

**Enseñanza sobre nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano mediante Arte Agar con
estudiantes de Grado Once del Instituto Pedagógico Nacional**

**Presentado por:
Luz Angela Chávez Vargas**

**Director:
Hugo Mauricio Jiménez Melo
Microbiólogo, M. Sc.**

Línea de Investigación: Biotecnología, Biodiversidad y Conservación

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Biología
Bogotá D.C
2024**

Dedicatoria

Dedico este trabajo a Dios, quien puso un sueño en mí, me dio
una promesa y la cumplió.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial al Profesor Hugo Mauricio Jiménez quien de manera muy atenta me ayudo y asesoro durante toda construcción de este Trabajo de Grado, y al Profesor Jimmy Alexander Fúquene quien me brindo el espacio de su clase y me abrió las puertas del IPN.

A todas las personas que hicieron posible la culminación de este proyecto con su apoyo, aliento y compañía.

A todos los docentes que con tan noble y ardua labor me formaron en diferentes áreas académicas, éticas y profesionales.

A mi mama, cuyas oraciones, enseñanzas y respaldo incondicional me han convertido en quien soy hoy en día

A mis hermanos, cuñado y sobrino, por invertir su tiempo, dinero y esperanza en mis sueños y mi formación personal y académica.

Tabla de Contenido

1. Introducción	6
2. Justificación	8
3. Contextualización	10
3.1. Localidad de Usaqué.....	10
3.2. Instituto Pedagógico Nacional.....	11
3.3. Curso 1104	16
3.3.1. Relación docente-estudiantes:	17
3.3.2. Caracterización Estudiantil.....	18
3.3.3. Temas de interés en estudiantes del grado 1104 en relación con la biotecnología y el arte.....	18
3.3.4. Papel del docente en relación con la biotecnología.	19
3.3.5. Relaciones de interés para padres u acudientes frente a la biotecnología y el arte.....	20
3.3.6. Relación con administrativos del IPN.....	20
3.3.7. Relación con vecinos y residentes aledaños.....	21
4. Antecedentes	22
5.1 Aprendizaje significativo.....	28
5.2. Trabajo en Laboratorio	30
5.3 Enseñanza de la Biotecnología en Colombia.....	31
5.4. Bacterias	33
5.5. Fisión Binaria	34
Figura 8. Proceso de división binaria en una bacteria Bacilar.	35
5.6. Nutrición en Bacterias.	35
5.7. Metabolismo de bacterias.....	37
5.8. Arte Agar	38
6. Planteamiento problema.....	39
7. Objetivos	40
7.1. Objetivo General.....	40
7.2. Objetivos específicos.....	40
8. Diseño Metodológico.....	40

8.1. Caracterización de la localidad	41
8.2. Caracterización de la Institución Educativa	42
8.3. Acercamiento al grupo de estudiantes	42
8.1. Trabajo de laboratorio	43
9. Resultados y Análisis	46
9.1. Localidad Usaquén	46
9.2 Instituto Pedagógico Nacional (IPN)	47
9.3. Grupo de estudiantes	48
9.4. Resultados de los laboratorios	60
9.4.1. Descripción y análisis de las prácticas de Laboratorio Realizadas	60
9.5. Encuesta Final	63
10. Conclusiones.	70
11. Recomendaciones	72

1. Introducción

Este trabajo de investigación se desarrolla en el Instituto Pedagógico Nacional (IPN), un colegio ubicado en Usaqué, sector integrado a Bogotá en 1954, que, según Romero 2021, solía ser reconocido como un proveedor de materiales de construcción para la ciudad (p. 29). Actualmente, aunque su actividad ha disminuido, conserva su singularidad al pertenecer a la cordillera oriental y tener origen en los humedales de la cuenca de Torca.

Cuenta con una superficie de 6,531.32 hectáreas, limitando al oeste con la carretera del norte, al sur con la Calle 100, al norte con Chía y Sopó, al este con La Calera. Y se divide en nueve unidades de planificación regional (UPZ), en la cuales habita una población aproximada de 449,621 habitantes. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013, p.6).

Su ubicación se observa en la figura 1 y 2, que se presenta a continuación:

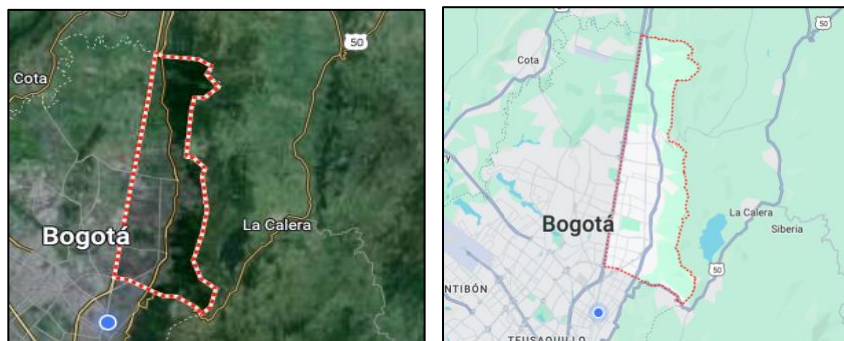


Figura 1 y 2. Mapa de la localidad de Usaqué
Ubicación por medio de la plataforma Google Maps

Al interior de esta localidad se encuentra el IPN, como se puede observar en la figura 3.



Figura 3. tomada de Google Maps. Localización del IPN en la localidad de Usaqué

El Instituto Pedagógico Nacional, ubicado en la Avenida Calle 127 n.º 11-20, es un destacado referente educativo de Bogotá. Actualmente, su campus abarca siete hectáreas, en las que se

integran áreas verdes, laboratorios equipados, salas multimedia, una biblioteca, aulas de aprendizaje y un huerto que fomenta la conexión con la naturaleza y la práctica de la agricultura sostenible.

Según el relato histórico presentado por el Museo Pedagógico, el Instituto Pedagógico Nacional traza su origen al 9 de marzo de 1927, cuando abrió sus puertas con la misión inicial de formar a 69 estudiantes para la enseñanza. Su sede original se situaba en Chapinero, específicamente en la calle 72, sin embargo, a lo largo de su trayectoria, el Instituto ha experimentado importantes transformaciones, desde la inclusión de practicantes masculinos en 1963, hasta la implementación de la educación mixta y el programa de Educación Especial en 1968, evolucionando hasta ser una institución educativa pública especializada, comprometida en ofrecer una amplia gama de servicios educativos desde la etapa preescolar hasta la educación básica y media (Museo Pedagógico Colombiano, s.f). Actualmente, el Instituto ha ampliado su oferta educativa para incluir programas de educación especial, dirigidos a estudiantes con discapacidades, así como programas de educación para adultos, orientados a brindar oportunidades de aprendizaje continuo y desarrollo personal. El IPN, más que una institución educativa, representa un faro de conocimiento, inclusión y progreso en la comunidad de Usaquén y de Bogotá. (Instituto Pedagógico Nacional, 2019).

