investigación fueron: Explorar hechos y fenómenos, observar, recoger y organizar la información y evaluación de métodos. Ya que los resultados reflejan que el rendimiento en estas competencias se sitúa en la categoría bajo, reflejando dificultades en el manejo de los datos, su organización coherente, el análisis de los métodos, la interpretación y relación de la información obtenida.

Algunas respuestas de la prueba diagnóstica de las competencias científicas fueron:

- Explorar hechos y fenómenos
“El espectrofotómetro, permite medir la cantidad de radiación electromagnética que una sustancia absorbe en el rango de la región ultravioleta y visible del espectro electromagnético.” (Estudiante de MAQ II, 2025).

“Materiales para realizar la investigación: - Espectrofotómetro UV-VIS: Equipo que permite analizar la absorción de la luz en diferentes longitudes de onda, permitiendo conocer los elementos y sustancias presentes en la muestra. - Celdas de cuarzo o vidrio: Recipiente donde se le introduce las muestras, además están fabricadas para que haya un paso de la Luz para el análisis de la misma. - Fuente de Luz UV-VIS: Ayuda en el análisis de la muestra, permite e indica la longitud de onda en el que se encuentra la muestra problema. Computadora con el software: Se utiliza para obtener los datos, los gráficos y tener claridad en los resultados. - Muestra problema: Se agrega para conocer y realizar el estudio. Patrón o muestra blanco: Se emplea para saber si la celda de cuarzo ha quedado ubicada, así mismo para obtener valores certeros. -Papel para limpiar la celda: Se emplea para limpiar las celdas y no dejar residuos de algodón u otro. -Frasco con agua desionizada: Se emplea para limpiar las celdas de cuarzo, cuando se va a realizar el análisis con varios patrones.” (Estudiante de MAQ II, 2025).

La primera respuesta está clasificada en el nivel bajo ya que, con base en la rúbrica anteriormente descrita, esta presenta una descripción limitada sobre el funcionamiento del espectrofotómetro y no se evidencia una exploración profunda, ni deducciones fundamentadas. Por otro lado, la segunda respuesta se ubica en el nivel satisfactorio ya que, aunque detalla de manera funcional los materiales requeridos, el nivel de análisis y crítica es limitado con respecto a la situación problema planteada.

- Observar, recoger y organizar la información

“En los datos evidenciados se identifica el dato 3es de las 8:00 am se logra una absorbancia de 599,9 nm” (Estudiante de MAQ II, 2025).

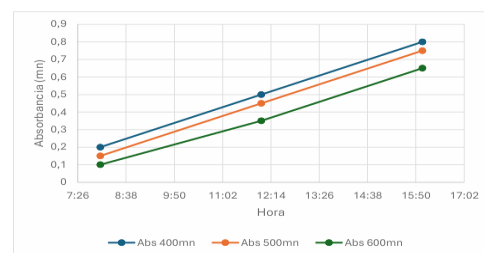
“

“

Tabla 1: Datos de absorbancia.

Hora (min)	Absorbancia (mn)		
	Abs 400mn	Abs 500mn	Abs 600mn
8:00	0,2	0,15	0,1
12:00	0,5	0,45	0,35
16:00	0,8	0,75	0,65

Fuente: Autora (2025)



Fuente: Autora (2025)

Figura 7 Respuesta (Estudiante de MAQ II, 2025).

La primera respuesta mencionada en la competencia científica de observar, recoger y organizar la información se clasifica en el nivel bajo, ya que está incompleta, no se organiza la información de manera adecuada, y no proporciona argumentos o un análisis de los datos observados. En la segunda respuesta se logra identificar patrones y una mejor interpretación de los datos, clasificándola en el nivel satisfactorio ya que carece de un contraste y análisis de datos.

- Evaluación de métodos

“El método de espectrometría cumple el objetivo de identificar que el agua no se encuentra dentro de sus parámetros normales, por lo tanto, se puede decir que este cumple la función para esta investigación.” (Estudiante de MAQ II, 2025).

“Las posibles causas que genere el cambio de color del agua, podría ser ciertas bacterias, algas o microorganismos que ocasiona cierta pigmentación en el agua con la luz solar o la temperatura. También podría ser por la contaminación que podría haber en el agua de Medellín teniendo ciertas sustancias tóxicas que cambie el pH, liberando sustancias ácidas o básicas que afecten.” (Estudiante de MAQ II, 2025).

La primera respuesta no discrimina, ni selecciona resultados, no propone otro método de análisis que se pueda complementar o contrastar con el método espectrofotométrico por lo cual es clasificada en el nivel bajo. La segunda respuesta propone hipótesis y factores que podrían influir en el cambio del color del agua, verificando la evidencia de manera parcial. Sin embargo, no menciona otro método de análisis por lo cual es clasificada en el nivel satisfactorio.

A partir del análisis de estas competencias científicas se diseñaron actividades específicas para fortalecer y mejorar aquellas competencias caracterizadas.

8.2 Prototipo del espectrofotómetro

En este apartado se encontrarán los fundamentos y funcionamiento de la construcción del espectrofotómetro construido.

8.2.1 Funcionamiento interno y electrónico del Espectrofotómetro

Este dispositivo, o sistema embebido, se controla a través de un microcontrolador, específicamente el ESP 32. Está diseñado para medir la transmitancia y absorbancia de una muestra. Para ello, se utiliza un sensor LDR, que consiste en una resistencia eléctrica cuyo valor cambia según la intensidad de luz que recibe (Industriasgsl, 2022). Esta luz es emitida por un LED RGB.

8.2.2 Componentes:

Para la construcción del espectrofotómetro se necesitaron los materiales descritos en la tabla 7.

Tabla 7. Componentes del espectrofotómetro.

Placa de desarrollo ESP 32	Pulsadores
Sensor LDR	Led RGB
Pantalla LCD	Motor paso a paso

8.2.3 Funciones

1. **Control motor paso a paso:** Permite al usuario desplazarse por las diferentes muestras que puede ser leídas por el sistema.
2. **Menú de navegación:** Permite al usuario interactuar con el dispositivo mediante la selección de las opciones o instrucciones a realizar por el espectrofotómetro.
3. **Medición de luz con LDR:** El LDR mide la intensidad de luz que atraviesa la muestra. Se calcula la transmitancia (porcentaje de luz que pasa) y la absorbancia (logaritmo de la inversa de la transmitancia).
4. **Muestra de resultados:** Se presenta los datos al usuario mediante la pantalla LCD o monitor serial por conexión al computador.

En la figura 7 se encuentra el paso a paso para el funcionamiento del espectrofotómetro.

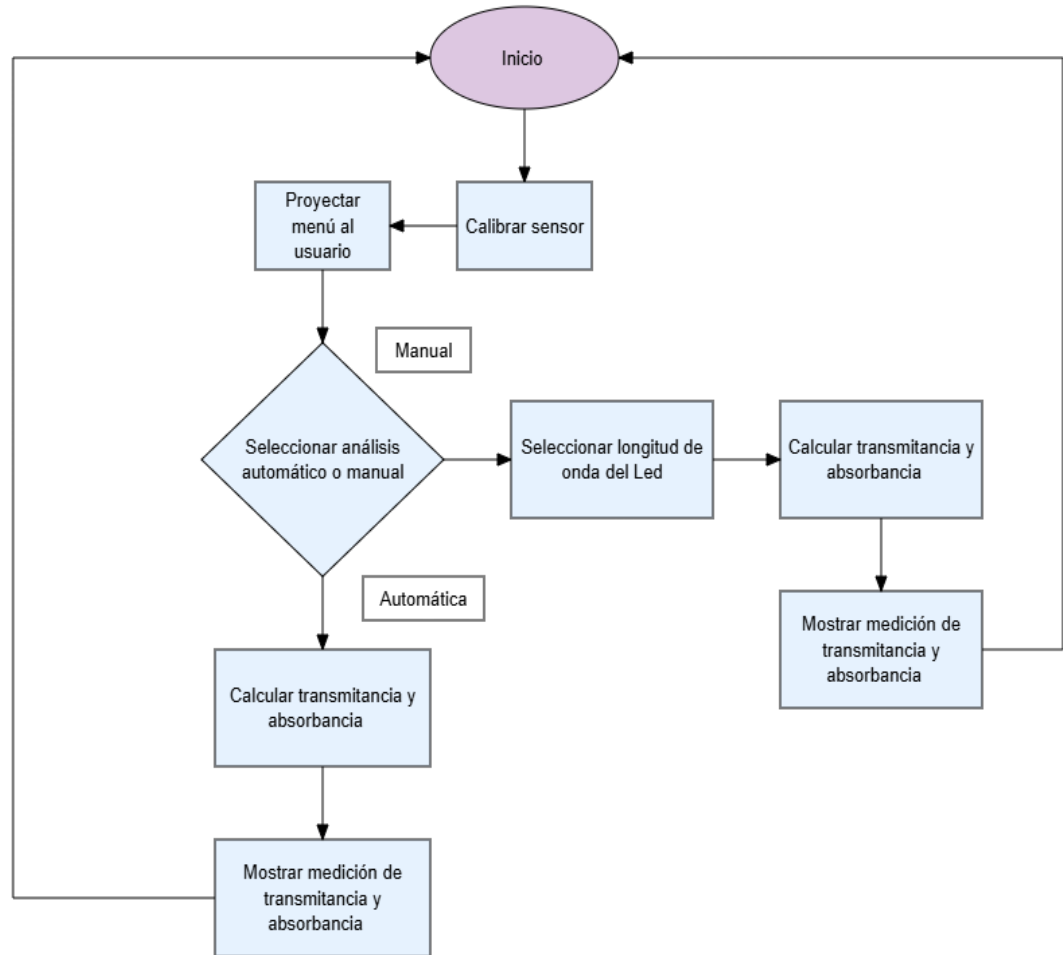


Figura 8 Paso a paso para el funcionamiento del espectrofotómetro. Elaboración propia.

8.2.4 Programación y funcionamiento del espectrofotómetro

Se inicia declarando o definiendo los pines que se emplean en la tarjeta de desarrollo ESP 32 para la conexión del sensor, pulsadores y led RGB

```

// Pines de los botones
int pinUp = 35; // Botón "Arriba"
int pinDown = 32; // Botón "Abajo"
int pinSelect = 34; // Botón "OK"
int pinBack = 33; // Botón "Atrás"
  
```

Estos corresponden a los botones que emplea el usuario para navegar en el menú para ello en esta conexión se emplea la configuración de resistencia PULLDOWN, consiste que el pulsador se encuentra conectado a una resistencia la cual establece un estado lógico en uno de los pines de la tarjeta de desarrollo cuando se encuentra en reposo, es decir el usuario no ha presionado el pulsador. En este caso al ser resistencia PULLDOWN como se evidencia en la figura 8, establece un estado bajo, es decir, se está entregando al pin de la tarjeta o la caída de tensión sobre la resistencia es de 0 voltios (Hernández, 2022).

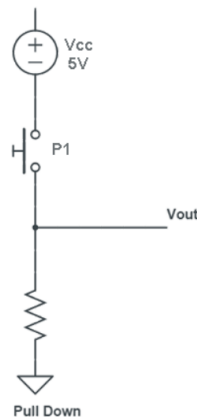


Figura 9 Resistencia Pull Down. (Programación. S.f).

Se define los pines de conexión para los motores

```
Stepper stepperX(stepsPerRevolution, 19, 5, 18, 17); // Motor X
Stepper stepperY(stepsPerRevolution, 25, 26, 27, 14); // Motor Y
```

Definición de los pines para LED RGB

```
const int ledPin1 = 23; // Rojo
const int ledPin2 = 15; // Verde
const int ledPin3 = 2; // Azul
```

Al iniciar el encendido del dispositivo el LED RGB permanece apagado, dado que este utiliza un ánodo común, implementado cada uno de los pines que establece el color identificado con la letra que los representa como se observa en la figura 9, se envía un estado bajo (0) para encender el Led RGB ya que los tres leds o colores comparten un

terminal positivo común, y por el contrario para apagar totalmente el Led se envía el estado contrario en este caso un estado alto o 5 voltios.

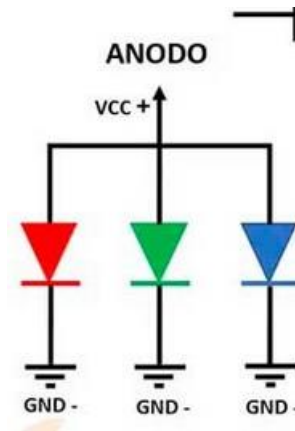


Figura 10 Resistencia Pull Down. (Programación. S.f).

```
void loop() {  
digitalWrite(ledPin1, 255);  
digitalWrite(ledPin2, 255);  
digitalWrite(ledPin3, 255);
```

Para encender el color deseado se envía un valor de 0 y los colores que no se desea a usar se envía un valor alto o el máximo, para obtener colores como el amarillo y violeta o blanco se hace la combinación de colores como se puede apreciar a continuación.

```
if (color == 0) {  
lcd.print("Rojo...");  
analogWrite(ledPin1, 0); // Rojo  
analogWrite(ledPin2, 255);  
analogWrite(ledPin3, 255);  
} else if (color == 1) {  
lcd.print("Verde...");  
analogWrite(ledPin1, 255); // Verde
```

```

analogWrite(ledPin2, 0);
analogWrite(ledPin3, 255);
} else if (color == 2) {
lcd.print("Azul...");
analogWrite(ledPin1, 255); // Azul
analogWrite(ledPin2, 255);
analogWrite(ledPin3, 0);
} else if (color == 3) {
lcd.print("Amarillo...");
analogWrite(ledPin1, 0); // Amarillo (Rojo + Verde)
analogWrite(ledPin2, 0);
analogWrite(ledPin3, 255);
} else if (color == 4) {
lcd.print("Magenta...");
analogWrite(ledPin1, 0); // Violeta (Rojo + Azul)
analogWrite(ledPin2, 255);
analogWrite(ledPin3, 0);
} else if (color == 5) {
lcd.print("Blanco...");
analogWrite(ledPin1, 0); // Blanco (Rojo + Verde + Azul)
analogWrite(ledPin2, 0);
analogWrite(ledPin3, 0);
}

```

El control de los motores paso a paso para el desplazamiento de los sensores se emplea la librería Stepper, este motor se caracteriza por tener un principio de funcionamiento al emplear la rotación del campo magnético que permite controlar el ángulo de rotación y la velocidad del motor (García, 2011). Estos motores se componen de dos bobinas, que tienen una derivación en el centro. Las conexiones de la sección central de las bobinas se unen a una alimentación +, y los extremos de las bobinas se conectan a tierra, de manera alternada, a fin de cambiar el sentido de giro de la máquina motor. Así se simplifican el control de la

máquina motor, ya que se permite la conexión de las bobinas sin necesidad de cambiar la polaridad de la alimentación (García, 2011) .

```
void motorManual(Stepper &motor, const char *eje) {
  lcd.clear();
  lcd.print("<- " + String(eje) + " Positiva");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("-> " + String(eje) + " Negativo");
  motor.setSpeed(15); // Velocidad en RPM del motor
  while (millis() - startTime < 30000) {
    if (digitalRead(pinUp) == HIGH) {
      motor.step(-100); // Gira en sentido antihorario, número de pasos 100
      startTime = millis(); // Reinicia el contador de inactividad
    }
    if (digitalRead(pinDown) == HIGH) {
      motor.step(100); // Gira en sentido horario, numero de pasos 100
      startTime = millis();
    }
    if (digitalRead(pinBack) == HIGH) break;
    delay(50); // tiempo de cambios para evita movimientos bruscos
  }
}
```

8.2.5 Medición de transmitancia y absorbancia

Para realizar las mediciones de transmitancia y absorbancia, se emplea el sensor LDR, que como se menciona anteriormente en el documento presenta una variación en la resistencia de acuerdo con la intensidad de luz que está detectando.

Se inicia con la calibración del sensor

```
void calibrarLDR() {
  lcd.clear();
  lcd.print("Calibrando...");
}
```

```

delay(1000);
LDRValorMaximo = analogRead(LDRAnalog);
lcd.clear();
lcd.print("Valor max: ");
lcd.print(LDRValorMaximo);
delay(2000);
}

```

Se toma el valor máximo sin ubicar la muestra, se mide la intensidad de luz emitida por el led, este valor se lee en (analogRead (LDRAnalog)), que será almacenado en LDRValorMaximo.

La transmitancia se obtiene a partir del porcentaje de luz que atraviesa la muestra con respecto a la luz emitida por el led

$$Transmitacion = \left(\frac{LDRValor}{LDRValorMaximo} \right) X 100$$

```

// Leer el valor actual del LDR con muestra
int LDRValue = analogRead(LDRAnalog);
// Calcular la transmitancia (%)
transmitancia = ((float)LDRValue / LDRValueMax) * 100.0;

```

Una vez tomada esta medida, se procede a calcular la absorbancia el cual se realiza mediante algoritmo base 10 de la inversa de la transmitancia.

$$A = -\log_{10} \left(\frac{Transmitacion}{100} \right)$$

```

if (transmitancia > 0) {
    absorbancia = -log10(transmitancia / 100.0); // Transmitancia en fracción (0.0-1.0)
} else {
    absorbancia = 2.0; // Evita infinito si Transmitancia = 0%
}

```

La metodología presentada anteriormente detalla el funcionamiento y programación del espectrofotómetro desarrollado, garantizando un enfoque sistemático. Cada componente y función del dispositivo ha sido cuidadosamente seleccionada y configurada para cumplir con los objetivos planteados de este trabajo de investigación.

8.2.6 Comparación

A continuación, se presenta la tabla 8 que establece una comparación entre las partes principales del espectrofotómetro comercial y el espectrofotómetro construido.

Tabla 8. Comparación entre espectrofotómetro profesional y espectrofotómetro construido.