El Plan Educativo Institucional (PEI) del IPN, como documento rector de la labor educativa de la institución, establece un marco conceptual y operativo que busca no solo el desarrollo académico de los estudiantes, sino también su crecimiento personal, social y ético. En este sentido, se subraya la importancia de una formación que trascienda los límites disciplinarios convencionales, fomentando la interdisciplinariedad y la integración de saberes para abordar los desafíos contemporáneos de manera holística. (p. 41).

Por esto, la incorporación de prácticas de microbiología aplicadas en el arte con agar (Arte Agar) para la enseñanza de la nutrición, metabolismo y crecimiento de bacterias, dentro del contexto del Proyecto Educativo Institucional (PEI) del IPN refleja una aproximación educativa, innovadora y multidisciplinaria, haciendo uso de bacterias ambientales en la siembra de medios de cultivo para observar su desarrollo y su integración con el arte.

Este enfoque pedagógico se alinea con los principios y objetivos fundamentales del PEI del IPN, estableciendo una sinergia que enriquece la experiencia educativa de los estudiantes y promueve la excelencia académica y la formación integral. En este sentido, se subraya la importancia de una

formación no convencional, que tenga en cuenta la suma de diferentes saberes para abordar los desafíos contemporáneos de manera holística. El desarrollo de prácticas de microbiología en el contexto del arte, utilizando agar como medio de cultivo para estudiantes de Grado Once, emerge como una estrategia educativa de valor pedagógico. Esta metodología permite la exploración y comprensión de conceptos fundamentales de bacteriología, crecimiento, fisión binaria, nutrición y metabolismo, como también promueve el desarrollo de habilidades cognitivas y destrezas en el laboratorio de microbiología.

El empleo del Bioarte en la enseñanza de la microbiología no solo enriquece el proceso educativo, sino que también abre un espacio para la reflexión sobre la intersección entre la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. Al crear obras de arte utilizando microorganismos vivos, se plantean preguntas éticas sobre el control y la manipulación de la vida. Por lo que los estudiantes tienen la oportunidad de reflexionar sobre el impacto de la biotecnología en la sociedad y el medio ambiente, así como de explorar las implicaciones éticas de la investigación científica y fomentar un pensamiento crítico y una comprensión más profunda de los complejos problemas que se enfrentan en los contextos de cada individuo. La tendencia del Bioarte en la educación representa una evolución significativa en la forma en que se enseña y se aprende la (Bernaschina, 2023, p.2). Más allá de transmitir conocimientos científicos, esta metodología busca cultivar una mentalidad interdisciplinaria y una apreciación por la interconexión entre las distintas áreas del conocimiento, involucrando el arte y la ciencia, para promover la creatividad y la innovación, y habilidades esenciales para abordar los desafíos actuales. Además, el empleo del Bioarte en la educación ayuda a superar las barreras entre las disciplinas académicas, fomentando una comprensión más holística y profunda de los conceptos científicos.

2. Justificación

La implementación del proyecto de integración de prácticas de microbiología aplicadas a través del Arte Agar en el Grado Once del IPN se plantea por varias razones. Empezando porque este nivel educativo representa un momento importante en la preparación de los estudiantes para la educación superior y el mundo laboral, donde su madurez académica y cognitiva les permite abordar temas más complejos y participar en actividades de investigación, así mismo, la integración de microbiología en el arte proporciona una experiencia significativa que fortalece sus habilidades transversales, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la

comunicación efectiva (Durando. s.f), por lo que los estudiantes tienen la oportunidad de consolidar y aplicar los conocimientos adquiridos, estableciendo conexiones interdisciplinarias y desarrollando una comprensión más profunda y coherente del mundo que los rodea.

Igualmente, los recursos y laboratorios de biotecnología y biología disponibles en el IPN ofrecen las condiciones necesarias para llevar a cabo las prácticas propuestas de manera efectiva y segura, la instrumentación adecuada y la infraestructura de calidad que permite a los estudiantes realizar experimentos y actividades prácticas de microbiología de manera precisa. (Instituto Pedagógico Nacional, 2019). Esto no solo favorece la integración de actividades relacionadas con bacterias, medios de cultivo, y conceptos de nutrición, metabolismo y crecimiento de bacterias en Grado Once, sino que es una parte esencial para enriquecer los procesos educativos y preparar a los estudiantes para los desafíos científicos y tecnológicos contemporáneos.

En este mismo sentido, la microbiología es una disciplina central en la biología que aborda la vida a nivel microscópico y permite comprender la diversidad microbiana, su papel en los ecosistemas y su impacto en la salud humana y el medio ambiente (Rodríguez et al, 2021) por lo que la familiaridad con bacterias, medios de cultivo y sus interacciones, proporciona una base sólida para el estudio avanzado de la biología y disciplinas relacionadas; además, la enseñanza de microbiología en la educación media fomenta el desarrollo de habilidades y destrezas prácticas y cognitivas en los estudiantes (Rueda, 2014).

A este se relaciona la salud pública que también emerge como un pilar fundamental que valida la enseñanza de la microbiología en Colombia. En un país donde los desafíos de salud son diversos y significativos, la comprensión de los microorganismos y su interacción con el cuerpo humano adquiere una urgencia ineludible. Desde enfermedades tropicales hasta la resistencia antimicrobiana, la microbiología proporciona las herramientas conceptuales necesarias para comprender, prevenir y abordar estas amenazas para la salud pública (Navarro 2017). De igual modo, la industria alimentaria colombiana encuentra en la microbiología un aliado imprescindible. En un país caracterizado por su riqueza gastronómica y diversidad culinaria, la enseñanza de microbiología puede proporcionar a los estudiantes los conocimientos necesarios para comprender los procesos de fermentación, la seguridad alimentaria y la conservación de alimentos. Esta comprensión no solo promueve prácticas seguras en la manipulación de alimentos, sino que también fomenta un mayor aprecio por la diversidad alimentaria del país.

Paralelamente, la biodiversidad colombiana, reconocida mundialmente por su excepcional riqueza, encuentra en la microbiología una ventana única para su comprensión y apreciación. Desde los suelos de la Amazonía hasta los ecosistemas marinos del Caribe, los microorganismos juegan un papel fundamental en la regulación de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad (Cruz et al., s. f.). Por lo que la enseñanza de la microbiología permite a los estudiantes tener un acercamiento a los procesos que se involucran en este ecosistema desde lo más específico a lo más general y ofrece una oportunidad invaluable para el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas entre los estudiantes.

A través de prácticas de laboratorio, observación microscópica y análisis de datos, los estudiantes pueden cultivar habilidades de investigación, pensamiento crítico y resolución de problemas, preparándolos para enfrentar los desafíos del siglo XXI en campos STEM.