Parte	Espectrofotómetro profesional	Espectrofotómetro construido
Fuente de Luz	Lámpara de tungsteno o deuterio.	Led RGB
Compartimiento de muestra	Cubeta de cuarzo o vidrio de alta precisión	Cubeta de plástico o vidrio estándar
Detector	Fotodiodos o fotomultiplicadores	Sensor LDR
Registrador	Pantalla digital	Pantalla LCD

El espectrofotómetro construido por los estudiantes de métodos de análisis químicos II y la autora, durante este trabajo de investigación presenta algunas ventajas y desventajas evidenciadas en la tabla 9 reflejando su funcionalidad en contextos educativos y con recursos limitados. Comprendiendo su potencial como una herramienta accesible para el desarrollo de competencias científicas.

Tabla 9. Desventajas y Ventajas del espectrofotómetro construido.

Aspecto	Ventajas	Desventajas
----------------	-----------------	--------------------

Costo	Bajo costo para la construcción, accesible para contexto educativos con recursos limitados.	Los componentes de bajo pueden reducir la precisión.
Diseño	Adaptable según las necesidades del entorno.	Menos durabilidad en comparación con espectrofotómetros profesionales.
Funcionalidad	Ideal para prácticas educativas en las instituciones escolares.	Carece de funciones avanzadas.
Movilidad	Más compacto y fácil de transportar.	Estabilidad en ambientes externos.

8.3 Guía Construcción de un espectrofotómetro

Como parte del desarrollo de este trabajo de investigación, se elaboró una guía de la construcción de un espectrofotómetro (Anexo D) que tiene como reto que los estudiantes construyeran la parte interna del espectrofotómetro aplicando fundamentos de electrónica y programación en la placa de desarrollo Uno permitiendo comprender principios teóricos como los aspectos prácticos necesarios para el diseño y funcionamiento del espectrofotómetro.

Las competencias planteadas en la tabla 10 se realizaron por grupos de laboratorio, (5) cinco grupos conformados por (3) tres estudiantes y un (1) grupo conformado por (2) dos estudiantes, a partir de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados consolidados para los grupos.

Tabla 10. Actividades planteadas etapa intermedia.

Competencia	Excelente	Satisfactorio	Bajo	Total, de grupos
-------------	-----------	---------------	------	------------------

Explorar hechos y fenómenos	3	3	0	6
Observar, recoger y organizar la información	2	4	0	6
Evaluación de métodos	3	3	0	6

En esta sección se presentan algunas respuestas proporcionadas por los estudiantes a las actividades descritas en la guía

- Explorar hechos y fenómenos

“Los fenómenos físicos que se encuentran asociados a la absorción de la radiación electromagnética en la región visible en el espectrofotómetro refieren a una interacción muy importante, como la que ocurren entre la radiación y los electrones, para generar la excitación de estos, y, por tanto, una transición electrónica. Lo anterior, teniendo en cuenta que, para producir una absorción de radiación, resulta necesario que la energía del fotón excitante, es decir, el incidente, iguale la diferencia de energía entre el estado fundamental y uno de los estados excitados de la especie que absorbe dicha radiación. De igual forma, partiendo de la técnica referente a la espectrofotometría, se debe considerar la espectroscopía de absorción, ya que al decir que una sustancia química absorbe luz de longitud de onda λ , quiere decir que las moléculas de dicha sustancia absorben fotones de esa longitud de onda específica. En este punto, el pico máximo es un indicativo de la longitud de onda en la que la sustancia absorbe con mayor intensidad, lo cual está relacionado con una transición electrónica específica.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

“En la absorción de radiación electromagnética en la región visible, intervienen algunos fenómenos físicos relacionados con la interacción de la luz con la materia. Algunos principales son la excitación electrónica: cuando una molécula absorbe fotones de ciertas longitudes de onda (dentro del espectro visible, entre 400 y 700 nm), los electrones en sus orbitales más bajos absorben la energía y saltan por la

excitación a niveles más altos de energía. La transición solo ocurre si la energía del fotón coincide con la diferencia entre los niveles de energía electrónicos del material. Otro fenómeno a ciertas condiciones que también puede intervenir son las vibraciones moleculares o interacciones dipolares, aunque en el espectro visible el cambio electrónico es el más predominante. La intensidad de la luz absorbida depende de la concentración de la sustancia y del camino óptico, como lo describe la ley de Beer-Lambert. Este proceso es clave en el funcionamiento de un espectrofotómetro, que mide la cantidad de luz absorbida para una muestra donde se analiza su composición o concentración.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

La primera respuesta se sitúa en el nivel satisfactorio ya que describe los fenómenos físicos relacionados con la absorción de la radiación electromagnética, realiza deducciones correctas, aunque con poca profundidad, lo cual se refleja en *“Los fenómenos físicos que se encuentran asociados a la absorción de la radiación electromagnética en la región visible en el espectrofotómetro refieren a una interacción muy importante, como la que ocurren entre la radiación y los electrones, para generar la excitación de estos, y, por tanto, una transición electrónica. Lo anterior, teniendo en cuenta que, para producir una absorción de radiación, resulta necesario que la energía del fotón excitante, es decir, el incidente, iguale la diferencia de energía entre el estado fundamental y uno de los estados excitados de la especie que absorbe dicha radiación”*. Por otro lado, la segunda respuesta está en el nivel excelente puesto que identifica múltiples fenómenos físicos fundamentando su análisis utilizando la Ley de Beer-Lambert, al indicar que *“La intensidad de la luz absorbida depende de la concentración de la sustancia y del camino óptico, como lo describe la ley de Beer-Lambert”* y relacionando la teoría con el funcionamiento del espectrofotómetro.

Con los resultados obtenidos los estudiantes mostraron un desempeño equilibrado, en la competencia de explorar hechos y fenómenos, con (3) tres grupos alcanzando el nivel excelente y (3) tres grupos en el nivel satisfactorio, destacando la capacidad de identificar los fenómenos físicos involucrados en la absorción de la radiación electromagnética.

Observar, recoger y organizar la información

“ <https://youtu.be/ZmelxJDnojo> “ (Estudiantes de MAQ II, 2025).

“Infografía espectrofotómetro”

al enfoque de la luz emitida ayudaría a una menor dispersión de la luz por la caja evitando que la luz viaje por toda la caja o podría crearse un camino óptico directo a la muestra de esta forma la luz seguiría un camino recto a la muestra dando una medida más precisa. Las limitaciones que presenta un led RGB son que la intensidad de la luz que entra en la muestra es menor que en la de una lámpara de tungsteno o deuterio. La continua toma de muestras afectaría los datos obtenidos debido a la carga energética que hay en el led RGB a diferencia de una lámpara de tungsteno o deuterio que pueden tener una continua toma de muestra y se calentarán más lento que el led y su margen de error sería menor.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

“Algunas opciones pueden ser por ejemplo mejorar la colimación y la alineación del haz de luz utilizando lentes y rendijas adecuadas para asegurar que la luz que incide sobre la muestra sea lo más homogénea posible, otra sugerencia puede ser utilizar un detector de luz más sensible y calibrado además de las condiciones físicas para eliminar fuentes de luz externa o las vibraciones y para terminar con las sugerencias o alternativas para mejorar la precisión recordamos que el uso del LED RGB, presenta una limitación en cuanto a la luz que emite en picos estrechos y no en un espectro continuo como una lámpara de tungsteno (visible) o deuterio (UV), lo que restringe la longitud de onda disponible y reducirá la capacidad del espectrofotómetro para realizar los análisis espectrales más completos.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

La primera respuesta presenta propuestas claras y funcionales para mejorar la precisión del espectrofotómetro, al indicar que *“Para mejorar la precisión del espectro fotómetro es necesario la buena alineación del led RGB con el fotorresistor pues a diferencia de uno real las vibraciones o el movimiento pueden causar que la muestra salga de foco o que el led y el fotorresistor se desalineen y la lectura sería errónea”* sin embargo no profundiza en los fundamentos ni realiza comparaciones detalladas clasificándola en el nivel satisfactorio. Puesto que la segunda respuesta propone múltiples estrategias coherentes para mejorar la precisión, fundamenta críticamente las limitaciones mostrando un análisis profundo, como se refleja a continuación *“Otra sugerencia puede ser utilizar un detector de luz más sensible y calibrado además de las condiciones físicas para eliminar fuentes de luz*

externa o las vibraciones y para terminar con las sugerencias o alternativas para mejorar la precisión recordamos que el uso del LED RGB, presenta una limitación en cuanto a la luz que emite en picos estrechos y no en un espectro continuo como una lámpara de tungsteno (visible) o deuterio (UV), lo que restringe la longitud de onda disponible y reducirá la capacidad del espectrofotómetro para realizar los análisis espectrales más completos” por lo que se clasifica en el nivel excelente.

Los estudiantes plantearon mejoras para el espectrofotómetro construido como la alineación del led RGB, el uso de colimadores y lentes para aumentar la precisión, logrando así que (3) tres grupos alcanzaran el nivel excelente y los otros (3) grupos el nivel satisfactorio.

Estas actividades planteadas fueron fundamental para que los estudiantes aplicarán conociendo adquiridos anteriormente en la guía de como prender un LED y conocimientos en la espectrofotometría, fortaleciendo competencias científicas y el trabajo colaborativo, ya que en el aprendizaje basado en retos, “se espera que el alumno aplique conocimientos previos, sea curioso, participe y contribuya al trabajo del grupo, que sea colaborativo, tenga habilidades interpersonales y comportamiento profesional, ayude a sus compañeros y contribuya al proceso del grupo, que haga evaluaciones críticas en donde analice problemas” (Oscar Bolaños. s.f).

8.4 Práctica de Laboratorio

A partir del informe de laboratorio se registraron los siguientes resultados

Tabla 11. Resultados guía de laboratorio.

Competencia	Excelente	Satisfactorio	Bajo	Total, de grupos
Explorar hechos y fenómenos	6	0	0	6
Observar, recoger y organizar la información	5	1	0	6
Evaluación de métodos	3	3	0	6

En cuanto a la competencia de explorar hechos y fenómenos los (6) seis grupos alcanzaron un nivel excelente, demostrando su capacidad para explorar fenómenos, investigar de manera crítica y realiza deducciones precisas para identificar fenómenos y relacionarlos con la calidad del agua en Bogotá, destacando y proponiendo soluciones fundamentadas como se puede evidenciar en la siguiente respuesta.

“Fecha: 10 de octubre de 2016 Informe técnico: Residuos y vertimientos de canales bajaron el oxígeno Lugar: Cali Metodología para hallar el problema de la contaminación en la fuente hídrica: Se analizaron los datos en los días del primero y segundo de octubre, obtenidos por la Estación de Monitoreo continuo de Calidad del Agua localizada sobre el río Cauca a 7 kilómetros aguas arriba de la bocatoma de Puerto Mallarino y a 4 kilómetros agua abajo de la desembocadura del canal Interceptor Sur. Resultados: El día lunes tres de octubre se confirmó que había una caída en los niveles de oxígeno lo Elaboró profesor Diego Alexander Blanco Martínez y Karen Vanessa García Pedroza que obligó a Emcali a cortar el suministro de agua el pasado fin de semana. Razón de la contaminación: Contaminación por materia orgánica producida en la misma ciudad de Cali. Confirmación y complementación de los datos a analizar: Las variables a analizar fueron: oxígeno disuelto, la conductividad y el pH, valores que se registran en tiempo real. Así mismo, se realizó recorridos en lancha para monitorear las anteriores variables en el sector del Navarro entre el horario de las nueve y las once de la mañana. Resultados del monitoreo: Se concluyó que, entre los días de 30 de septiembre y 3 de octubre, hubo una disminución graduada en la concentración de oxígeno disuelto, entre las 11 de la noche y las 10 de la mañana del día lunes, lo cual se ha relacionado con el aumento en la concentración de la materia orgánica que llega al río Cauca. “Esto sugiere un aumento de la descomposición de la materia orgánica en el tramo de siete kilómetros entre la estación Navarro y la bocatoma de Puerto Mallarino, además de la posibilidad de vertimientos en este tramo, su origen sigue siendo los sólidos y vertimientos de carácter orgánico depositados en los canales y colectores que llegan al canal interceptor Sur, fruto de las precipitaciones que se dan”, añadió Héctor Fabio Aristizábal R., PhD., director técnico ambiental de la CVC. Posibles soluciones: Han identificado la causa del problema, así mismo, identificaron en un total de 1500 conexiones erradas (aguas residuales de viviendas que caen a los canales) de las cuales 1300 han sido solucionadas. Se han construido obras de captación en los ríos, “Cuando arrancó el psmv la carga orgánica del canal sur era de 10 toneladas día, hoy se transportan 2,3 toneladas” afirmó Camilo Vélez. Así mismo, se han realizado y concretado los planes a proyecciones de 10 a 15 años, los cuáles van ligados en la infraestructura de todo el sistema de acueducto y alcantarillado, así como acciones de educación en temas de manejo de residuos y vertimientos. Sin embargo, no se han realizado mejoras en la PTAR por causa de los escasos recursos para poder realizar dicha actualización en los métodos de tratamiento de dichas aguas residuales en la PTAR. Por ende, el problema de la contaminación ha continuado en Cali. Análisis de las soluciones que emplearon: Trabajar y solucionar las conexiones erradas es una excelente estrategia ya que trabajan en el problema desde la base, sin embargo,

existen otras metodologías para trabajar el índice de oxígeno en la fuente hídrica. Entre esos métodos se encuentra emplear plantas de tratamiento de agua, procedimientos de aireación debida en la PTAR, tratamientos biológicos de aguas residuales por medio de los reactores aeróbicos y anaeróbicos los cuales aprovechan la capacidad de determinados microorganismos para que asimilen la materia orgánica y los nutrientes disueltos en el agua residual. Ahora bien, es necesario que la PTAR cuente con todo lo necesario para hacer todo el tratamiento. Construcción de un espectrofotómetro como instrumento: La construcción de un espectrofotómetro es de gran ayuda e importancia para evaluar la calidad del medio ambiente, principalmente evaluar la calidad de las fuentes hídricas. Debido a que es un instrumento que mide la cantidad de luz que refleja o transmite una muestra para cuantificar su color o concentración, midiendo la absorbancia, transmitancia de la luz, entre otros aspectos. Teniendo eso en cuenta, la construcción del mismo permite evaluar los contaminantes presentes en la muestra, como metales pesados, compuestos que pertenecen a los pesticidas o productos químicos tóxicos para los ecosistemas terrestres y acuáticos. Así mismo, como se evidenció en el laboratorio realizado en clase, el espectrofotómetro permitió analizar y evaluar la cantidad de materia orgánica en el agua. Por otra parte, hay que tener en cuenta que el espectrofotómetro se encuentra en los diferentes procedimientos de los Standard Methods. Por ejemplo, el método 10200 H del Standar Methods. O se ha empleado para la determinación de nutrientes en muestras ambientales.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

En Observar, recoger y organizar la información (5) cinco de los (6) grupos lograron un nivel excelente demostrando las diferencias entre los datos de manera precisa, entendiendo su significado, y contrastando los datos obtenidos con fundamentos coherentes y consistentes. Esto se evidencio mediante el uso de tablas, gráficos los cuales permitieron analizar y relacionar los datos obtenidos y su relación con la calidad del agua.

“ TRATAMIENTO DE DATOS DE LABORATORIO.xlsx”

ESPECTROFOTÓMETRO LAB			
Muestra	Conc	WL 440	ABS CORREGIDA
Blanco - Avg	0	2,049	
Patron Avg	50	1,677	0,372
Patron Avg	100	1,420	0,629
Patron Avg	150	1,205	0,844
Patron Avg	200	1,026	1,023
Patron Avg	300	0,512	1,537
Muestra Avg	Unknown	0,964	1,085

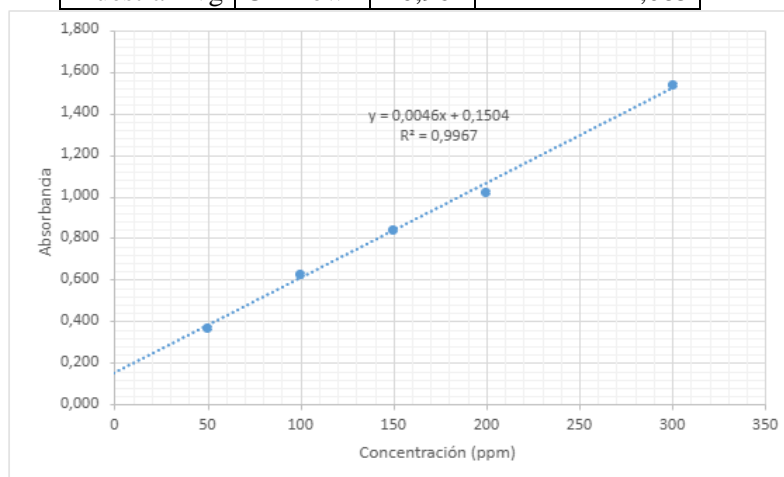


Figura 12, 13. Respuesta (Estudiantes de MAQ II, 2025).

Para finalizar en la competencia de evaluación de métodos, aunque la mitad de los grupos obtuvo un nivel satisfactorio los demás mostraron un desempeño excelente, con propuestas para mejorar la precisión y confiabilidad del espectrofotómetro construido, como en la siguiente respuesta.