3. Contextualización

3.1. Localidad de Usaquén

Según el Consejo Local de Gestión del Riesgo y Cambio Climático o CLGR-CC (2019), Usaquén fue uno de los últimos municipios en incorporarse a Bogotá en 1954. Históricamente, jugó un papel importante como proveedor de materiales como arena y piedra a la ciudad de Bogotá, aunque en la actualidad esta actividad se encuentra muy reducida. (Romero 2021). Usaquén se distingue de otras ciudades por pertenecer a la cordillera al oriente de Bogotá y provenir de los humedales (Warner et al, 2019)

La localidad tiene 6.531,32 hectáreas (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013) y está en el noreste de la ciudad. Limita al oeste con la carretera del norte, que la separa de la ciudad de Suba; al sur por la Calle 100, que limita a Chapinero; en el norte – municipios de Chía y Sopó; y al este del pueblo de La Calera. La ciudad está dividida en nueve unidades de planificación regional (UPZ): Paseo Los Libertadores, Verbenal, La Uribe, San Cristóbal Norte, Toberín, Los Cedros, Usaquén, Country Club y Santa Bárbara. Según la población, hay 449.621 habitantes. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2013).

A continuación, se hace referencia a su localización dentro de la ciudad de Bogotá y la distribución de las UPZ en la figura 4 y 5.

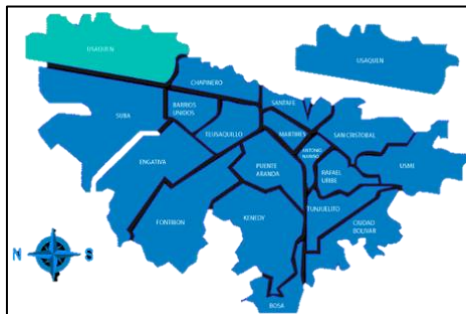


Figura 4. Ubicación de Usaqué en Bogotá



Figura 5. Unidades de Planificación regional de la localidad.

Ilustración tomada de Chatarrerías Bogotanas. s.f.

Imagen de Máster Predios. s.f.

La situación actual de Usaqué se debe en gran medida al crecimiento demográfico que comenzó con la construcción de la carretera del Norte en 1956, (Romero. 2021). Así como a la construcción no regulada y no planificada que permitió construir edificios cerca de cañones y humedales. Además, la minería (principalmente extracción de piedra) ha provocado una grave degradación ambiental y afectado gravemente la calidad de vida de la población (Warner et al, 2019).

Uno de los principales riesgos de la ciudad es el hundimiento masivo, que se ha convertido en un fenómeno recurrente debido a la inestabilidad morfológica provocada por la explotación de canteras. También existe un alto riesgo de inundaciones, causadas principalmente por la actividad humana. Otros riesgos son la construcción de nuevos proyectos urbanos, el colapso de estructuras y problemas relacionados con el tráfico vertical, comunes a los residentes con muchas propiedades horizontales. (Warner et al, 2019).

3.2. Instituto Pedagógico Nacional

El Instituto Pedagógico Nacional es un establecimiento educativo ubicado en la Av. c. 127 #11, Usaqué, Bogotá, Colombia.

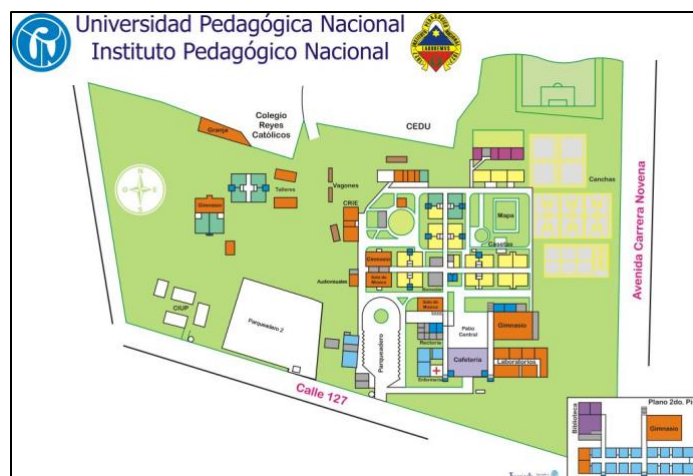


Figura 6. Plano del Instituto Pedagógico Nacional
Figura tomada de la Pagina del Instituto Pedagógico Nacional, s.f.

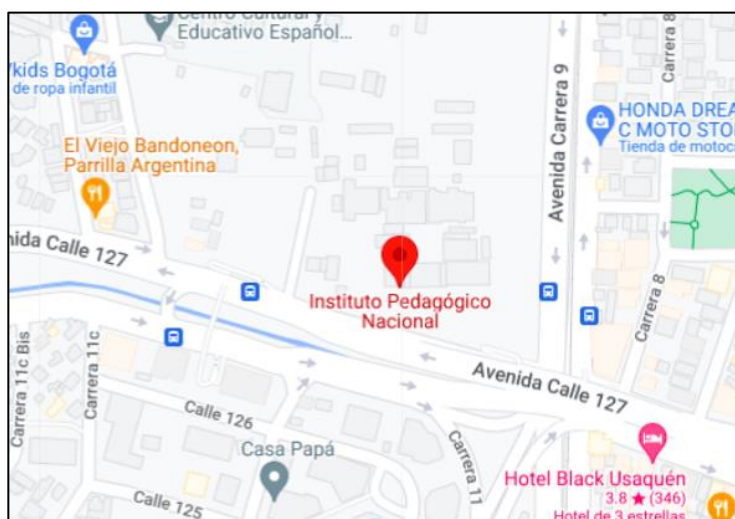


Figura 7. Ubicación del Instituto Pedagógico Nacional. Figura tomada de la plataforma de Google Maps

Según el Museo Pedagógico, (s.f), históricamente, el IPN abrió sus puertas el 9 de marzo de 1927, inicialmente enfocado en la formación de sesenta y nueve estudiantes enfocadas hacia la docencia. En 1963, se permitió el ingreso de practicantes hombres al IPN, y en 1968, se inició la educación mixta desde el primer grado de escuela primaria, además de la creación del programa de Educación Especial en la institución. A finales de 1969, el Consejo Directivo de la Universidad Pedagógica determinó que el IPN adquiriría el carácter de escuela laboratorio, lo que significa que serviría como institución para practicantes de licenciaturas y también como un centro de experimentación e innovación educativa. Estos cambios y evoluciones marcaron un hito en la historia del IPN,

consolidándolo como un centro de referencia en la educación en Colombia (Museo Pedagógico, s.f).

Con el tiempo, el IPN, se constituyó como una institución educativa de naturaleza pública y con un enfoque especializado, cuyo compromiso se dispone en proporcionar una amplia gama de servicios educativos que abarcan desde la educación preescolar hasta la educación básica y media. Además, el IPN ofrece programas de educación especial para atender las necesidades de estudiantes con discapacidades, así como programas de educación para adultos, orientados a brindar oportunidades de aprendizaje (Instituto Pedagógico Nacional, 2019).