El espectrofotómetro construido con la placa de desarrollo Uno no tiene la misma exactitud que un equipo comercial. Sin embargo, logra aproximarse en gran medida a los valores de absorbancia que son comparables y permite estimar el valor de la concentración de materia orgánica en diferentes muestras. Eso significa que, el margen de error que puede representar es aceptable si tiene como objetivo ser

empleado en contextos educativos o en diagnósticos preliminares. Con respecto a la reproducibilidad, los valores de la absorbancia fueron consistentes mediadas por tres réplicas, y su respectivo promedio, esto sugiere una buena repetibilidad. Por último, se destaca la confiabilidad, puesto que logra identificar si existe contaminación y su grado. No obstante, este dispositivo empleado en análisis cuantitativos no cumple el criterio de precisión que se requiere en entornos industriales y legales. Ventajas:

- *Es útil para el contexto escolar, debido a que tiene un bajo costo su elaboración.*
- *Es accesible porque se puede laborar con piezas que son de fácil comercialización.*
- *Al tener un diseño compacto es fácil de llevar a cualquier lugar.*
- *Promueve un aprendizaje activo en el campo de la química, la electrónica y programación.*
- *Es ajustable, por lo que se puede trabajar a diferentes longitudes de onda y tipos de análisis.*

Limitaciones:

- *La medición depende de sensores (fotorresistor) que no cuentan con la misma sensibilidad de un fotodetector.*
- *Está más expuesto a interferencias, lo que puede impedir su precisión.*
- *Requiere una calibración frecuente, en el caso de que se manipule con regularidad.*
- *La calidad del LED puede influir en la precisión de los resultados.*
- *Carece de un software amigable.*

Mejoras: Uso de un filtro óptico o rejilla de difracción para poder elegir la longitud de onda de trabajo, mejorar el aislamiento de la luz externa, para obtener una señal más clara, incluir funciones de calibración automática mediante el software de programación.

Evaluación y análisis de la precisión y confiabilidad del espectrofotómetro construido con posibles ventajas, limitaciones mejoras y su utilidad en contextos donde no cuenten con equipos de alta gama o profesiones.

Utilidad del equipo:

- *Monitoreo constante de la calidad de agua en ríos, quebradas, pozos y demás.*
- *Permite enseñar principios de las ciencias en espectroscopia, análisis químico y programación.*
- *Fortalece a las comunidades para que se realice seguimiento ambiental sin dependencia directa de instituciones externas.*

Es capaz de advertir sobre variaciones atípicas en los cuerpos de agua en tiempo real, lo que facilita la intervención antes de que la contaminación se transforme en un problema de mayor envergadura.” (Estudiantes de MAQ II, 2025).

Se logra identificar un progreso en las competencias científicas, evidenciando la efectividad de las estrategias implementadas durante este trabajo de investigación.

Así mismo como se evidencia en la tabla 12 se realizó una comparación entre el espectrofotómetro construido durante el trabajo de investigación y el espectrofotómetro con el que cuenta la universidad.

Tabla 12. Comparación de los datos de laboratorio entre el espectrofotómetro de la universidad y el espectrofotómetro construido.

Grupo de laboratorio	Abs Espectrofotómetro Universidad	Abs Espectrofotómetro Construido
Grupo 1	0,98	0,79
Grupo 2	1,29	1,19
Grupo 3	1,84	1,68
Grupo 4	1,21	1,09
Grupo 5	1,98	1,87
Grupo 6	2,06	1,92

Los valores obtenidos de absorbancia con el espectrofotómetro de la universidad en comparación con el espectrofotómetro construido muestran una correlación consistente con una desviación promedio del 8-10 %, evidenciando que, aunque el espectrofotómetro construido no alcanza una precisión del equipo profesional o comercial funciona como una herramienta para aplicaciones prácticas en contexto educativos o contextos con recursos limitados.

Al construir un prototipo de espectrofotómetro mediado por el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), los estudiantes de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional fortalecieron competencias científicas fundamentales. En primer lugar, la competencia para explorar hechos y fenómenos al identificar problemas relacionados con la calidad del agua en Bogotá y así mismo planteando soluciones innovadoras. Por otro lado, la competencia relacionada con la observación, recolección y organización de datos, demostrando la capacidad de analizar los datos obtenidos y representarlos mediante

recursos visuales como infografías, videos, mapas conceptuales, etc. Finalmente, en la evaluación de métodos evaluando la precisión del espectrofotómetro construido en comparación con el espectrofotómetro profesional y de igual manera proponiendo diversas mejoras.

Vale la pena destacar que los estudiantes incorporaron un lenguaje de programación como herramienta fundamental para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en la determinación de la DQO, desarrollando un dominio sobre los principios de espectrofotometría entendiendo como las propiedades ópticas y electrónicas influyen en la precisión de las mediciones.

9. Conclusiones

La estructuración metodológica del reto “Del espectro a la solución: Un viaje científico” para el diseño y construcción de un prototipo de espectrofotómetro VIS que incorporó elementos básicos de la electrónica, el establecimiento de relaciones significativas entre la interacción de la radiación con las sustancias, a partir de la adecuación de algunas partes de un espectrofotómetro comercial, tales como la fuente de radiación, el led RGB y el detector, el sensor LDR y la programación en el aplicativo de desarrollo libre de Arduino, permitieron generar un ambiente educativo contextualizado para el fortalecimiento de las competencias científicas explorar hechos fenómenos, recoger, organizar y analizar la información y evaluación de métodos de un grupo de profesores en formación, del espacio académico de Métodos de Análisis Químicos II.

Por medio de la prueba diagnóstica aplicada, se logró identificar las competencias científicas e ideas previas en espectrofotometría del grupo de profesores en formación de la licenciatura en química del espacio académico métodos de análisis químico II. Los resultados obtenidos permitieron identificar que las competencias más desarrolladas eran la capacidad de formular hipótesis, proponer teorías claras, fundamentadas y aplicando metodologías diversas para obtener resultados significativos. Así mismo las competencias menos desarrolladas fueron la exploración de hechos y fenómenos, observar, recoger y organizar la información y la evaluación de métodos. Esto proporciono un fundamento claro para orientar el desarrollo de estrategias didácticas enfocadas al fortalecimiento de las competencias seleccionadas u objeto de seguimiento durante la gestión del reto que respondan a las necesidades de los estudiantes.

Durante el diseño del prototipo del espectrofotómetro se logró identificar y comprender las características ópticas y electrónicas que influyen en el funcionamiento del espectrofotómetro, dentro de las cuáles se destacan la fuente de radiación, que fue el Led RGB, el detector como sensor LDR y el registrador como pantalla LCD, asimismo, se destaca que en el diseño y funcionamiento del prototipo se incorporó un lenguaje de programación en el aplicativo de desarrollo libre de Arduino y producto de estas actividades se realizaron ajustes con relación a la alineación del Led RGB y los códigos requeridos para la lectura del fotorresistor LRD, permitiendo integrar elementos claves para optimizar el rendimiento del prototipo.

A través de la construcción del prototipo del espectrofotómetro y su aplicación a la determinación de la DQO en muestras de agua, mediado por el aprendizaje basado en retos (ABR), se logra evidenciar un avance significativo en el fortalecimiento de las competencias científicas seleccionadas: exploración de hechos y fenómenos, observar, recoger y organizar la información y la evaluación de métodos, promoviendo en los

estudiantes la capacidad de diagnosticar, definir problemas antes de proponer soluciones, el trabajo colaborativo también proporciona espacios de reflexión entre los grupos, no solamente para fortalecer las competencias en este corto período de tiempo de ejecución y gestión del reto, sino para comprender el fenómeno físico asociado a la interacción de la radiación con las sustancias absorbentes en la región visible del espectro electromagnético, en particular los tránsitos electrónicos asociados a esa interacción y la aplicación de conocimientos interdisciplinarios en contextos prácticos que contribuyeron a su formación profesional.

10. Bibliografía

- Albella, J., Cintas, A., Miranda, T., Serratosa, T. (1993). *Introducción a la ciencia de materiales*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
- Atkins, W. (2006). *Principios de química: Los caminos del descubrimiento*. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.
- Bockris, J. (2003) *Electroquímica moderna (Vol. 1)*. Reverté, Madrid.
- Bolaños, O., & Pérez, S. M. (2019). *Aprendizaje basado en retos (ABR)*. Universidad Icesi. Centro de Recursos para el aprendizaje CREA.
- Casanova Zamora, T. A., Navas Bonilla, C. del R., & Piñas Morales, M. B. (2020). El impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad actual y la necesidad de las competencias investigativas. *Universidad Nacional de Chimborazo*.
- Cristina, I., Cuellar, C., Ricardo, J., Cabra, V., Ángel Gonzales Curbelo, M, Ángela, D., Martínez, V., & Ramírez Valencia, E. (2018). Aplicaciones generalidades de un espectrofotómetro uv- vis uv-1800 de shimadzu.
- Duarte, G. C., Vargas, J. A., Martínez, S., Córdoba, X. I., Pedraza, M., & Amaya, G. F. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecne, episteme y didaxis: TED*, (20), 62-79.
- Espectrofotómetro metodología óptica. (2012). *Espectrofotómetro – Espectrofotometría*. Laboratorio de metrología. Recuperado de <http://calibracion.com.mx/espectrofotometro.html>.
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (s.f). Estructura atómica de la materia: explica los conceptos fundamentales del átomo y sus modelos.
- Farfán-córdova, M., & Reyes-lópez, F. (2024). Instrumentos de medición de las competencias investigativas: una revisión de alcance. *Interciencia*, 49(3), 148-157.
- Freifelde, D. (2003). *Técnicas de bioquímica y biología molecular*. Reverté, Sevilla.
- Fundamentos de química analítica. (2020). *Fundamentos de química analítica: Equilibrio iónico y análisis químico*, Primera edición.

- García-Contreras, G. A. & Ladino-Ospina, Y. (2008). Desarrollo de competencias científicas a través de una estrategia de enseñanza y aprendizaje por investigación. *Studiositas, Vol. 3 (3)*.
- Garcia, R. D. (2018). Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro.
- Gil Pérez, D. (1985). El futuro de la enseñanza de las ciencias: Algunas implicaciones de la investigación educativa. *Revista de Educación*.
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? Foro educativo nacional, 1, 1-30.
- Laboratorio de Óptica Cuántica. (s.f.). Estadística de conteo de fotones: medición con diferentes fuentes de luz y equipo.
- Manjarrés Chavez, J. (2017). Incorporación de prácticas de laboratorio para el desarrollo de la competencia científica. *Explicación de Fenómenos* (Master's thesis). Universidad del Norte.
- Medina Romero, M. A., Hurtado Tiza, D. R, Muñoz Murillo, J. P., Ochoa Cervantez, D. O., & Izundegui Ordoñez, G. (2023). *Método mixto de investigación: Cuantitativo y cualitativo*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú.
- Molina Camacho, J. A., Rojas Garcia, N. C., & Duque Rincón, O.Y (2017). La enseñanza de las ciencias naturales, investigación y didáctica: Un reto para generaciones futuras. Colegio Nuestra Señora de la Sabiduría, Bogotá.
- Moreno, R. A F, Vásquez, M. A. V., & Toro, C. M. R, (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012 – 2016). *Tecné Episteme y Didaxis: TED*. (41, 37 – 56).
- Muñoz Martínez, J. I., & Charro Huerga, E. (2023). El desarrollo de Competencias Científicas a través de una línea de saberes: Un análisis experimental en el aula.
- Observatorio de innovación educativa. (2015). *Aprendizaje basado en retos*. Tecnológico de Monterrey. Recuperado de <https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>.
- Pasto, d., Johnson, C. (2003). *Determinación de estructuras orgánicas*. Reverté, Barcelona.

- Posso Pacheco, R. J., Condor Chicaiza, M. G., Mora Guerrero, L. M., & Segundo Leonidas, R. M. (2023). Aprendizaje basado en retos: una mirada desde la educación superior. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 18(2).
- Rendón Fernández, M., Gómez, V. (2020). Desarrollo de competencias científicas en cursos de Química. *Encuentro de Ciencias Básicas*.
- Torres Mesías, Á, Mora Guerrero, E, Garzón Velásquez, F., & Ceballos Botina, N.E (2013). Desarrollo de competencias científicas a través de la aplicación de estrategias didácticas alternativas. Un enfoque a través de la enseñanza de las ciencias naturales. *Tendencias*, 12(1), 187-215.
- Trabajo práctico espectrofotometría. (2019). Introducción. Recuperado <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/espectrometria-practico-20191.pdf>.
- Universidad Nacional de la Plata. (s.f). *Estructura y geometría molecular*.

11. Anexos

Consentimiento Informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO DE TRATAMIENTO DE DATOS

Yo, _____ identificado(a) con ___ numero _____ de _____, estudiante en formación como licenciado(a) de química en la Universidad Pedagógica Nacional, mediante el presente documento declaro que he sido informado(a) de manera clara sobre el proyecto “Construcción de un espectrofotómetro: un reto para el desarrollo de competencias científicas en profesores de química en formación” y autorizo a Karen Vanessa Garcia Pedroza, docente en formación, a hacer uso de mis datos personales de conformidad con las disposiciones de la ley 1591 de 2012, bajo la responsabilidad de la dirección del profesor Diego Alexander Blanco Martínez

Los datos personales recolectados serán utilizados exclusivamente para fines académicos y de investigación relacionado con el proyecto de tesis mencionado anteriormente, cuyo objetivo principal es caracterizar las competencias científicas que desarrollan un grupo de profesores en formación al construir y calibrar un prototipo de espectrofotómetro UV-Vis mediado por el aprendizaje basado en retos.

Autorizo utilizar los datos recolectados durante el desarrollo del proyecto, el cual incluye, pero no se limita a:

- La presentación de los resultados en eventos académicos.
- La publicación de los resultados en artículos y otros medios de difusión académica.
- La utilización de los resultaos para futuros proyectos de investigación y desarrollo.

Declaro que he leído y comprendido la información proporcionada y estoy de acuerdo con el tratamiento de mis datos personales y el uso de mi producción académica, conforme a lo descrito en este documento. Otorgo mi consentimiento de manera libre y voluntaria.

Fecha _____
Nombre completo _____
Numero de documento _____
Firma _____

12. Prueba de entrada

Instrumento desarrollo de competencias científicas

En 1859 se realiza el primero registro de un proto espectrofotómetro, que surge de la necesidad de medir las energías absorbidas por gases como el dióxido de carbono, ozono, hidrocarburos y vapor de agua. Debido a esto se logró observar que los gases incoloros absorbían luz en ciertas longitudes de ondas específicas, mientras que otras no eran absorbidas. En 1940 el profesor Arthur Hardy junto a sus colegas, fabrican el primer espectrofotómetro utilizando un amplificador de pH, un prisma de vidrio y una fotocélula de tubo de vacío, más adelante se sustituye el prisma de vidrio por el cuarzo mejorando el trabajo en longitudes de onda ultravioleta, posteriormente se mejora la resolución en las longitudes de onda UV e incorporando componentes electrónicos y una nueva lámpara de hidrógeno, aumentando la resolución y precisión de las mediciones. Este último modelo permitió diversas aplicaciones como la medición rápida de la vitamina A, la detección de contaminantes en aguas subterráneas, el análisis de ensayos enzimáticos y el primer análisis químico del ADN, durante la segunda guerra mundial fue crucial en investigaciones militares y medicas como la producción de TNT (Trinitrotolueno) , caucho sintético y penicilina. (Garcia, R. D. (2018)).

La siguiente prueba de entrada está dirigida a los estudiantes en formación de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. El objetivo principal de esta prueba es evaluar las competencias científicas en el uso de la espectroscopia UV-Vis, una herramienta esencial en el análisis químico.

El misterio del agua multicolor

En una pequeña comunidad de Medellín, los habitantes han descubierto que la fuente de agua que utilizan a diario cambia de color según la hora del día, esta comunidad está preocupada ya que no saben si es seguro consumir esta agua, tu objetivo como practicante de un laboratorio de Química, es ayudar al científico especializado para que juntos resuelvan este misterio; utilizando conocimientos teóricos sobre la espectrofotometría UV-Vis.

- Para iniciar, como practicante debes encontrar los materiales y equipos necesarios para relevar los secretos ocultos del agua, por lo cual el científico a cargo te deja la siguiente tarea “Busca el material y equipo de laboratorio que nos pueda ayudar en esta investigación descríbelo y cuéntame cómo lo utilizarías”

Pista: Este equipo de laboratorio mide la cantidad de luz que una sustancia absorbe en el rango de luz ultravioleta y visible.

- Como todo buen estudiante de química, debes considerar todos los fenómenos que ocurren alrededor del problema ¿Qué factores podrían estar causando el cambio de color en el agua y como lo investigarías?

Pista: Piensa en las interacciones que se pueden presentar entre los minerales y la luz solar, ¿Que secretos oculta el agua?

- Basándote en lo que has encontrado hasta el momento, formula tus propias teorías de ¿Por qué el agua está cambiando de color?, ¿Qué se esconde en la profundidad del agua?

Pista: considera mínimo dos posibles explicaciones en cuanto a la magia del sol

- Al reunirse con el científico a cargo, te proporciona los siguientes datos
Mañana 8am: Abs en 400nm – 0,2; Abs en 500nm – 0,15; Abs 600 nm – 0,1
Mediodía 12 pm: Abs en 400nm – 0,5; Abs en 500nm – 0,45; Abs 600 nm – 0,35
Tarde 4 pm: Abs en 400nm – 0,8; Abs en 500nm – 0,75; Abs 600 nm – 0,65
Tu tarea para un mayor análisis de los datos es organizarlos y analizarlos ¿Qué revelan estos números sobre la misteriosa agua de Medellín?

Pista: Una tabla y gráfico te ayudaran a organizar tus ideas

- Ahora que tienes los datos, es hora de jugar con tu conocimiento y los números, basándote en estos datos de absorbancia ¿Qué puedes deducir sobre la causa del cambio de color en el agua?

Pista: Compara los cambios obtenidos de la absorbancia con las diferentes longitudes de onda a lo largo del día.

- El científico cargo del laboratorio te pide que le expliques los hallazgos a lo largo de la investigación ¿De qué manera creativa le presentarías la verdad detrás del misterio del agua?

Pista: Hazlo tan emocionante como un truco de magia

- Para finalizar te piden que respondas las siguientes preguntas en forma de retroalimentación
¿Qué tan efectivos fueron los métodos teóricos que utilizaste en tu investigación?
¿Qué otros métodos de análisis químicos utilizarías para ayuda del misterio del agua?