- **Comunidad educativa:**

La comunidad educativa está compuesta por actores clave, entre los que destacan estudiantes, profesores y familias. A partir de estos pilares fundamentales, se desprenden diferentes sectores que contribuyen al funcionamiento y desarrollo integral de la institución.

En términos administrativos, la Universidad Pedagógica Nacional desempeña un papel significativo al orientar las políticas generales de la institución y brindar apoyo académico y financiero al Instituto. La dirección, a su vez, asume la responsabilidad de garantizar el funcionamiento adecuado de las autoridades educativas y de mantener una comunicación efectiva con los padres de familia (Instituto Pedagógico Nacional, 2019). En el ámbito académico y de convivencia, la coordinación académica y de convivencia desempeña un rol crucial al ser corresponsable del funcionamiento de la institución y brindar servicios para el desarrollo integral de los estudiantes. La coordinación académica se enfoca en guiar, liderar, organizar y gestionar los procesos de desarrollo académico, mientras que la coordinación de convivencia se encarga de los aspectos formativos y convivenciales de los estudiantes (Instituto Pedagógico Nacional, 2019, p.74). Además, existen instancias de apoyo como la coordinación de práctica educativa y proyección social, que colabora con los maestros del IPN para llevar a cabo prácticas y planes de proyección social en conjunto con otras instituciones de educación superior.

En cuanto a la estructura de apoyo administrativo, se compone de servicios generales que incluyen servicios de transporte, restauración, seguridad y limpieza, así como servicios de apoyo administrativo y asesoramiento asistencial y escolar (Instituto Pedagógico Nacional, 2019). La junta escolar incluye órganos de gestión académica y administrativa, el máximo órgano de decisión es la Junta, el Consejo Educativo con Orientación Pedagógica y diversos órganos consultivos.

Asimismo, cada curso cuenta con una Junta de Padres conformada por representantes de los tutores o tutores legales de los estudiantes, y un Consejo Estudiantil conformado por estudiantes elegidos por cada curso, un representante y el consejo estudiantil, seleccionado por sus pares. (Instituto Pedagógico Nacional, 2019)

Ya más allá de la administración, uno de los rasgos que también caracteriza al IPN es su enfoque innovador en la educación. La institución se esfuerza constantemente por adoptar prácticas pedagógicas modernas y adaptadas a las necesidades cambiantes de la sociedad (Instituto Pedagógico Nacional, 2019).

Es importante definir que la pedagogía moderna se refiere al conjunto de enfoques, teorías y prácticas educativas desarrolladas a partir de los siglos XVII y XVIII, que marcaron un cambio significativo en la comprensión y la práctica de la educación. Estos cambios estuvieron influenciados por diversas corrientes filosóficas, científicas y sociales de la época, así como por los avances en la comprensión del desarrollo humano y los procesos de aprendizaje (Ramírez et al. 2010). Caracterizándose por su énfasis en la individualidad del estudiante, el reconocimiento de la importancia del desarrollo integral del individuo y la promoción de métodos educativos más activos y participativos. A diferencia de los enfoques tradicionales, que a menudo se centraban en la transmisión pasiva de conocimientos, la pedagogía moderna busca involucrar al estudiante en su propio proceso de aprendizaje, fomentando la reflexión, la creatividad y la autonomía.

Este enfoque se refleja en la calidad de la enseñanza y en la capacidad del IPN para preparar a sus estudiantes no solo en términos de conocimiento académico, sino también en habilidades para el trabajo y el desarrollo humano. Por lo que la misión y visión institucional, según el PEI de la institución se describen de la siguiente forma:

- **Misión**

“Liderar los procesos educativos de niños, jóvenes y adultos, teniendo en cuenta su diversidad (económica, social, cognitiva, cultural, étnica, sexual, ética, comunicativa y afectiva). Por ello, es el centro de innovación, investigación y formación de maestros de la Universidad Pedagógica Nacional, con el fin de construir sujetos críticos, autónomos, ético-políticos, diversos, con sentido social, que contribuyan a la comprensión y transformación de la realidad (desde la dimensión humana, artística y científica), y a la consolidación de una comunidad en paz”. (Instituto Pedagógico Nacional, 2019)

- **Visión**

“Convertirse en un espacio de innovación constante, donde la reflexión sobre las políticas educativas, basada en el conocimiento pedagógico de sus docentes y en colaboración con la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), contribuya a la formación de niños, jóvenes, adultos y maestros que promuevan la construcción de una sociedad democrática, pluralista y en paz. Su enfoque innovador lo posiciona como un referente clave para la Universidad en la tarea de formar maestros”. (Instituto Pedagógico Nacional, 2019)

Ahora bien, dado que la misión y visión del Instituto Pedagógico Nacional reflejan su compromiso con el desarrollo integral de los estudiantes a través de enfoques específicos, se generó el énfasis *Campo de lo vivo*, antes conocido como *Énfasis en ciencias Naturales*.

Dicho por el docente encargado, el maestro titular Jimmy Fuquene, en una entrevista (ver **Anexo 1.**) dada a lugar el 21 de septiembre del 2023.

Este enfoque tiene como objetivo principal que los estudiantes comprendan y cuestionen su realidad y entorno, buscando transformarlos de manera innovadora. Esto se logra al fomentar la sensibilidad, la ética, la estética, la creatividad, el pensamiento crítico, la acción activa y la propositividad en los estudiantes. (Fúquene, 2023)

El enfoque se materializa a través de la pregunta problematizadora: "¿Cuáles son las habilidades que le permiten al estudiante de educación media desarrollar pensamiento crítico a partir de la alteridad, el trabajo colaborativo y la interdisciplinariedad?". Esto implica que los estudiantes, al abordar la pregunta, aprendan a pensar críticamente, considerando perspectivas diversas y colaboren de manera efectiva para aplicar conocimientos de diferentes disciplinas en conjunto, integrando tres áreas principales: ciencias naturales, educación física, y filosofía, ética y religión. Cada una de estas áreas se enfoca en el desarrollo de habilidades y conocimientos esenciales para la preparación de los estudiantes hacia la formación profesional y la educación superior. En el área de ciencias naturales, y biología priman tres temas que se distribuyen en tres horas semanales y se rotan semestralmente con el área de educación física. Relacionándose, los estudiantes de décimo grado con los siguientes contenidos (Fúquene 2023):

- **Bioética:** Esta área se centra en cuestiones éticas relacionadas con la vida, la biología y la medicina. Los estudiantes exploran dilemas éticos en campos como la experimentación con seres vivos, la genética y la toma de decisiones en el ámbito de la salud.