Referencias

- Ocho días, el río Medellín cambió de color cinco veces. Redacción El Tiempo. El TiempoYear: 2013. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-13003426>
- El río Medellín cambió de color, ¿qué se sabe? SemanaContainer: Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el MundoPublisher: Revista Semana. 2023. <https://www.semana.com/nacion/medellin/articulo/el-rio-medellin-cambio-de-color-que-se-sabe/202330/>
- Análisis de Agua–Medición de Color Verdadero en Aguas Naturales, Residuales, Residuales Tratadas y Marinas - Mediante Coeficientes de Absorción Espectral - Método de prueba (Cancela a la NMXAA-017-1980).

13. Guía como prender un Led

Luz en la oscuridad: El reto de supervivencia

En el presente documento, se encontrará una guía para comprender los principios básicos de la corriente eléctrica y circuitos; prender un Led puede parecer simple, pero es fundamental para abordar retos más complejos como la construcción de un espectrofotómetro siendo un equipo fundamental en la química para la determinación e identificación de sustancias, mediante la medición de la interacción de la luz a diferentes longitudes de onda.

Conocimientos previos



➤ Protoboard

Una protoboard es una placa de prueba usada ampliamente en la electrónica, que permite prototipar e interconectar de manera rápida y sencilla un circuito eléctrico, sin necesidad de soldaduras, esta diseñada para insertar y conectar temporalmente diferentes elementos, como resistencias, condensadores, transistores, microcontroladores, LEDs, en cuestión de minutos.

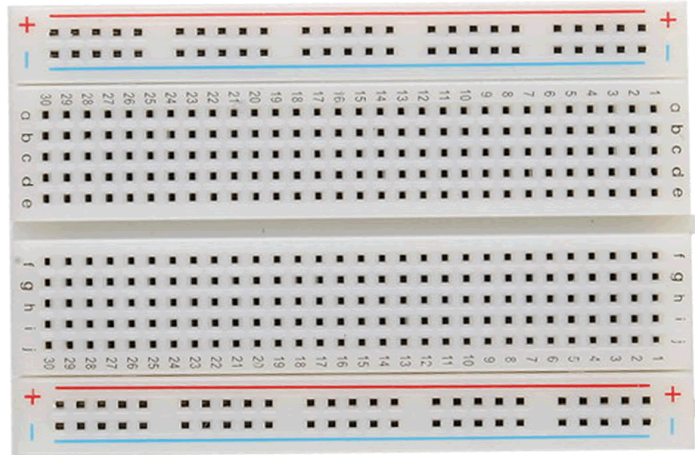


Figura 1. Protoboard. Tomado de (Tray Tecnología, 2025).

Las protoboards contiene orificios (PINES) que están conectados de manera eléctrica entre sí, siguiendo un patrón horizontal y vertical. Está compuesta por un canal central, las pistas y los buses.

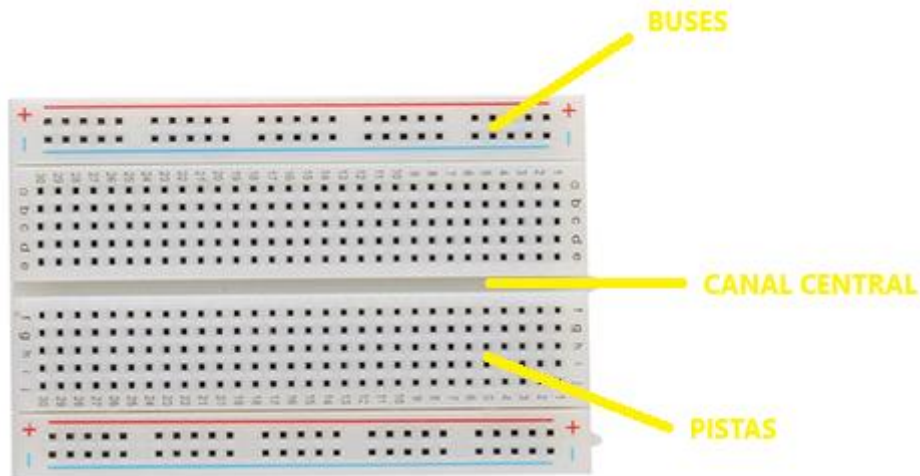


Figura 2. Partes de una Protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

Buses: Estos se encuentran en la parte inferior y superior de la protoboard, usados especialmente para conectar la tierra del circuito y su voltaje de suministro, encontramos los buses positivos y negativos.

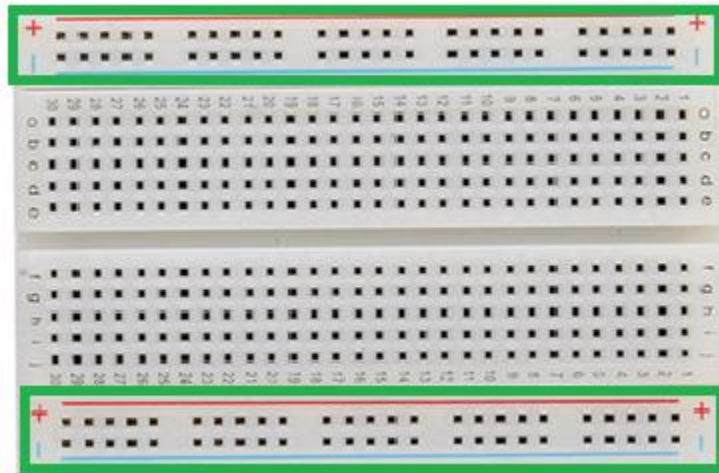


Figura 3. Parte de una Protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

Son tiras de metal idénticas que se ejecutan de manera horizontal.

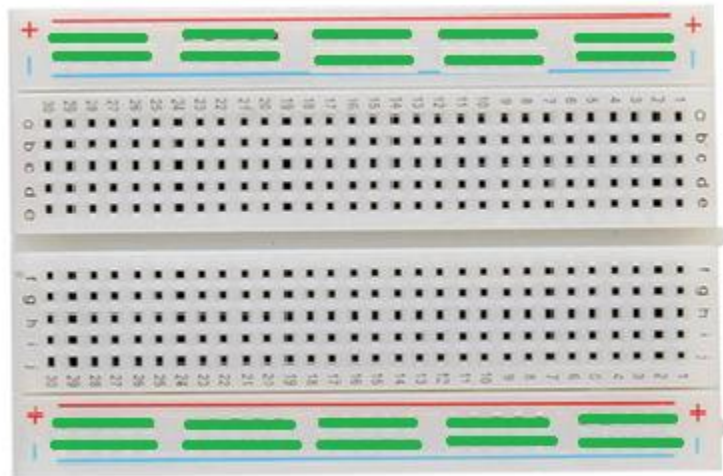


Figura 4. Parte de una Protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

Canal central: Esta ubicado en la parte central de la protoboard, elaborado de un material aislante, su función es separar las zonas de conexión superior e inferior de la placa, para que cuando se conecten los circuitos se mantengan aislados los pines de ambos lados del circuito.

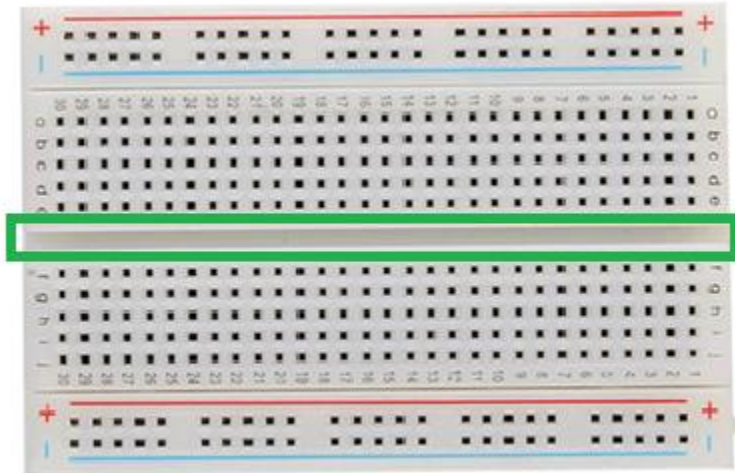


Figura 5. Parte de una Protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

Pistas: Los otros orificios de la protoboard son llamados pistas, organizados en filas y conectados eléctricamente de manera vertical, cada fila esta enumerada e interconectada, mientras que cada columna esta señalada con letras y es eléctricamente independiente de las demás columnas.

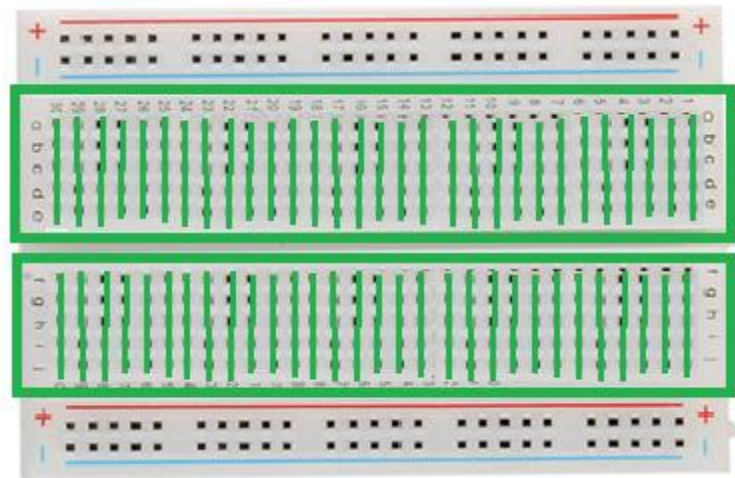


Figura 6. Parte de una Protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

➤ LED

Un led es un tipo particular de diodo que emite luz al ser atravesado por una corriente eléctrica, el diodo se forma al unir dos materiales semiconductores con diferentes niveles de dopado (proceso de añadir impurezas a un material semiconductor para modificar sus propiedades eléctricas) haciendo que se genere una barrera de potencial.

Los leds tienen polaridad, lo que permite que solo pase la corriente en un sentido, la pata larga debe ser conectada al voltaje positivo (ánodo) y la pata corta al voltaje negativo (cátodo) (Llamas, 2015).

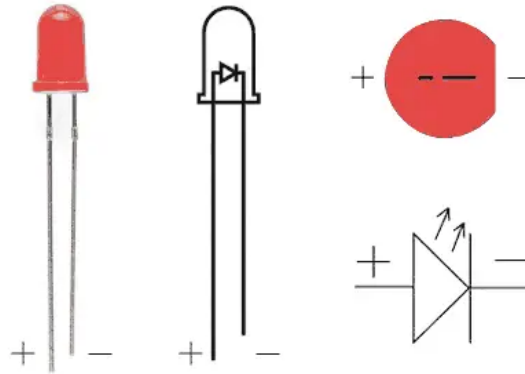


Figura 7. Partes del LED. Tomado y adaptado de (Llamas, 2015).

➤ Resistencias

Las resistencias tienen como principal función transformar la energía eléctrica en energía térmica por el efecto Joule, lo que lleva a que limite la corriente eléctrica que pasa a través de un circuito electrónico.

Como se mencionó anteriormente, un Led emite luz y no admite mucha corriente eléctrica, en consecuencia, es necesario conectar una resistencia en serie al Led para que este limite y controle la corriente eléctrica que fluye a través del Led.

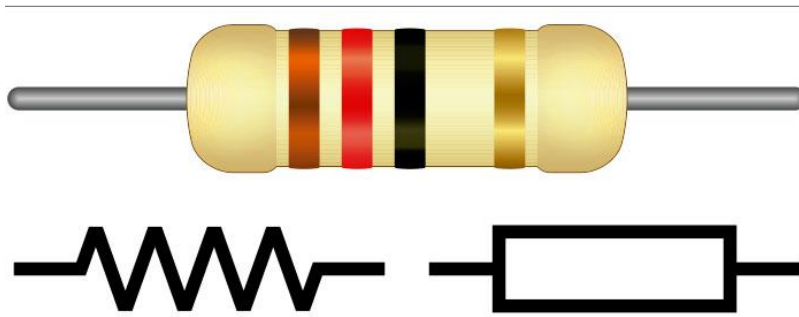


Figura 8. Resistencia. Tomado y adaptado de (Circuitos Eléctricos, 2020).

Pon a prueba tus conocimientos.



- ¿Cómo prender un Led?
- Materiales
 - Una protoboard.
 - Una resistencia.
 - Un Led.
 - Una pila de 9V.
 - Dos cables Jumpers (caimán- macho).
- Para tener en cuenta

En una protoboard, recordemos que toda la fila de orificios tanto positivos como negativos se encuentra interconectada entre sí de manera horizontal, tratándose de un mismo punto de conexión eléctrica.

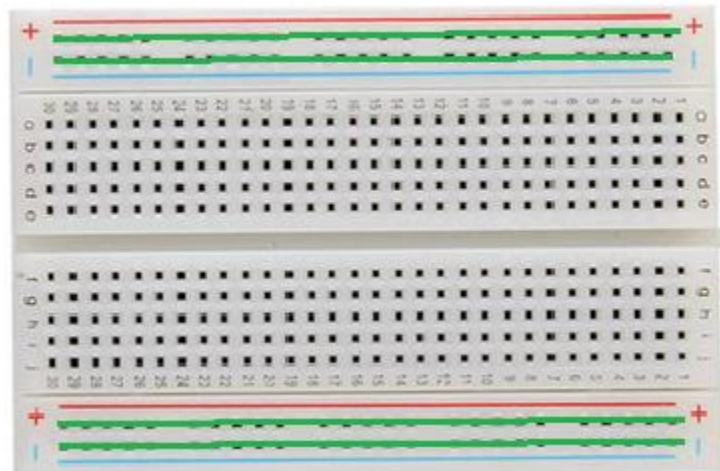


Figura 9. Uso correcto de corriente en una protoboard. Tomado y adaptado de (Tray Tecnología, 2025).

Nunca debemos conectar los cables de alimentación positivo y negativo en la misma columna o fila.

Es importante que las puntas de los jumpers negativos y positivos no se toquen entre sí.

➤ Procedimiento

- En primer lugar, se va a conectar la alimentación del circuito, para esto es necesario una pila de 9V y dos cables jumper, el cable positivo proveniente de la pila se colocará en cualquier pin de las pistas (En este caso el pin j4)

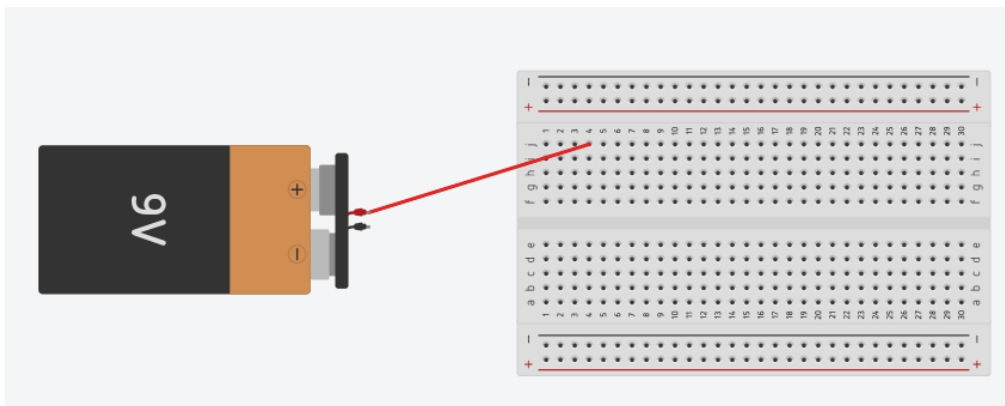


Figura 10. Primer paso para encender un LED. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- En segundo lugar, se debe colocar el Led, la pata positiva del Led (la más larga) debe ir en el pin de abajo de donde se colocó la punta del cable jumper positivo (En este caso la pata positiva del Led en el pin i4 y pata negativa del Led i5).

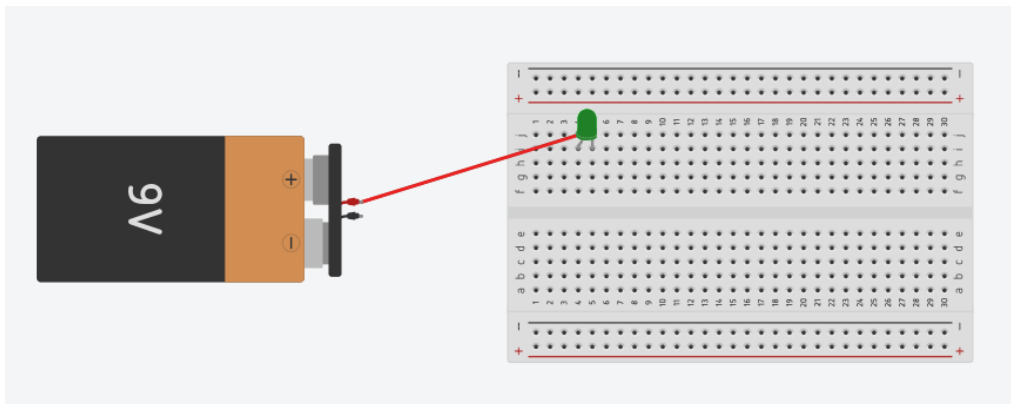


Figura 11. Segundo paso para encender un LED. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- En tercer lugar, conectamos la resistencia, de bajo de la pata negativa del Led de manera vertical para que haya un flujo de la corriente (En este caso una pata de la resistencia en el pin 5g y la otra pata de la resistencia en el pin 5e), recuerda que el canal central mantiene aislados los pines de ambos lados del circuito, por lo cual es importante conectar la resistencia de la parte superior e inferior del canal central.

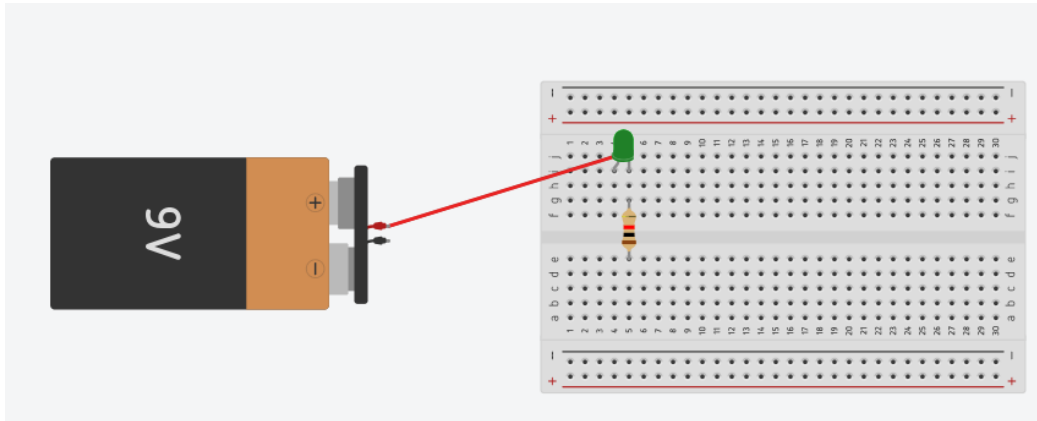


Figura 12. Tercer paso para encender un LED. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- En cuarto lugar, conectamos el cable negativo proveniente de la pila, debajo de la parte de la resistencia (En este caso en el pin 5d).

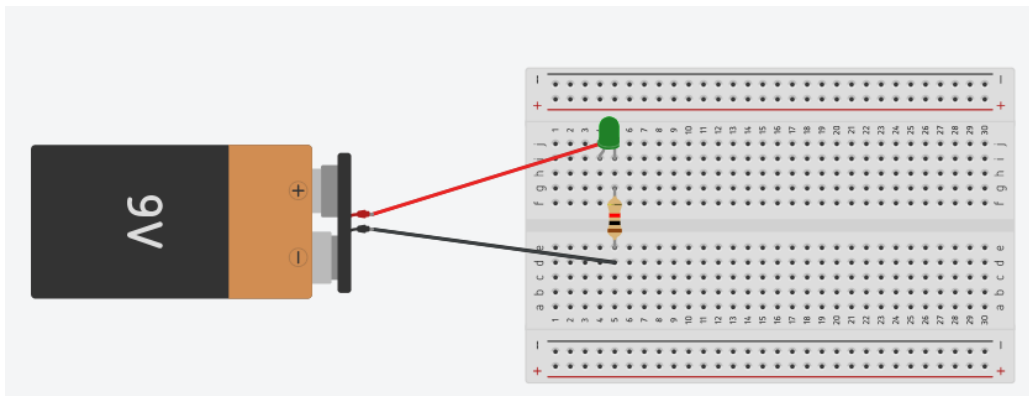


Figura 13. Cuarto paso para encender un LED. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- Para finalizar el Led quedara encendido.

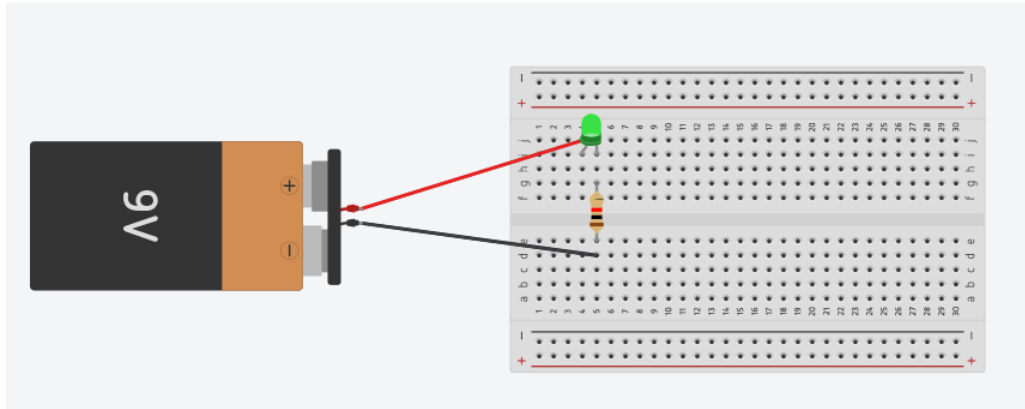


Figura 14. Quinto paso para encender un LED. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

AFIANZA TU CONOCIMIENTO E ILUMINA TU MUNDO

1. Es hora de colocar a prueba tu conocimiento y creatividad, has logrado superar el nivel de conectar y encender un led, pero ahora es el momento de subir el nivel, prepárate para explorar. ¿Podrás hacer brillar tres LEDs al mismo tiempo? Pon a prueba tu ingenio y creatividad.
 - Materiales
 - Tres LEDs de diferentes colores
 - Tres Resistencias (220 ohm)
 - Una protoboard
 - Cables de conexión
 - Fuente de alimentación 9V
 - Para entregar
 - Observa como la corriente eléctrica afecta a los LEDs
 - En caso de que no prenda un LED determina y escribe porque el LED no podría encenderse y busca soluciones.
 - Describe como las conexiones afectan el funcionamiento de los LEDs.
 - Documenta el proceso y los resultados de cada conexión.

2. Has demostrado tu habilidad para encender tres LEDs simultáneamente pero ahora es momento de subir mas el nivel, en este desafío no solo prenderas un LED, sino que también lo controlarás usando un pulsador.

- Materiales
 - 1 LED
 - 1 Resistencia
 - 1 pulsador (Botón)
 - 1 Protoboard
 - Cables de conexión
 - Fuente de alimentación de 9V

- Para entregar
 - Realiza dos hipótesis sobre como diferentes configuraciones de pulsadores afectan el circuito.
 - Observa como el pulsador controla el LED y analiza los cambios.
 - Documenta el proceso y describe los problemas encontrados y las soluciones implementadas.
 - Experimenta con diferentes configuraciones, y descríbelas (registro fotográfico).

- 3. Para el siguiente reto, vamos a encender un LED con la ayuda de este IDE, <https://www.arduino.cc/en/software> (el cual es necesario descargar en tu computador), una protoboard y una placa de Arduino.
 - ¿Cuál es la placa de desarrollo Uno y como la conectamos a la protoboard?

LA placa de desarrollo Uno es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto que se debe conectar a la protoboard, para que se puedan realizar varios circuitos, la cual se va a programar mediante el IDE.

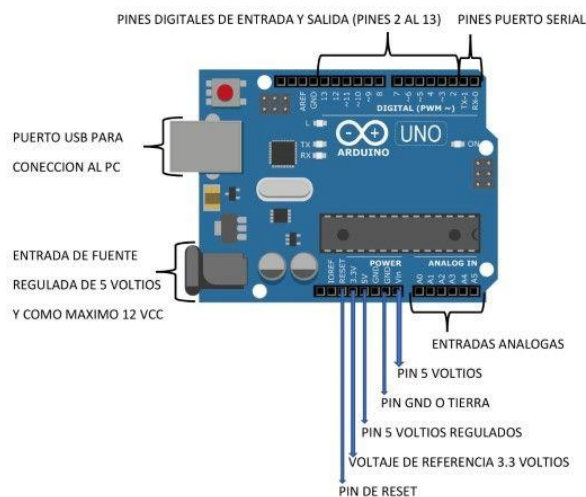


Figura 15. placa de desarrollo Uno y sus partes. Tomado de (Arduino y sus partes, 2021).

Para conectar la placa de desarrollo Uno a la protoboard necesitamos

- 1 placa de Arduino
- 1 Protoboard
- 1 LED
- 2 cables jumper macho - macho
- 1 resistencia (220 ohm)

- Procedimiento

- Primero debemos conectar una punta del cable macho al pin (GND) de la placa de desarrollo Uno y la otra punta del cable macho a cualquier pin de los buses negativos de la protoboard.

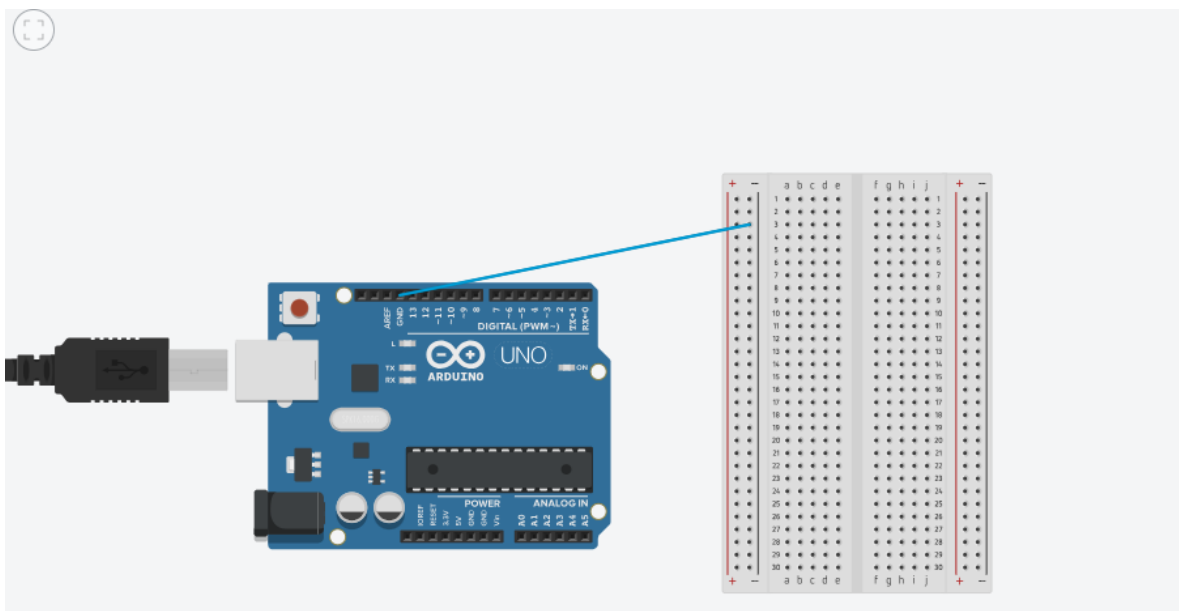


Figura 16. Primer paso para encender un LED con placa UNO. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- El Segundo paso es conectar la resistencia, con una pata a cualquier pin de los buses negativos de la protoboard y la otra pata a uno de los pines de las pistas de la protoboard. (En este caso en el pin 8b)

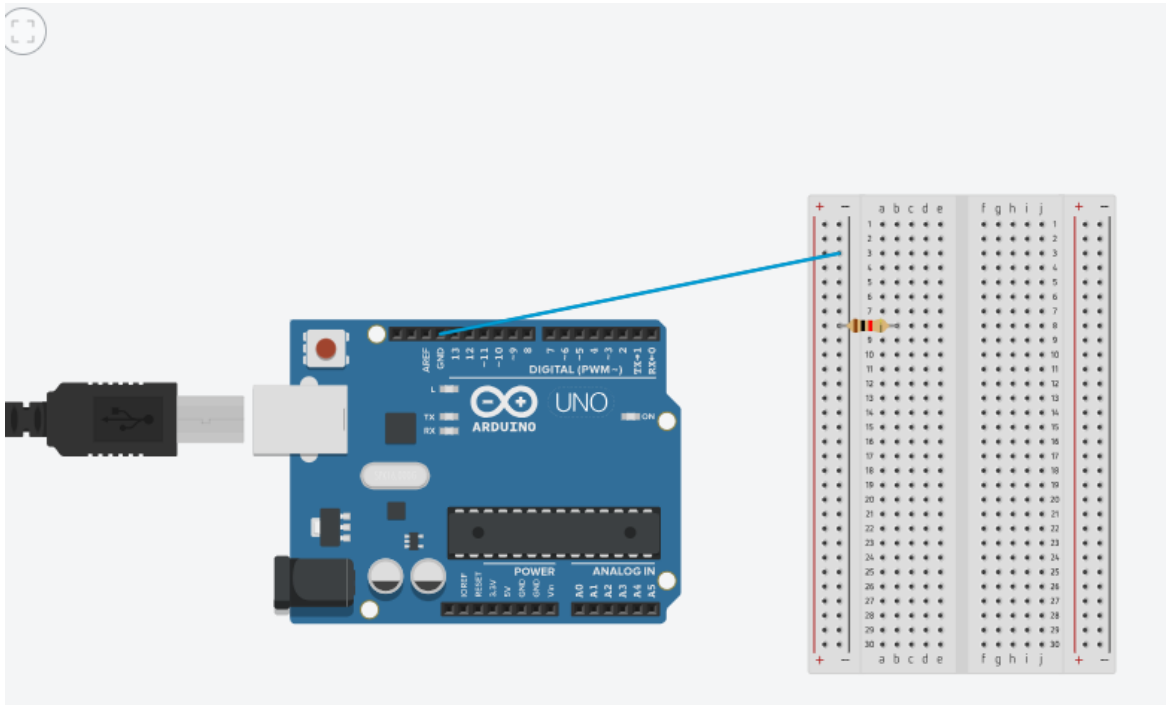


Figura 17. Segundo paso para encender un LED con placa UNO. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- El en el tercer paso debemos colocar el led seguido de la resistencia por la pata más corta (negativa) de manera horizontal. (En este caso en el pin 8c)

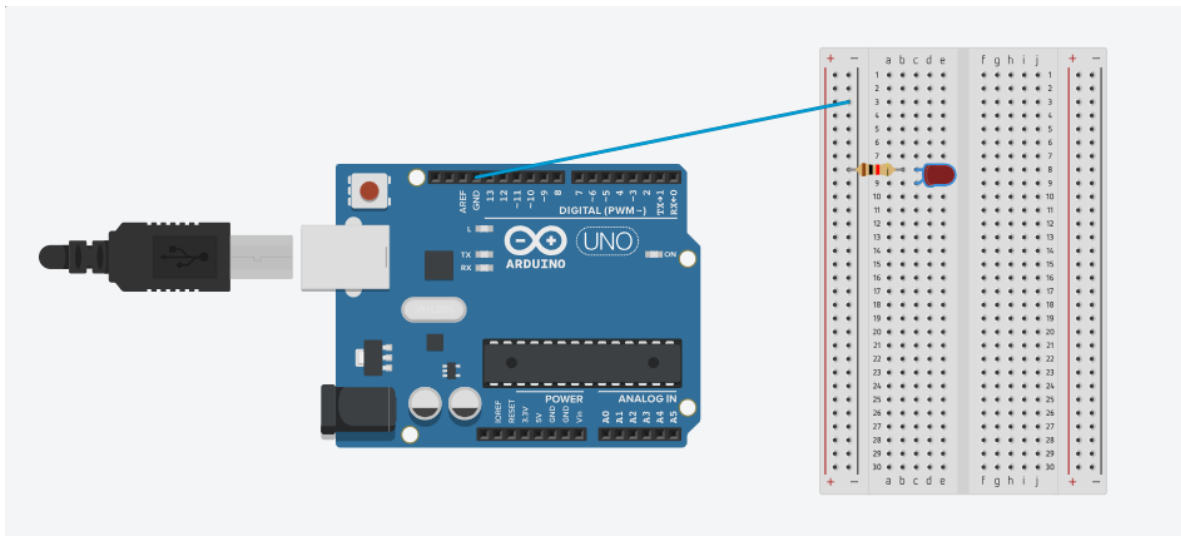


Figura 18. Tercer paso para encender un LED con placa UNO. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

- En el cuarto paso, conectamos un lado del otro cable jumper a la placa de desarrollo Uno en cualquier pin (En este caso en el pin 12) y el otro lado del cable a la protoboard seguido de la pata más corta del Led (positivo). (En este caso en el pin 9b)

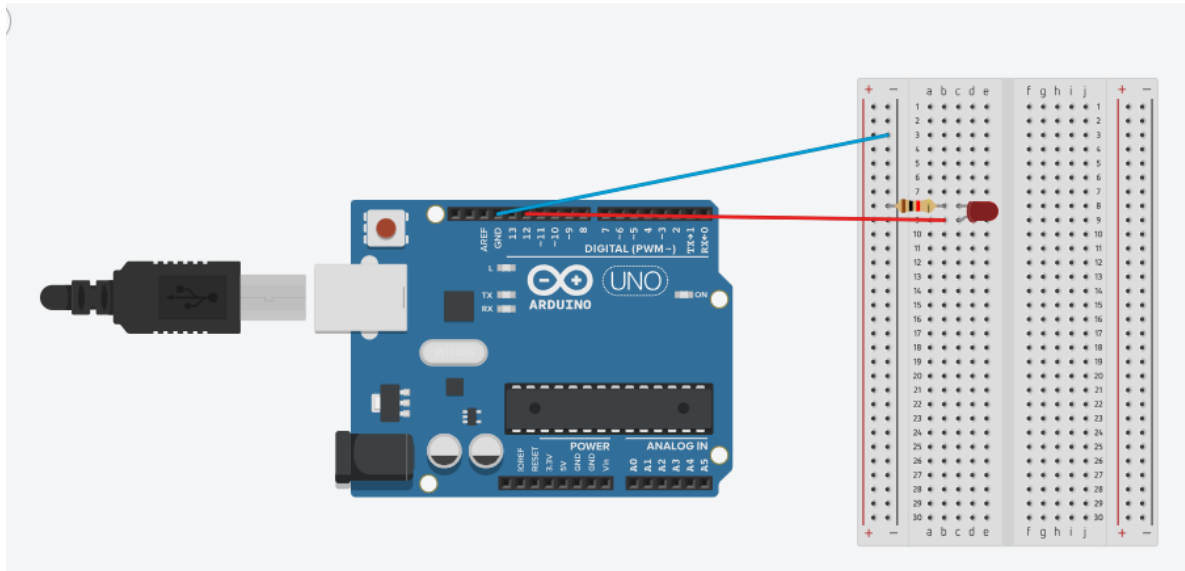


Figura 19. Cuarto paso para encender un LED con placa UNO. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

Perfecto hasta acá, ya tenemos conectada nuestra protoboard a la placa de Arduino, ahora debemos configurar el programa con los códigos requerido para que nuestro LED encienda.