- **Biopolítica:** En esta parte, se analiza cómo las decisiones políticas y sociales afectan a la vida y la salud de las personas y las comunidades. Los estudiantes exploran las políticas de salud, el acceso a la atención médica y las implicaciones políticas de la biotecnología.
- **Biotecnología:** Aquí, los estudiantes profundizan en la biotecnología desde una perspectiva celular y microscópica. Estudian microorganismos, plantas, realizan experimentos en laboratorios, aprendiendo sobre patologías, enfermedades, vacunas y otros aspectos relacionados con la biotecnología.

En la entrevista se declaró que dentro de los temas que se abordan en décimo y once grado, se encuentra un eje temático centrado en la exploración del ser humano en sí mismo. En los primeros dos períodos, se enfoca en el ser humano como un investigador, enfocándose en la experimentación y la ciencia como resultados de la curiosidad. Mientras que, en los dos últimos períodos, el enfoque se desplaza hacia el conocimiento del cuerpo humano, abarcando áreas como los sistemas biológicos, el autocuidado, la salud corporal y la biometría (Fúquene, 2023).

El proceso mencionado está bajo la dirección del docente encargado, quien desempeña el papel de director de grado once. Él es uno de los principales responsables de llevar a cabo la implementación y configuración del enfoque *Campo de lo Vivo*. A partir de este punto, podemos identificar algunos de los actores clave involucrados desde el inicio de la práctica. Además del Instituto Educativo IPN, se destacan el profesor del área y los estudiantes que participan activamente en este modelo educativo.

3.3. Curso 1104

La caracterización del curso y la población estudiantil se realizó a través de un enfoque integral que abarcó diversos aspectos, se emplearon una serie de preguntas diseñadas específicamente para obtener información sobre los estudiantes, su interacción en los entornos de aprendizaje y su participación activa en las clases, fomentando un ambiente propicio para que compartieran sus opiniones, expresaran sus puntos de vista y plantearan sus intereses, lo cual permitió obtener una comprensión más profunda de sus perspectivas individuales y colectivas.

Además de centrarse en el ámbito académico, se exploraron las relaciones entre los estudiantes y sus padres, así como la manera en que estas influían en su experiencia educativa y se alentó a los estudiantes a reflexionar sobre cómo las actividades escolares y los contenidos curriculares se relacionaban con su vida cotidiana, su entorno local y su comunidad en general.

Este enfoque holístico permitió identificar una serie de elementos clave que contribuyeron a la contextualización del curso, dentro de los cuales se incluyen aspectos como las dinámicas sociales dentro del aula y en los espacios de práctica, las relaciones familiares y comunitarias, así como las conexiones entre el aprendizaje escolar y la vida fuera del entorno educativo. A partir de estas reflexiones y análisis, se pudo comprender mejor el contexto en el que se desarrollaba el proceso de enseñanza-aprendizaje y se pudieron establecer vínculos más sólidos entre los contenidos curriculares y la realidad de los estudiantes.

3.3.1. Relación docente-estudiantes:

La relación entre el docente y los estudiantes se caracteriza por ser cercana y colaborativa desde los primeros encuentros en el aula. Un aspecto notable es la presencia de una metodología informal conocida tanto por el profesor como por los estudiantes como "chismeando con Jimmy". Durante esta práctica, el objetivo principal del docente es crear un ambiente amigable y propicio para la comprensión de conceptos biológicos y técnicos.

En lugar de emplear términos académicos complejos, el profesor se esfuerza por traducir estos conceptos a un lenguaje más accesible y comprensible para los estudiantes. Esta estrategia tiene como propósito hacer que los temas parezcan más interesantes y fáciles de asimilar para los estudiantes. En esencia, se trata de un enfoque pedagógico que busca conectar con los alumnos, adaptando la enseñanza a sus necesidades y preferencias, creando un ambiente de aprendizaje más dinámico y efectivo.

Esto resulta de gran importancia, ya que la proximidad en la relación entre docentes y estudiantes, así como la orientación pedagógica centrada en las necesidades de los alumnos, son pilares esenciales que configuran la vivencia educativa, y aplica tanto a las personas que forman parte de la comunidad del IPN, como a los practicantes involucrados en esta experiencia.

Al respecto, García, et al. (2014) Citan a Cotera (2003) y sustentan que una buena relación entre maestro y alumno es un factor crucial para el éxito en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Recalcando que lograr resultados positivos, cuando el vínculo no es saludable, es un reto desafiante (p.5). Por lo tanto, de aquellos estudiantes experimentales, y de pensamiento crítico, que se quieren desarrollar en el IPN, resulta imprescindible que la relación entre el educador y sus estudiantes esté fundamentada en elementos como la atención, el respeto, la cortesía, la responsabilidad, el reconocimiento mutuo, y la disposición para aprender y enseñar. Esta dinámica contribuye a la

formación de una nueva comunidad en su conjunto, pues implica establecer acuerdos y asumir un compromiso fundamental por ambas partes: el maestro enseña y el alumno aprende. (García et al. 2014).

3.3.2. Caracterización Estudiantil

Los estudiantes con los cuales se llevó a cabo la práctica pedagógica pertenecen al Salón 1104, correspondiente al Grado Once. Este grupo está compuesto por un total de 29 personas, de las cuales 17 son hombres y los 12 restantes son mujeres. Las edades de los estudiantes abarcan un rango que va desde los 14 hasta los 18 años, siendo las edades de 16 y 17 las más comunes dentro del aula.

Así mismo, es importante resaltar que, en términos generales, el grupo mantiene una relación amena y amigable entre todos sus miembros, y que, en los encuentros de la práctica pedagógica, se ha evidenciado un marcado interés por el enfoque Campo de lo vivo. Incluso, algunos de los estudiantes han manifestado su interés por temas relacionados con la medicina, el estudio del cuerpo humano, la tecnología, la veterinaria, el trabajo en laboratorio, el dibujo y el arte, así como otros campos que guardan relación con la biotecnología y el Bioarte, ambos objetos centrales de la práctica pedagógica. Esta diversidad de intereses y la receptividad hacia el enfoque de "campo de lo vivo" facilitan el enriquecer la actividad educativa y promover un ambiente de aprendizaje y participación.

3.3.3. Temas de interés en estudiantes del grado 1104 en relación con la biotecnología y el arte.

Dentro del grupo de 1104 se destacan varios temas de interés que pueden relacionarse fácilmente con la biotecnología, la microbiología y arte. La biotecnología, centrada en el estudio del cuerpo humano, la veterinaria, y el trabajo en laboratorio, ha capturado la atención de los estudiantes debido a su fascinación por las complejidades del organismo y la posibilidad de contribuir a avances biomédicos. Además, se ha observado un interés notable en el cuidado de los animales, tanto domésticos como silvestres, que ha llevado a algunos estudiantes a considerar la carrera veterinaria. Por otro lado, la experiencia práctica en el laboratorio, incluyendo actividades como cultivos in vitro, ha sido bien recibida por los estudiantes, quienes expresan su deseo de repetirla para complementar su aprendizaje teórico.

En cuanto al arte, el dibujo y la música, se identifica una oportunidad para integrar estas expresiones artísticas en el espacio educativo, ya que algunos estudiantes reconocen no haber explorado completamente esta área. A pesar de este reconocimiento, existe una expectativa positiva entre los estudiantes de poder integrar el arte y la creatividad en su formación, evidenciando un interés latente que puede ser cultivado a lo largo de la práctica pedagógica. La combinación de biotecnología y arte, precisamente, ofrece un terreno educativo diverso y enriquecedor, que puede fomentar la exploración interdisciplinaria y el desarrollo integral de los estudiantes en el Instituto Pedagógico Nacional.

- El cuerpo humano: El estudio del cuerpo humano, abarcando la medicina, el funcionamiento del cerebro y la anatomía, representa un área de gran interés para los estudiantes. Se sienten atraídos por la posibilidad de explorar las complejidades del organismo, así como por la perspectiva de contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías biomédicas.
- La veterinaria y la zootecnia: Otro interés común para los estudiantes resultó ser el área del estudio y el cuidado del mundo animal, entre las personas que destacaron esta inclinación prima el interés de desarrollarse profesionalmente en la veterinaria, y la afinidad con animales domésticos y silvestres.
- El trabajo en laboratorio: desde años anteriores los estudiantes han venido desarrollando diferentes técnicas y trabajos en laboratorio, por ejemplo, algunos cultivos in vitro. De manera general responden muy bien a la experiencia, sustentan que desean repetirla, y que les gusta complementar lo visto en clase con trabajo práctico desde el laboratorio.
- Arte, dibujo y música: varios de los estudiantes reconocen que no han integrado el área de artes, hoy las expresiones artísticas, al espacio de tópicos o al enfoque, sin embargo, tienen expectativas de poder hacerlo.

3.3.4. Papel del docente en relación con la biotecnología.

Los profesores pueden percibir la biotecnología, la biomedicina, la bioética y los procesos asociados como una valiosa oportunidad de aprendizaje para sus estudiantes, y aprovechar las diversas aplicaciones y áreas de interés relacionadas como punto de partida para discutir causas, problemáticas y posibles soluciones. De esta manera, la enseñanza se podría convertir en un

ejercicio práctico y relevante que conecta el conocimiento con la vida cotidiana de los estudiantes. (Acosta et al. 2013) Además, la incorporación de la biotecnología en el aula también brinda la oportunidad de crear conciencia sobre las complejas cuestiones y enigmas éticos, sociales, económicos y políticos que surgen en este campo. Los profesores pueden fomentar debates y reflexiones que coloquen a los estudiantes en un papel participativo activo para encontrar soluciones y tomar decisiones informadas. Finalmente, los educadores no solo enriquecen el aprendizaje de sus estudiantes al utilizar la biotecnología como herramienta pedagógica, sino que también los preparan para comprender y abordar los desafíos actuales y futuros de la disciplina, promoviendo un enfoque educativo holístico y crítico.

3.3.5. Relaciones de interés para padres u acudientes frente a la biotecnología y el arte.

Los padres o acudientes de los estudiantes constituyen otro actor de relevancia en el contexto y, por ende, en el desarrollo de la propuesta de práctica pedagógica. Aunque los acercamientos y los espacios de práctica no permitieron profundizar mucho en esta parte, es importante reconocer su potencial influencia en el proceso educativo. Se puede suponer que los padres tienen intereses particulares en lo que respecta a la educación y formación de sus hijos. Esto podría incluir un interés en comprender la importancia de los procesos biotecnológicos y su aplicación en el mundo actual. Además, de que valoren la idea de que sus hijos refuercen sus conocimientos y adquieran nuevos a través de las prácticas de laboratorio, reconociendo la importancia y el impacto de la educación basada en la experiencia práctica. Otro posible tema de interés para los padres podría ser el fortalecimiento de habilidades específicas en sus hijos, como el análisis, la sistematización de datos, la investigación y la formulación de problemas. Estas habilidades son fundamentales en la formación de los estudiantes y pueden ser vistas como un activo importante en su desarrollo académico y personal.

3.3.6. Relación con administrativos del IPN

Varios de los administrativos del IPN han establecido metas y objetivos con la intención principal de mejorar el desarrollo académico de los estudiantes y promover un ambiente propicio para su formación integral, guiando las responsabilidades de los jefes de área, maestros y comités dentro de la institución. Entre estos objetivos se incluye la supervisión del desarrollo y la evaluación de los proyectos pedagógicos de la institución, asegurando que estén alineados con los propósitos

institucionales y se mejoren de manera constante. Además, se busca fomentar la investigación y la innovación para cumplir con los propósitos educativos y mantenerse actualizado en las mejores prácticas. La participación activa de la comunidad educativa también es una prioridad, así como la colaboración con la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y otros centros de educación superior en procesos de práctica y proyección social. Finalmente, se promueve el desarrollo de propuestas de investigación e innovación tanto en docentes como en estudiantes, lo que contribuye a un enfoque en constante evolución en la enseñanza y el aprendizaje (Instituto Pedagógico Nacional, 2019).

Estos objetivos son fundamental en la articulación del proyecto de práctica propuesto, destinado a fortalecer la investigación, la participación y la innovación, y puede aplicarse a la biotecnología y las ciencias naturales, para crear un ambiente educativo benéfico tanto para los maestros como para los estudiantes y los practicantes, impulsando el progreso y la excelencia en la educación.

3.3.7. Relación con vecinos y residentes aledaños

Los vecinos y residentes cercanos a las instituciones educativas pueden beneficiarse e interesarse en proyectos prácticos a través de la comunicación científica, la participación en proyectos comunitarios, colaboraciones de investigación local, la promoción de la educación continua y la participación en juntas o comités. La organización de eventos de comunicación científica abiertos al público les permite aprender sobre biotecnología y ciencias naturales de forma accesible. Además, la participación en proyectos comunitarios relacionados con la investigación científica aumenta su compromiso e interés, permitiéndoles abordar problemáticas locales que afectan directamente a la sociedad. Además, la cooperación en el campo de la investigación local les brinda la oportunidad de ofrecer soluciones concretas para su entorno. Brindar a los adultos locales oportunidades de aprendizaje y alentarlos a participar en juntas o comités escolares, puede fortalecer el vínculo entre las instituciones educativas y la comunidad.

Ahora bien, tras todas estas descripciones de como los diferentes actores involucrados, se interesan, construyen y participan de la práctica, es necesario discutir acerca del porqué estas actividades tienen un lugar significativo, dentro de las problemáticas contemporáneas de la enseñanza de la biología, en aras de enriquecer los procesos formativos y el interés acerca de la Biotecnología, el Bioarte, las bacterias y la Microbiología en un contexto actual.