Al ingresar a programa podemos encontrar un sistema que nos permitirá escribir los códigos según el circuito que se necesite.

```

sketch_feb16a.ino
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3 }
4
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8 }
9
10

```

Figura 20. Ingreso a la plataforma UNO. Elaboración propia.

- Significado de las líneas de código.
- `void setup ()` se refiere a aquellas tareas que se ejecuta una vez.
- `void loop ()` se refiere a aquellas tareas que se ejecutan siempre.
- `pinMode` se refiere a los pines de la placa de desarrollo Uno que voy a utilizar.
- INPUT y OUTPUT se refiere a entrada y salida.
Ejemplo (`pinMode, OUTPUT`);
- `digitalWrite` se refiere al estado de alto o bajo
- HIGH se refiere a que el LED se prenda
- LOW se refiere a que el LED se apague
Ejemplo (`pinMode, HIGH`);
- `delay` se refiere al tiempo que se va a realizar la acción, se debe ingresar en milisegundos
- En Select Board debemos seleccionar la placa de desarrollo Uno que vamos a conectar al programa.
- Siempre se debe cerrar los paréntesis y terminar en ;
- Una vez escrito los códigos se oprime el ➡

Ejemplo:

```

File Edit Sketch Tools Help
Select Board Verify
sketch_feb16a.ino
1 void setup() {
2 // put your setup code here, to run once:
3 pinMode (12,OUTPUT); //
4
5 }
6
7 void loop() {
8 digitalWrite(12,HIGH);
9 delay(3000);
10 digitalWrite(12,Low);
11 delay(1000);
12
13
14 }
15

```

Figura 22. Ingreso a la plataforma UNO. Elaboración propia.

En este caso se le esta diciendo al programa que cuando conectemos la placa de desarrollo Uno con el programa, el LED que está conectado al pin 12 de la placa va a encender durante 3000 milisegundo y luego se va a pagar durante 1000 milisegundos.

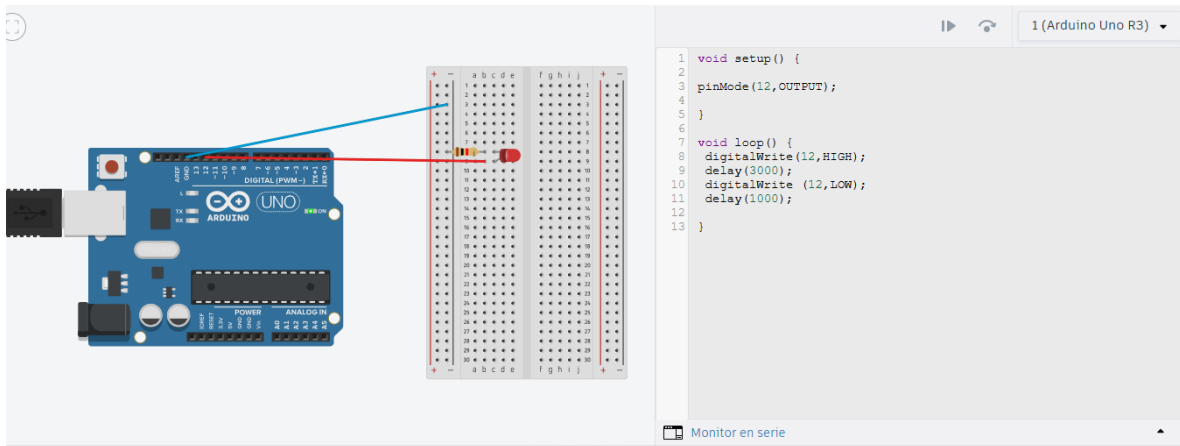


Figura 22. LED encendido con placa UNO. Tomado y adaptado de (Circuit Desing Magnificent Bigery – Tinkercad, 2025).

Ahora ponte a prueba, debes encender dos LEDs con la placa de Arduino, la protoboard y el programa, configurarlo para que:

- Que enciendan los dos leds al mismo tiempo.
- Prenda un LED y el apague el otro LED.

Debes entregar registro fotográfico y los códigos utilizados.

Referencias

- Electrónica. (2025). Protoboard: Instrumentación y pistas. Recuperado de <https://mielectronicafacil.com/instrumentacion/protoboard/#pistas>.
- Futuro Eléctrico. (2025). Resistencia eléctrica. Recuperado de <https://futuroelectrico.com/resistencia-electrica-para-que-sirve/>.
- Llamas, L. (2025). Encender un LED con Arduino. Recuperado de <https://www.luisllamas.es/encender-un-led-con-arduino/>.
- Ruiz Pérez, A.B. (2023). Protoboard: Que es, como funciona, partes y tipos Internetizado. Recuperado de <https://www.internetizado.com/protoboard>
- Tinkercad. (2025). Arduino simulator and Breadboard. Recuperado de <https://www.tinkercad.com/things/e7rMgYVOHfe/editel?returnTo=%2Fthings%2FfIHpOFbJ1CN-arduino-simulator-and>.
- TrayTecnologiaContainer. (2025) Protoboard 400 puntos. Commercesuite.com. br. Recuperado <https://marinostore.commercesuite.com.br/acessorios/protoboard-400-pontos>.

14. Guía construcción de un espectrofotómetro

Construcción de un espectrofotómetro.

Conocimientos previos

➤ Espectrofotometría

La espectrofotometría UV-Vis es un método de análisis químico que mide la absorción de rayos electromagnéticos de diversas longitudes de onda en el rango ultravioleta UV y visible en una muestra. Este método permite comparar la radiación que no es absorbida conocida como radiación transmitida y la cual se mide en función de su longitud de onda mediante un detector adecuado. (Mettler-Toledo International Inc. all rights reserved, 2025).

Para lograr identificar y usar correctamente el instrumento es importante conocer sus componentes, los cuales son:

- Fuente de luz: Es la encargada de iluminar la muestra, esta debe cumplir con ciertos requisitos, como la estabilidad, distribución de energía espectral y direccionalidad. Un espectrofotómetro puede tener diversas fuentes de luz como: una lámpara de Wolframio (tungsteno), xenón y de deuterio.
- Colimador: Es el lente encargado de trasladar la luz que entra con una longitud de onda determinada hacia el prisma, este separa las longitudes logrando que sea redireccionada a las aberturas de salida.
- Monocromador: Es un dispositivo óptico, encargado de seleccionar, separar y aislar las radiaciones de longitud de las ondas deseadas, esto permite obtener una luz monocromática; sirve para medir la composición de la luz según la distribución de longitudes de onda.
- Celda y porta celda: Es la parte del espectrofotómetro donde se desarrolla la interacción, donde se coloca la muestra que se va a trabajar, las celdas pueden ser de vidrio, plástico o cuarzo fundido.
- Detector: Es el componente responsable de identificar la radiación que se va a analizar y determinar qué tipo de respuesta se enfrentaran (Fotones o calor).
- Registrador: Es el que convierte el fenómeno físico a número que se analizarán.

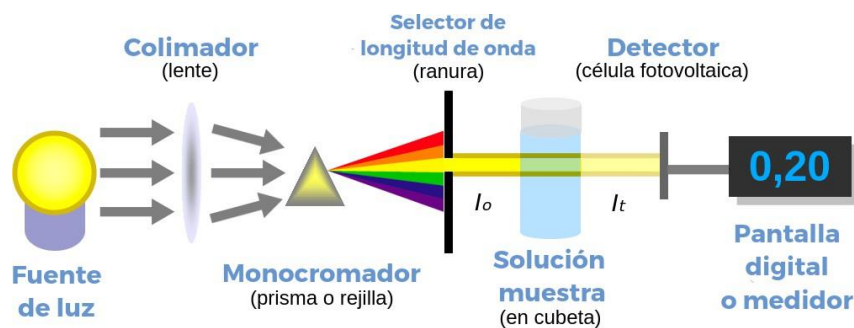


Figura 1. Componentes del espectrofotómetro. (*Componentes del Espectrofotómetro - Labster, s. f.*).

➤ Protoboard

Una protoboard es una placa de prueba usada ampliamente en la electrónica, que permite prototipar e interconectar de manera rápida y sencilla un circuito eléctrico, sin necesidad de soldaduras, está diseñada para insertar y conectar temporalmente diferentes elementos, como resistencias, condensadores, transistores, microcontroladores, LEDs, en cuestión de minutos. En la figura 1, se presenta un esquema de una protoboard.

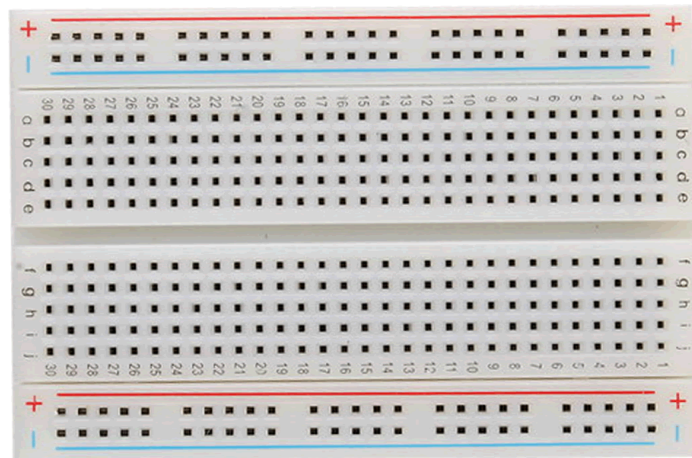


Figura 2. Protoboard. Tomado de (Tray Tecnología, 2025).

➤ LED RGB

Un led RGB (Red, Green, Blue), es la fuente de luz compuesta por tres leds individuales de color rojo, verde y azul. Cada uno de estos puede ser controlado de manera independiente para variar la intensidad de la luz que se emite, este es capaz de generar una amplia gama de colores mediante la combinación de los colores primarios. Estos leds RGB se pueden encontrar en controles remotos, juguetes, decoraciones navideñas, entre otros.

El led RGB al ser la combinación de tres leds, comparten un pin en común, este puede ser ánodo o cátodo (como se observa en la figura 2.), dependiendo del tipo de led y la función que se le vaya a dar.

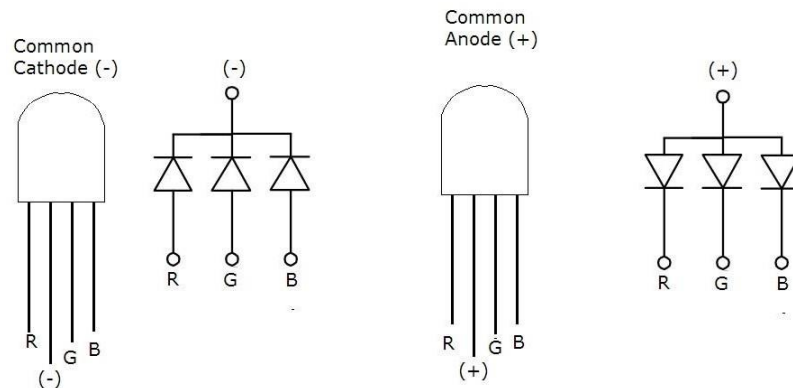


Figura 3. Partes de un led RGB. (*LED RGB 5mm Ánodo Común Difuso*, s. f.).

➤ Colores Led RGB

Al combinar los tres colores que son emitidos por el Led, rojo, azul y verde permite crear una amplia gama de colores, tal como se aprecia en la figura 3. Es importante mencionar que este LED actúa como la fuente de energía que emite la radiación para que posteriormente incida sobre la muestra de manera directa, comparado con las fuentes de energía de un espectrofotómetro.

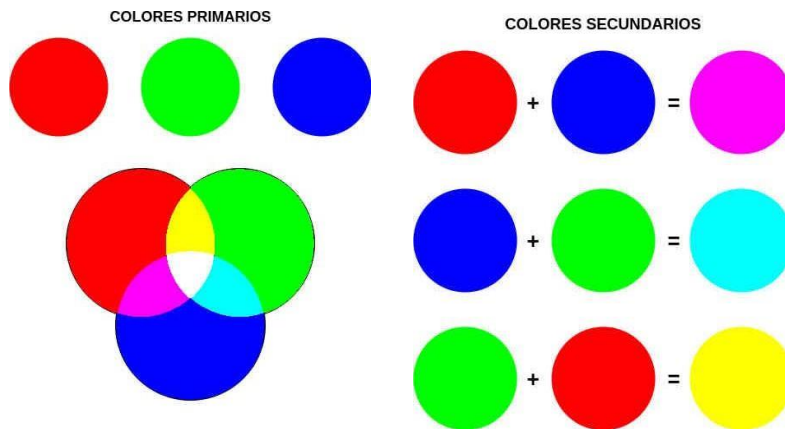


Figura 4. Gama de colores primarios y secundarios.

➤ Fotorresistor LDR

Un fotorresistor LDR (Light-dependent resistor) es una resistencia que varía en función de la luz absorbida, usada para medir a través de las entradas analógicas, una estimación del nivel o potencia de luz. Está formado por un semiconductor de sulfuro de cadmio, que, al incidir la luz sobre él, algunos de los fotones son absorbidos provocando que los electrones pasen a la banda de conducción y por consecuencia disminuyendo la resistencia del componente.

Un fotorresistor disminuye su resistencia a medida que aumenta la radiación sobre él. En la figura 4 se presenta un diagrama como las partes del fotorresistor.



Figura 5. Fotorresistor (Instituto Digital, 2025).

Es hora de la construcción

Primera parte

El primer paso consiste en conectar el LED RGB a la protoboard utilizando su terminal de cátodo. Para ello es necesario insertar el Led en los pines de la protoboard que se desee, asegurándose que estén correctamente insertados, como se muestra en la Figura 5. (En este caso los pines seleccionados son 11h, 12h, 13h y 14h)

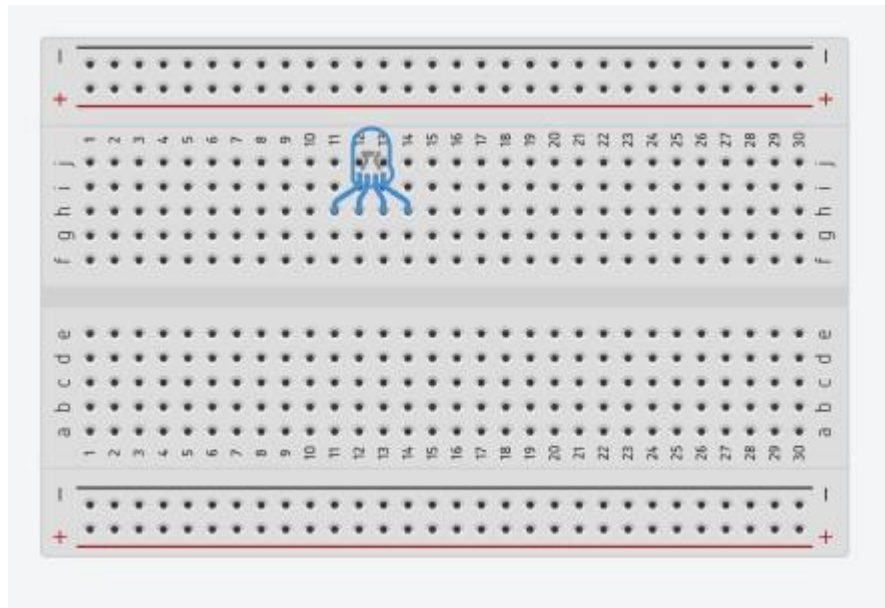


Figura 6. Protoboard con el led RGB. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

En el segundo paso se debe ubicar las resistencias a los pines del LED correspondiente a las señales de color Rojo, Verde y Azul. La pata larga del Led (Cátodo) se debe dejar sin resistencia, como se muestra en la figura 6. (En este caso en los pines 11g-11e, 13g – 13e, 13g y 14g-14e)

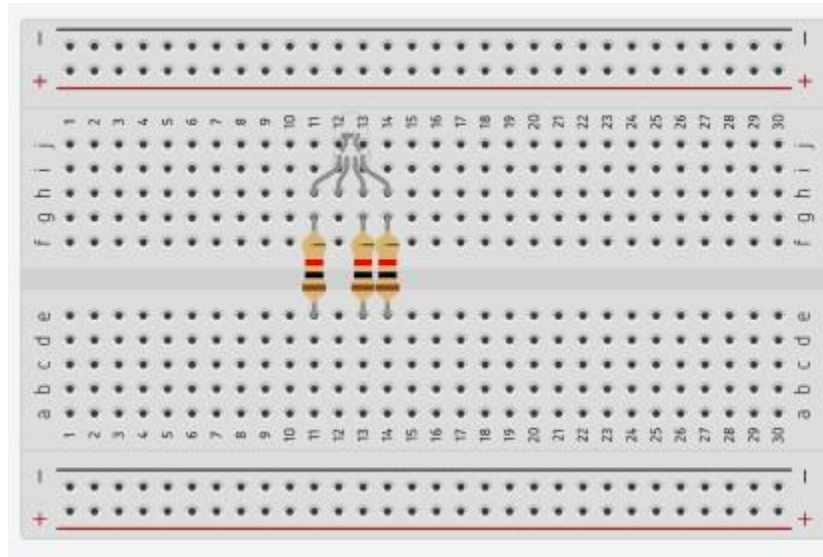


Figura 7. Protoboard con led RGB y sus respectivas resistencias. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

El siguiente paso consiste en conectar la protoboard, que contiene el LED a la placa de desarrollo Uno, para esto se debe utilizar un jumper – macho macho. Un extremo del jumper se conecta a la pata larga del LED y el otro extremo se coloca al pin de la placa de desarrollo Uno indicada con GND como se muestra en la figura 7. (En este caso el pin 12)

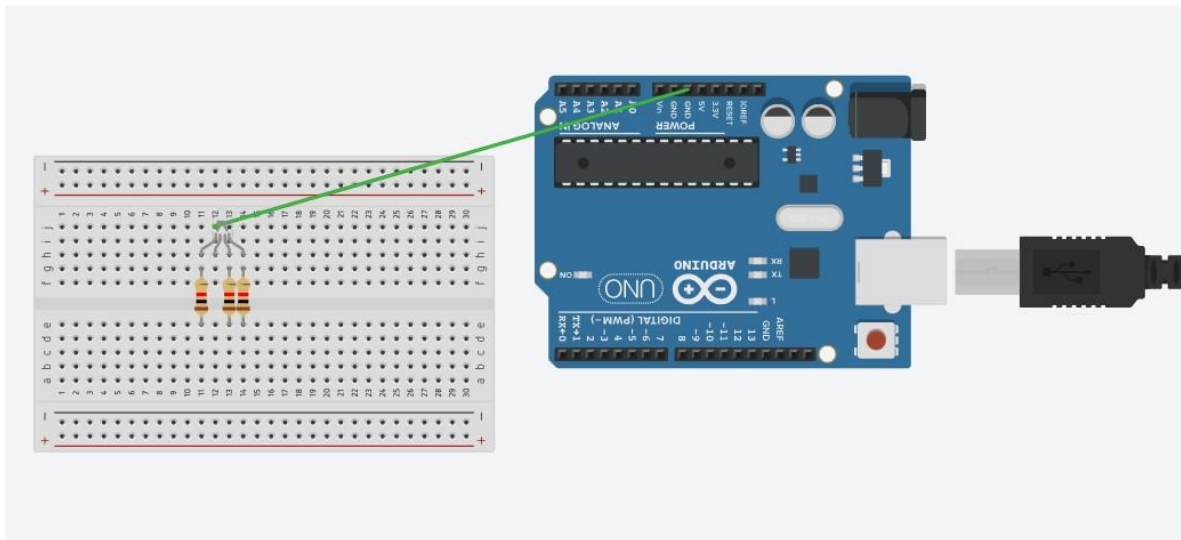


Figura 8. Conexión de la protoboard a la placa de Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Después de esto conectamos un cable jumper macho – macho a cada resistencia, el otro extremo de cada jumper se conecta a los pines de la placa de desarrollo Uno que se quieran utilizar. Como se muestra en la Figura 8. (En este caso el 1, 2 y 3)

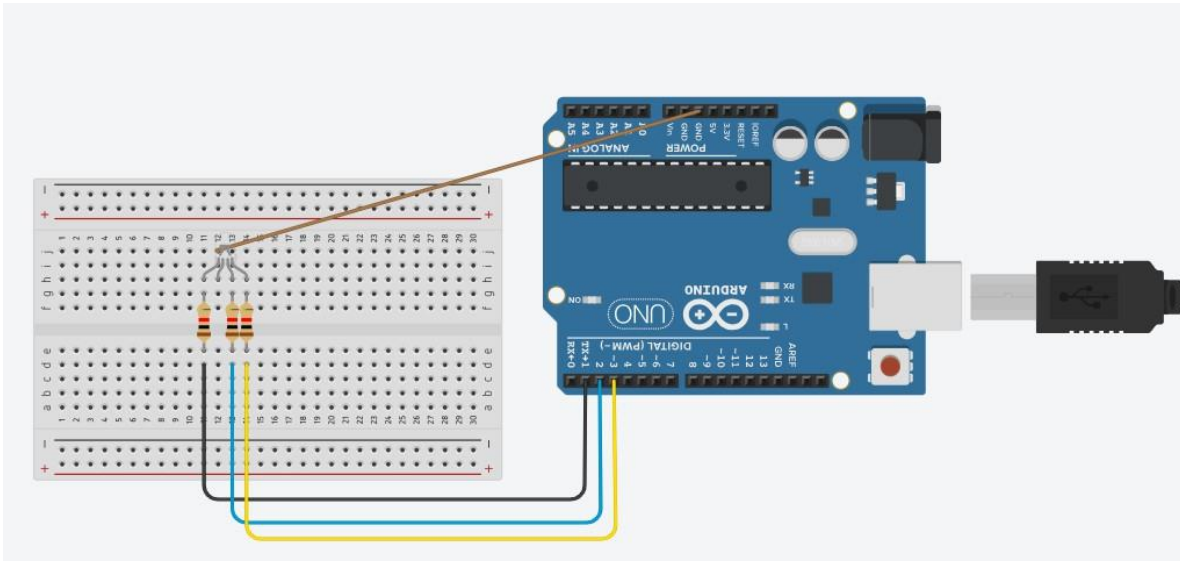


Figura 9. Conexión del LED RGB a la placa de Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Ahora es momento de ejecutar el código, para este caso en el programa Arduino Uno, se va a configurar al Led para que encienda el color solicitado, ya sea colores primarios, secundarios, o incluso terciarios.

El primer paso es definir las entradas digitales en el programa Arduino, lo que permitirá controlar el parpadeo del Led integrado en la placa. Para lograrlo, se deben declarar las variables correspondientes a cada color del Led, asignándole los pines que se desean utilizar, en este caso los pines 1, 2 y 3. Como se puede observar en la figura 9.

```
int LedRojo = 1;  
int LedAzul = 2;  
int LedVerde =3;
```

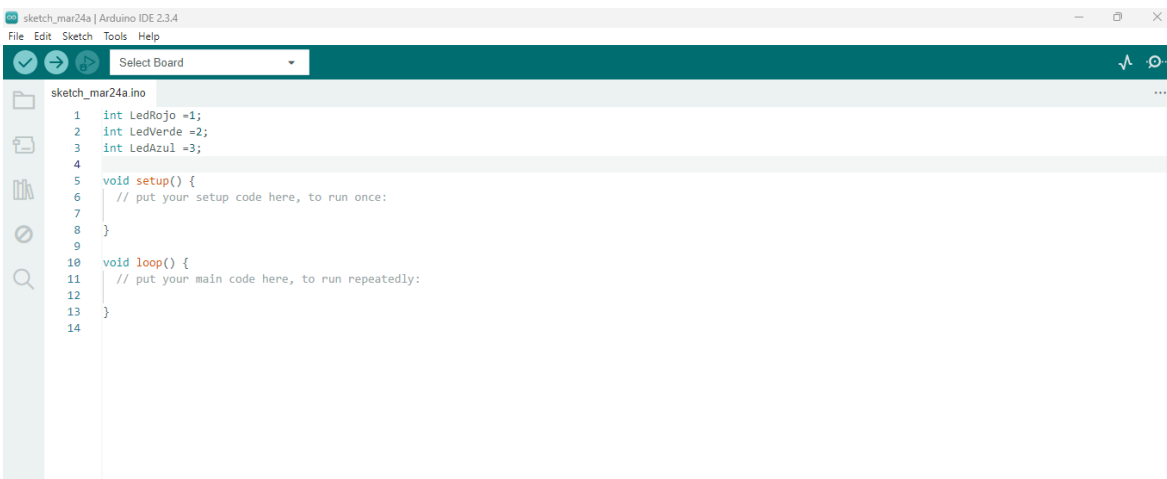


Figura 10. Primer paso del Código en el programa Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Después en la función Void setup se va a codificar los pines que se están utilizando, especificando si su configuración será de entrada o de salida, como se observa en la figura 10. En este caso:

```
pinMode (LedRojo,OUTPUT);  
pinMode (LedVerde,OUTPUT);  
pinMode (LedAzul,OUTPUT);
```

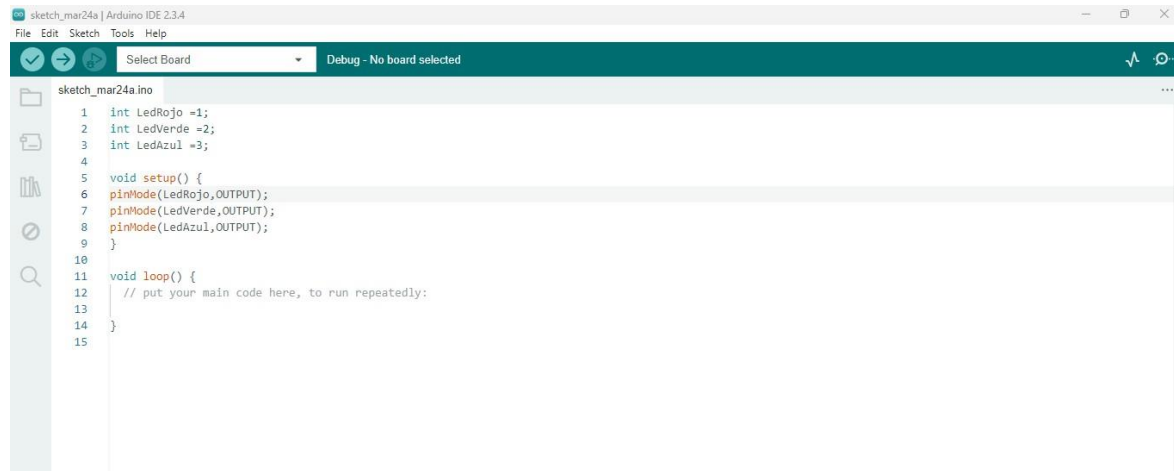


Figura 11. Segundo paso del Código en el programa Arduino. Tomada y adaptada en el programa Arduino.

En la función Void loop, se va a programar para que se ejecuten las tareas que se van a realizar siempre. En este caso se codificará para encender los colores deseados del Led RGB. Es importante tener en cuenta la gama de colores: primarios, secundarios y terciarios, dependiendo la longitud de onda que se quiera trabajar. Ya que como se sabe cada color emite una longitud de onda distinta.

En el programa Arduino, si se escribe 255 el color correspondiente se encenderá mientras que al escribir 0, se apagará

Como se mencionó previamente, el Led RGB está compuesto por tres leds individuales: Rojo, Verde y Azul. Por ejemplo, si se desea encender solo el color Rojo, será necesario apagar los leds individual Verde y Azul, por lo cual el Código sería

```
digitalWrite(LedRojo,255);  
digitalWrite(LedVerde,0);  
digitalWrite(LedAzul,0);  
delay(2000);
```

Si se desea encender el color magenta, será necesario encender los leds individuales Rojo y Azul, ya que la combinación de ambos da como resultado este color. Por lo cual el Código sería:

```

digitalWrite(LedRojo,255);

digitalWrite(LedVerde,0);

digitalWrite(LedAzul,255);

delay(2000);

```

```

sketch_mar24a.ino
1 int LedRojo =1;
2 int LedVerde =2;
3 int LedAzul =3;
4
5 void setup() {
6 pinMode(LedRojo,OUTPUT);
7 pinMode(LedVerde,OUTPUT);
8 pinMode(LedAzul,OUTPUT);
9 }
10
11 void loop() {
12 // Hacer color rojo
13 digitalWrite(LedRojo,255);
14 digitalWrite(LedVerde,0);
15 digitalWrite(LedAzul,0);
16 delay(2000);
17
18 // Hacer color Magenta
19 digitalWrite(LedRojo,255);
20 digitalWrite(LedVerde,0);
21 digitalWrite(LedAzul,255);
22 delay(2000);
23 }

```

Figura 12. Ejemplo de código en el programa Arduino. Tomada y adaptada en el programa Arduino.

Finalmente, al oprimir la flecha superior izquierda en el programa, el led encenderá en el color Rojo durante 2000 milisegundos. Posteriormente, cambiará al color magenta y se mantendrá encendido durante otros 2000 milisegundo y así sucesivamente como se puede evidenciar en la figura 13 y 14.

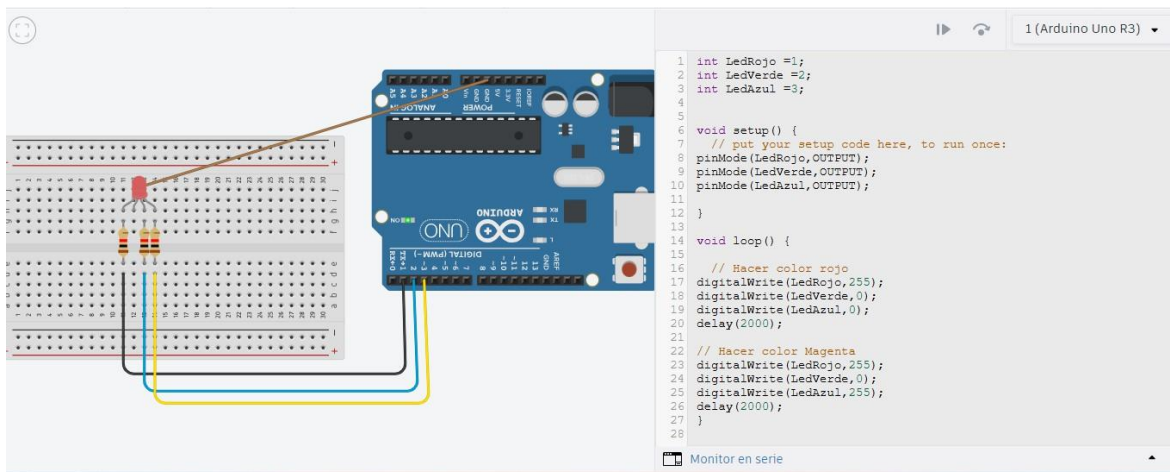


Figura 13. Led RGB color Rojo. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

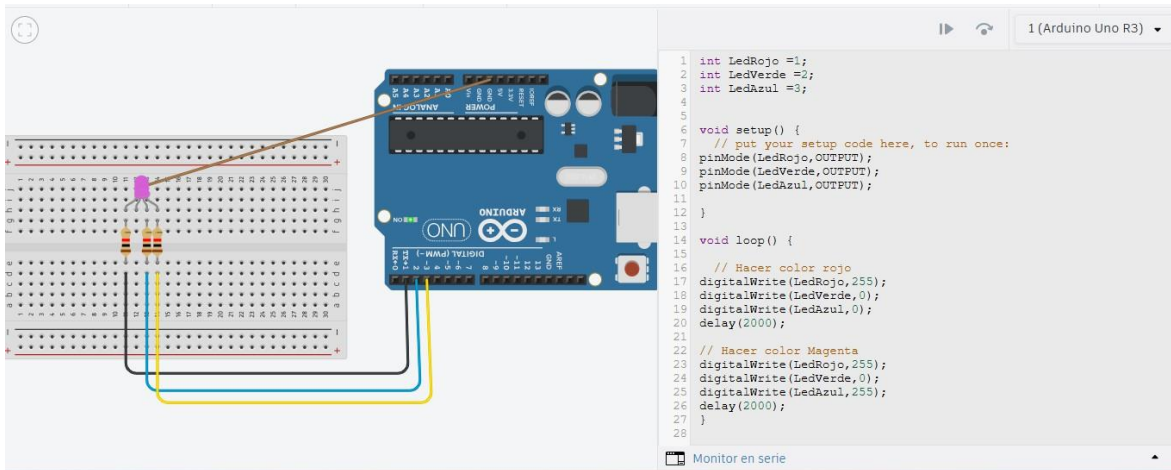


Figura 14. Led RGB color Magenta. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

AFIANZA TU CONOCIMIENTO E ILUMINA TU MUNDO N°1

Ahora tu reto será escribir el Código en el programa de Arduino para que haga lo siguiente

- 1) Encender el Led RGB en los colores primarios con un intervalo de duración de 3 segundos.
- 2) Crear el Código de los siguientes colores (Blanco, magenta, amarillo), recuerda que estos colores se logran combinando los colores emitidos por el Led RGB.
- 3) Ciclo de colores: El led RGB, deberá encenderse de forma secuencial, en este orden (Rojo, Verde, Azul, Blanco, Magenta y Amarillo) permaneciendo encendido por 3 segundos antes de cambiar al siguiente color.

Se deberá entregar lo siguiente

- Documento en formato pdf, con los códigos utilizados, no se permite el uso de los pines mencionados como ejemplo en esta guía; debe utilizar diferentes pines para el Código.
- Registro fotográfico que evidencie cada etapa del proceso de construcción de los códigos, las conexiones de protoboard con el led, resistencias, la placa de desarrollo Uno y los colores que se encendieron.
- Un video que muestre el funcionamiento del ciclo de colores, incluyendo todos los colores programados (Rojo, Verde, Azul, Blanco, Magenta y amarillo).

Segunda Parte

Para esta segunda parte, vamos a conectar el Fotorresistor LDR, al montaje anteriormente diseñado

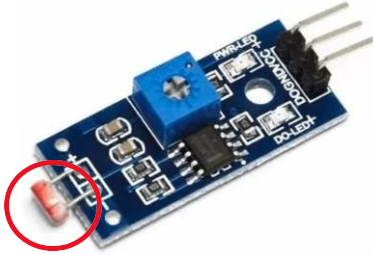


Figura 15. Fotorresistor. (Instituto Digital, 2025).

Debemos colocar el fotorresistor de manera horizontal para evitar un corto, como se puede evidenciar en la figura 15. En este caso el fotorresistor se conecta por los tres pines del módulo (Vcc, \equiv , D0) de acuerdo con los códigos referenciados en el fotorresistor de izquierda a derecha.

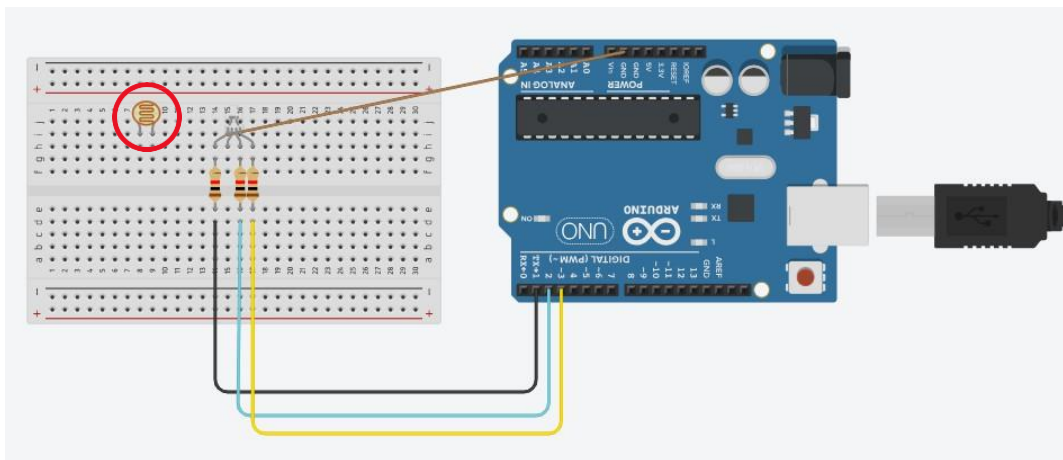


Figura 16. Fotorresistor con la placa de Arduino.