Según Ocelli, M. (2013) “En el marco de una educación ciudadana equitativa, la escuela tiene la responsabilidad de formar sujetos con herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales que les permitan tomar decisiones e intervenir en el mundo con juicio crítico” (p. 3). Lo que hace necesario que los ciudadanos, y por ciudadanos entiéndase también los estudiantes en formación, tengan bases sólidas y estructuradas acerca de la ciencia y la tecnología, con tal de evaluar, cuestionar y proponer al respecto, construyendo una opinión propia y fundamentándola.

Citando a Cabo et al., 2006, Ocelli, 2013 continua y afirma que un conocimiento científico tecnológico que en los últimos años ha sido objeto de números debates públicos es la biotecnología, y como debido a su desarrollo y el impacto global que ha tenido en las últimas décadas, se ha ido articulando dentro de la educación.

4. Antecedentes

Estos antecedentes proporcionan valiosas lecciones y estrategias que pueden enriquecer significativamente el presente trabajo de grado sobre Arte Agar, para la enseñanza de nutrición, metabolismo y crecimiento de bacterias. La consulta previa destaca la importancia de enfoques pedagógicos, para involucrar a los estudiantes activamente en la construcción de su propio conocimiento, así mismo la implementación de kits didácticos y manuales de práctica en laboratorios de biotecnología subraya la eficacia de herramientas tangibles y experiencias prácticas para facilitar la comprensión de conceptos complejos. De igual modo, se resalta la importancia del laboratorio como un espacio vital para la enseñanza de la microbiología en donde se deben de integrar experiencias prácticas y contextuales en la educación.

2005. Enseñanza de la reproducción celular en el segundo año de educación secundaria.

Olivares López Sandra y Samano Martínez Adriana.

Los autores de esta tesis realizada en la Universidad Pedagógica Nacional de México, se propusieron valorar la importancia de las estrategias didácticas basadas en el enfoque constructivista para enseñar la reproducción celular en segundo año de educación secundaria. Se realizaron actividades que abordaron temas como la mitosis, la meiosis, los ciclos celulares y la importancia de la producción celular en los seres vivos. Aunque no se implementaron las actividades, se concluyó que el constructivismo busca reemplazar el modelo tradicional de educación y considera al estudiante como un participante activo en la construcción de su propio

conocimiento. Se recomendó que los maestros tomen en cuenta las teorías psicopedagógicas al enseñar sobre reproducción celular.

Los aportes extraídos de dicho trabajo proporcionan un valioso marco teórico y práctico para orientar el diseño e implementación de estrategias de enseñanza sobre nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano dirigidas a estudiantes de grado 11. Ya que, se destaca la importancia de adaptar los métodos de enseñanza a las necesidades y demandas actuales de los estudiantes, como lo evidencian las reformas en los Planes y Programas de Estudio de Educación Secundaria relacionadas con la enseñanza de la Biología, considerando el contraste entre el conductismo y el constructivismo en la educación. Mientras el conductismo enfatiza el control de la conducta del estudiante y la manipulación de sus respuestas, el constructivismo reconoce al alumno como un ser activo capaz de construir su propio conocimiento y promueve la participación activa, la exploración y el pensamiento crítico, aspectos fundamentales para abordar temas complejos como la nutrición y el metabolismo bacteriano.

Además, se hace hincapié en las teorías del desarrollo cognitivo de Ausubel, Piaget y Vigotsky, las cuales resaltan la importancia de comprender las etapas del desarrollo del estudiante para adaptar los contenidos y estrategias de enseñanza de manera adecuada. Esto implica diseñar actividades que consideren las capacidades cognitivas y el nivel de comprensión de los estudiantes de grado 11, asegurando que el aprendizaje sea significativo y relevante para su desarrollo intelectual.

Finalmente, se subraya la relevancia de abordar temas relacionados con la nutrición, el metabolismo y el crecimiento bacteriano en el contexto del trabajo de grado. Estos temas no solo tienen implicaciones biológicas fundamentales, sino que también están estrechamente relacionados con la salud, la medicina y la investigación científica, lo que los hace pertinentes y motivadores para los estudiantes.

2011. Elaboración de un kit didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la reproducción celular en estudiantes de secundaria. Ospina Diaz.

En este trabajo de grado realizado en la Universidad Nacional de Colombia, se desarrolló e implementó un modelo didáctico para enseñar sobre reproducción celular, mitosis y meiosis utilizando un Kit dirigido a estudiantes de séptimo grado en un colegio específico. A pesar de algunas dificultades y errores conceptuales encontrados durante la implementación, se obtuvieron avances positivos en el aprendizaje de los estudiantes, destacándose la respuesta favorable y la

motivación al participar en actividades más inclusivas y llamativas, así como la formulación de estrategias de evaluación creativas. Como conclusiones, se resaltó que el Kit didáctico estimuló los sentidos de los estudiantes, facilitando la comprensión de los temas, y generando el interés y la participación en clase.

Este diseño y desarrollo del kit didáctico de reproducción celular ofrece valiosas lecciones que pueden ser aplicadas en el trabajo de grado. En primer lugar, es crucial estimular múltiples canales sensoriales durante el proceso de enseñanza. Esto implica diseñar actividades que abarquen lo visual, táctil, kinestésico y auditivo para garantizar una comprensión profunda de los conceptos bacterianos. Por ejemplo, se pueden crear experimentos prácticos donde los estudiantes manipulen agar y observen el crecimiento bacteriano en diversas condiciones, fomentando así una comprensión más completa.

Además, al igual que el kit de reproducción celular, el material desarrollado para enseñar procesos bacterianos debe ser accesible tanto para el docente como para los estudiantes. Proporcionar guías detalladas para los profesores y materiales didácticos claros garantiza una participación activa y efectiva de ambos en el proceso de aprendizaje. Otro aspecto importante es la facilitación de la comprensión a través de la manipulación directa de los conceptos. Al igual que los estudiantes pueden reproducir las fases de la mitosis y la meiosis con el kit de reproducción celular, los estudiantes de grado 11 pueden interactuar directamente con los conceptos de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano mediante la realización de experimentos prácticos. Esto les permitirá no solo comprender teóricamente los conceptos, sino también experimentarlos de primera mano, lo que fortalecerá su comprensión.

Por último, al igual que el kit de reproducción celular busca ampliar la metodología de trabajo en el aula, el enfoque en la enseñanza de procesos bacterianos también debería introducir nuevas formas de abordar la microbiología. Incorporar técnicas innovadoras, como el uso de medios de cultivo selectivos o la observación de bacterias bajo microscopios, enriquecerá la experiencia de aprendizaje de los estudiantes y los motivará a explorar aún más el fascinante mundo de la microbiología.

2014. Manual de práctica de microbiología del cepario del laboratorio de biotecnología de la Universidad pedagógica Nacional. Leidy Carolina Cifuentes Rodríguez e Ingrid Magerly Quispe Espejo.