Cada pin del fotorresistor se debe conectar un jumper macho - macho, por un lado, a la protoboard y por el otro lado al Arduino, de la siguiente manera.

Del primer jumper macho – macho un lado se conecta al pin del fotorresistor marcado como Vcc y el otro lado se conecta al puerto de la placa de desarrollo Uno de 5V, como se evidencia en la figura 16.

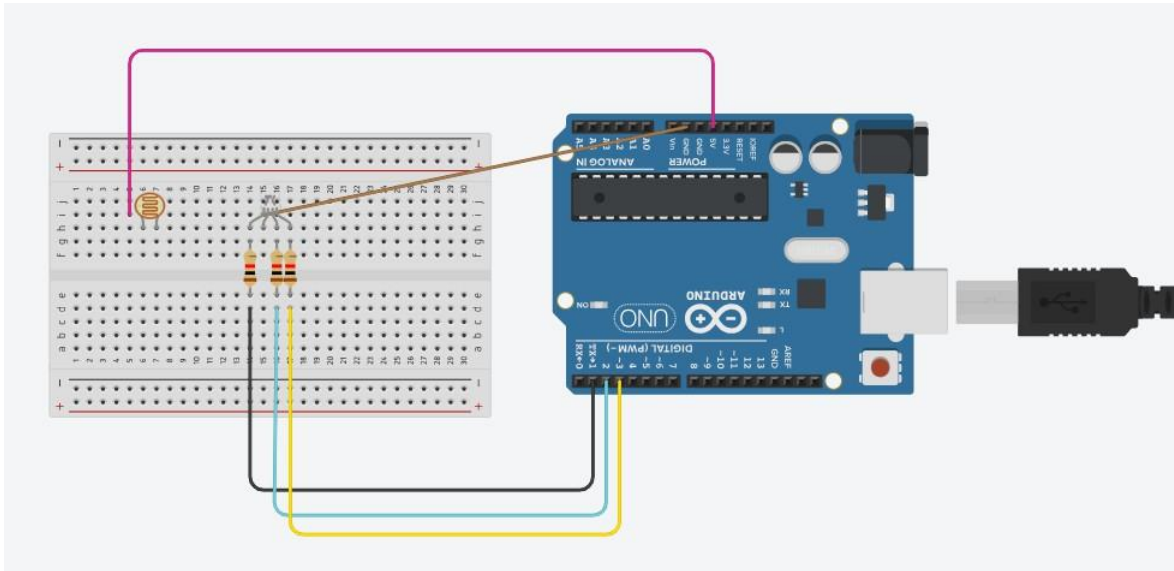


Figura 17. Primer pin del fotorresistor conectado a la placa de Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Del segundo jumper macho – macho un lado se conecta el pin del fotorresistor identificado como \equiv y el otro lado se conecta a la placa de desarrollo Uno a GND, como se observa en la figura 17.

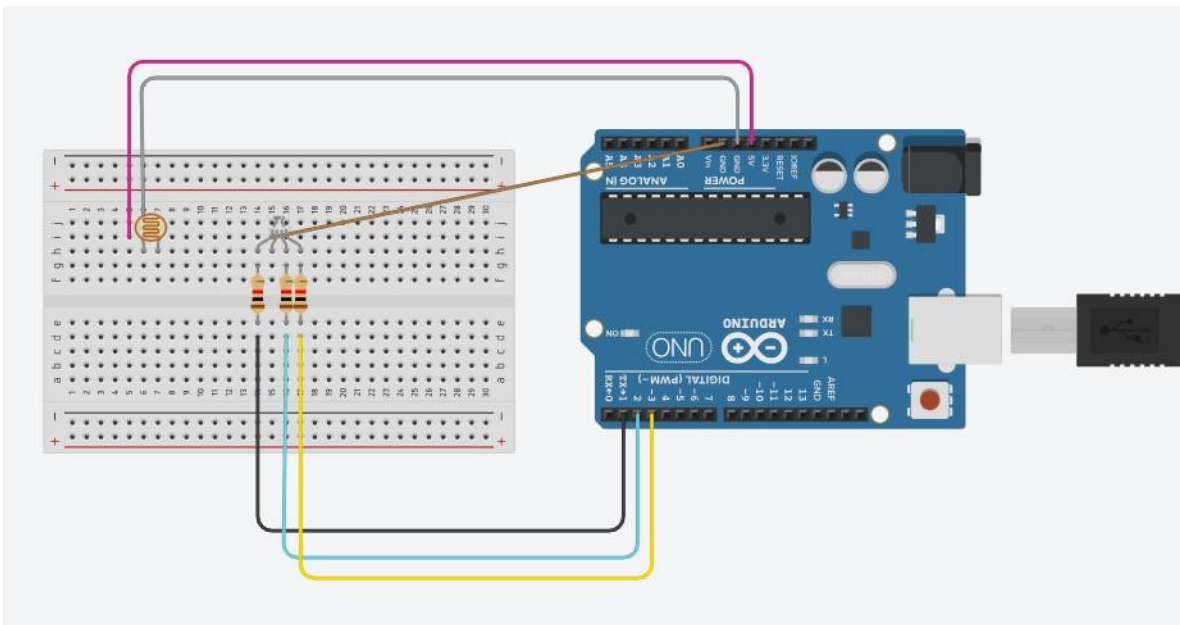


Figura 18. Segundo pin del fotorresistor conectado a la placa de Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Del tercer jumper macho – macho, un lado se conecta al pin del fotorresistor identificado como D0 y el otro lado se conecta a la placa de desarrollo Uno al puerto analógico A0, como se observa en la figura 18.

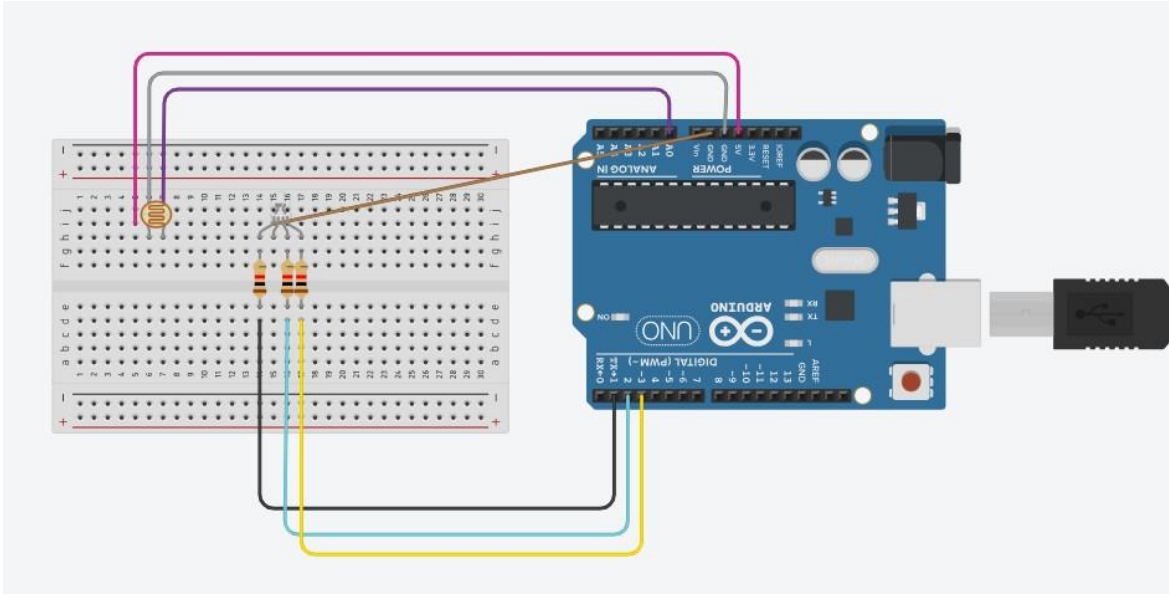


Figura 19. Primer pin del fotorresistor conectado a la placa de Arduino. Tomada y adaptada en el programa Tinkercad.

Hasta este momento ya hemos conectado la protoboard con el led RGB y el fotorresistor LDR a la placa de Arduino, el fotorresistor actúa como el detector en un espectrofotómetro convencional, es decir es el que va a detectar la longitud de onda transmitida por el Led.

Ahora es momento de que pongas tu montaje en una caja totalmente negra, donde no se presente ninguna incidencia de una tercera fuente de luz, debido que puede generar una contaminación en la prueba, este montaje será utilizado en el próximo laboratorio.

AFIANZA TU CONOCIMIENTO E ILUMINA TU MUNDO N°2

Responder las siguientes preguntas, entregar mínimo un párrafo de 5 renglones por preguntas.

- 1) ¿Qué fenómenos físicos están involucrados en la absorción de la radiación electromagnética en la región visible en el espectrofotómetro?
- 2) Proponga detalladamente otra estrategia para encender el Led RGB por medio del programa Arduino.
- 3) ¿Cómo se podría mejorar la precisión del espectrofotómetro construido e indique las limitaciones que presenta el uso de un Led RGB como fuente radiación en comparación con una lámpara de tungsteno o deuterio?

Referencias

- Componentes del espectrofotómetro – Labster. (s.f).
<https://theory.labster.com/es/spec-components/>
- Ine5mater. (2019, 9 junio). Espectrofotómetro. Materiales de Laboratorio.
<https://materialeslaboratorio.com/espectrofotometro/>

15. Laboratorio

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
ESPACIO ACADÉMICO: METODOS DE ANÁLISIS QUÍMICOS II

**DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN UNA
MUESTRA DE AGUA MEDIANTE UN MÉTODO ESPECTROFOTOMÉTRICO**

Tomada y adaptado de GUÍA PROTOCOLO DE PRÁCTICA, Universidad ECCI

Objetivos

1. Determinar la demanda química de oxígeno en una muestra de agua mediante un método espectrofotométrico en la región visible, teniendo en cuenta los principios de precisión y exactitud en la medición.
2. Desarrollar la metodología declarada en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 5220 D para la determinación de la DQO.

Introducción

La demanda química de oxígeno (DQO) es uno de los parámetros fundamentales en el análisis de la calidad del agua, puesto que mide la cantidad de oxígeno que se requiere en la oxidación química de la materia orgánica e inorgánica presente en una muestra. La DQO se hace especialmente útil en el monitoreo de aguas residuales y cuerpos de agua, dicho parámetro permite evaluar el grado de contaminación y la eficiencia de los tratamientos de depuración.

Para la determinación de la DQO se utiliza el método espectrofotométrico que se basa en la oxidación de la materia orgánica mediante el dicromato de potasio en medio ácido. Durante esta reacción, el dicromato se reduce a cromo (III), cuya concentración puede ser

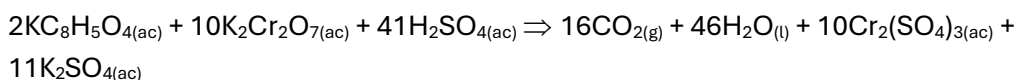
cuantificada mediante espectrofotometría a 440 nm, donde la absorbancia medida está directamente relacionada con la cantidad de materia orgánica presente en la muestra.

Este procedimiento es bastante utilizado debido a su rapidez y sensibilidad, permitiendo la obtención de resultados precisos con volúmenes reducidos de muestra. Sin embargo, es importante seguir estrictamente las condiciones de reacción, incluyendo el manejo del ácido sulfúrico y el calentamiento en baño de maría, esto con el fin de garantizar la completa oxidación de la materia orgánica.

El método debe servir para la determinación de la demanda Química de Oxígeno (DQO) en aguas naturales (superficiales y subterráneas) y en aguas residuales domésticas e industriales, en el rango comprendido entre el límite de cuantificación del rango de 1 y 1600 mg O₂ *L⁻¹ sin efectuar diluciones. Para concentraciones más altas se deberán efectuar diluciones preferiblemente menores o iguales a 10 veces.

El ion dicromato actúa como un agente oxidante fuerte haciendo que se oxide la materia orgánica presente en la muestra o en el estándar a analizar, esto hace que el Cr se reduzca de Cr⁶⁺ a Cr³⁺, por lo tanto, la cantidad de Cr³⁺ depende de la cantidad de materia orgánica presente en la disolución de análisis. A esta disolución final se le mide la absorbancia que al ser interpolada en una curva de calibración obtenida con estándares podemos determinar la concentración de la muestra de interés.

En el método estándar de determinación de DQO, se agrega un oxidante, un catalizador y ácido sulfúrico a una muestra acuosa que luego se calienta durante 2 horas. El ftalato ácido de potasio se usa a menudo para representar el material orgánico. La conversión de ftalato ácido de potasio por dicromato de potasio en medio ácido se representa en la siguiente ecuación química:



Procedimiento

1. Para la construcción de la curva de calibración se prepararán cinco patrones y un blanco de reactivos. Para ello, rotule previamente los tubos de ensayo. Siga las indicaciones de la tabla N°1 para la correcta adición de cada uno de los reactivos en cada uno de los patrones, esto con el fin de buscar exactitud.

2. Patrón (ppm)	3. Patrón O ₂ (mL)	4. Agua desionizada (mL)	5. Dicromato de potasio (mL)	6. Ácido sulfúrico (mL)	7. Volumen final (mL)
8. Blanco	9. 0,00	10. 1,70	11. 0,8	12. 2,5	13. 5
14. 50	15. 0,25	16. 1,45	17. 0,8	18. 2,5	19. 5
20. 100	21. 0,50	22. 1,20	23. 0,8	24. 2,5	25. 5
26. 150	27. 0,75	28. 0,95	29. 0,8	30. 2,5	31. 5
32. 200	33. 1,00	34. 0,70	35. 0,8	36. 2,5	37. 5
38. 300	39. 1,50	40. 0,20	41. 0,8	42. 2,5	43. 5

ATENCIÓN: Esta reacción es exotérmica, se realizará en la campana extractora utilizando gafas de protección y guantes. Añadir el ácido con una pipeta poco a poco. Finalmente, limpiar bien los restos de ácido en el exterior de los tubos y en la campana.

2. Para la preparación de la muestra problema, se filtran 30 mL de la muestra de agua residual utilizando un papel filtro. Luego con una pipeta graduada de 2 mL limpia tome 1,7 mL de la muestra filtrada y agréguelo en un tubo de ensayo limpio y seco, previamente rotulado. Posteriormente, añada 0,8 mL de dicromato de potasio 0,25 N y 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado.
3. Agregue en un Beaker de 500 mL agua hasta la mitad y ponga a calentar en una plancha de calentamiento hasta alcanzar punto de ebullición (baño de maría). Ponga los tubos de ensayo durante 20 minutos, luego de este tiempo retírelos y déjelos enfriar a temperatura ambiente en una gradilla.
4. Para la lectura de absorbancia, el espectrofotómetro de la universidad debe ajustarse a una longitud de onda de 440 nm y calibrarse con agua desionizada. Se mide la absorbancia de cada una de las disoluciones, comenzando por el patrón de menor concentración hasta el de mayor concentración, registrando los valores obtenidos para su posterior análisis.

5. Para la lectura de absorbancia, en el espectrofotómetro construido se debe ajustar en el programa Arduino el código, y medir la absorbancia de cada una de las disoluciones, comenzando por el patrón de menor concentración hasta el de mayor concentración, registrando los valores obtenidos para su posterior análisis.

Nota: Para realizar la regresión lineal se debe trabajar con la absorbancia corregida (Y) y los patrones (X)

$$Absorbancia_{Corregida} = Absorbancia_{Blanco} - Absorbancia_{Patrón}$$

Tratamiento de residuos

- Todos los residuos que se obtendrán en esta práctica de laboratorio son mezclas contaminadas con ácido sulfúrico y deben ser desechados en el laboratorio B-409
- Recuerde desechar guantes y tapabocas en las canecas rojas que se encuentran disponibles en todos los laboratorios.

Para entregar

- Investigar una noticia reciente sobre la contaminación de materia orgánica en el agua en Colombia, describir el lugar que está siendo afectado, los tipos de contaminantes, sus causas, consecuencias, analizar las acciones que han sido tomadas para resolver el problema, y reflexionar sobre si es efectiva y como la construcción del espectrofotómetro podría ayudar al monitoreo ambiental en el agua.
- Describir de manera precisa los materiales, reactivos utilizados, el aspecto de la muestra a analizar, y los pasos a seguir en la determinación de DQO. (Diagrama de flujo)
- Relacionar las absorbancias arrojadas por el espectrofotómetro construido con las concentraciones de la curva de calibración, determinar la concentración de materia

orgánica en la muestra problema y analizar si existe una tendencia entre los parámetros y que significa esto respecto a la calidad de agua.

- Comparar los resultados obtenidos del espectrofotómetro construido con el espectrofotómetro de la universidad, identifica fuentes de error en el procedimiento, técnicas instrumentales, entorno, etc. Evaluar y analizar la precisión y confiabilidad del espectrofotómetro construido con posibles ventajas, limitaciones mejoras y su utilidad en contextos donde no cuenten con equipos de alta gama o profesiones.

Bibliografía

- Harris, D. (1992) Análisis Químico Cuantitativo. Grupo Editorial Iberoamericana, S.A. México.
- Skoog, D., West, D. y Holler, F. (1999). Química Analítica. Sexta Edición. McGraw – Hill.

16. Evidencia fotográfica