Este trabajo de grado de la Universidad Pedagógica Nacional se enfocó en elaborar un manual de prácticas de microbiología para el laboratorio de Biotecnología, con el propósito de proporcionar apoyo documental en el trabajo con bacterias y microhongos. El manual incluyó prácticas comunes, normas de bioseguridad, protocolos de aislamiento y referentes teóricos. Se recopiló información de manuales nacionales e internacionales y se realizaron aislamientos de bacterias y microhongos para su elaboración. El manual se dividió en dos secciones, abarcando características de los géneros de bacterias, cultivos, tinciones, técnicas de estudio y protocolos de aislamiento. Las autoras concluyeron que la creación del manual no solo permitió recopilar información valiosa sobre microbiología y el cepario de la universidad, sino que también se convirtió en una herramienta útil para fomentar el trabajo práctico y autónomo, así como el desarrollo de habilidades investigativas, científicas y pedagógicas relacionadas con el manejo de microorganismos.

2015. Diagnostico de concepciones de la reproducción celular se Séptimo, Octavo y Noveno grado de los colegios Miguel Antonio Caro IED y Justo Víctor Charry IED. Pineda, C. M y Afanador, H. A.

Pineda y Afanador se centran en mostrar los resultados de un diagnóstico evaluativo realizado a estudiantes de grados octavo, noveno y décimo para evaluar sus conocimientos previos y concepciones sobre la célula y la reproducción celular. Se utilizaron cuestionarios de opción múltiple y entrevistas para analizar los resultados e identificar las bases conceptuales y dificultades de los estudiantes en ciencias naturales. Los resultados revelaron que los estudiantes de séptimo y octavo grado obtuvieron más aciertos en las preguntas del cuestionario, mientras que en la entrevista se evidenció que la mayoría de los estudiantes reconocen el concepto de célula, pero tienen dificultades para comprender las relaciones entre las estructuras y la reproducción celulares. Un pequeño porcentaje de estudiantes manifestó no haber entendido la pregunta, y un número aún menor tuvo problemas para relacionar las células con la herencia o la transmisión de material genético. Como conclusión, se determinó que la falta de comprensión de los conceptos básicos y la falta de competencias en ciencias son las principales dificultades que enfrentan los estudiantes para comprender los temas relacionados con la reproducción celular.

El estudio revelador sobre las dificultades en la comprensión de la reproducción celular entre estudiantes de secundaria proporciona valiosas ideas para abordar la enseñanza de la nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano en el nivel de grado 11 de bachillerato. Desde una

perspectiva de aprendizaje profundo, es esencial no solo enfocarse en la memorización de conceptos, sino en la comprensión biológica subyacente detrás de estos procesos fundamentales. Una aproximación clave radica en la realización de una evaluación diagnóstica que permita identificar las concepciones previas y las posibles dificultades de los estudiantes en relación con estos temas. Esta información proporcionará una base sólida para adaptar la estrategia de enseñanza y abordar de manera efectiva las áreas problemáticas, facilitando así una comprensión más completa por parte de los alumnos.

El desarrollo de competencias científicas es otro aspecto crucial a considerar en la enseñanza de estos temas. Esto implica no solo enseñar conceptos, sino también promover habilidades como la interpretación de datos experimentales, el análisis crítico de resultados y la comprensión de las relaciones causa-efecto en los procesos biológicos. Para aumentar la relevancia y aplicabilidad de los conceptos aprendidos, es fundamental diseñar actividades que conecten la nutrición, el metabolismo y el crecimiento bacteriano con situaciones de la vida real y problemas del mundo científico. Esta contextualización ayuda a los estudiantes a comprender cómo estos conceptos se aplican en su entorno, lo que puede motivar su aprendizaje y aumentar su compromiso con el tema. El desarrollo de competencias científicas es otro aspecto crucial a considerar en la enseñanza de estos temas. Esto implica no solo enseñar conceptos, sino también promover habilidades como la interpretación de datos experimentales, el análisis crítico de resultados y la comprensión de las relaciones causa-efecto en los procesos biológicos.

2017. La enseñanza de la microbiología desde las prácticas de laboratorio en estudiantes de grado once, de un colegio en Bogotá. Antonio Fernandez, Miguel Ángel Vallejo Ovalle, Yolanda Catalina

Este artículo de la Universidad Pedagógica Nacional busca mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la microbiología a través de prácticas de laboratorio, desde la perspectiva de docentes en formación. Se implementó una intervención dividida en contextualización y la implementación de un modelo de clase basado en la importancia del laboratorio según los estudiantes.

Durante la implementación, se encontraron dificultades en el ritmo lento de los estudiantes y fallas en los procesos evaluativos. Sin embargo, cuando las actividades se llevaron al laboratorio, los resultados mejoraron notablemente. Se concluyó que las prácticas de laboratorio favorecen la

adquisición de destrezas y la autonomía de los estudiantes, ya que les permite investigar y encontrar respuestas por sí mismos.

El análisis del antecedente revela una importante demanda por parte de los estudiantes: la búsqueda de un maestro que ejerza una influencia significativa en el aula. Este aspecto resalta la necesidad de un enfoque pedagógico que promueva la autonomía del estudiante y lo empodere en su proceso de aprendizaje, proceso fundamental para reconocer que los estudiantes, aunque estén en grado undécimo y a las puertas de enfrentar la vida universitaria o laboral, aún buscan una figura de autoridad que les guíe y les motive en su camino educativo. La percepción de los estudiantes respecto a la responsabilidad del maestro en la entrega de trabajos, en contraposición a su propia autonomía hacia las clases, plantea un desafío importante en cuanto al acompañamiento que el docente debe brindar para fortalecer la independencia de los alumnos.

Estos hallazgos sugieren una reflexión profunda sobre el papel del maestro de biología en el aula de clase, destacando la importancia de no ser meramente un transmisor de conocimientos, sino de facilitar el proceso mediante el cual los estudiantes puedan tomar decisiones informadas sobre su propio aprendizaje. El maestro debe ser un guía que inspire a los estudiantes a explorar, cuestionar y construir su propio conocimiento, fomentando el pensamiento crítico y la autonomía intelectual. En este sentido, es necesario repensar las estrategias pedagógicas utilizadas en el aula, buscando alternativas que promuevan la participación activa de los estudiantes y que les permitan desarrollar habilidades para el aprendizaje autónomo. Esto implica ofrecer un ambiente de aprendizaje estimulante, donde los estudiantes se sientan motivados y capacitados para asumir un papel protagónico en su proceso educativo, el desafío para el maestro de biología radica en encontrar el equilibrio entre proporcionar orientación y apoyo, mientras se fomenta la autonomía y la responsabilidad de los estudiantes hacia su propio aprendizaje. Entonces, se hace necesario adoptar un enfoque pedagógico que empodere a los estudiantes y les brinde las herramientas necesarias para convertirse en aprendices autónomos y críticos en un mundo en constante cambio.

5. Marco Teórico

En este marco teórico, la nutrición, metabolismo y crecimiento de bacterias, el aprendizaje significativo, la biotecnología en el contexto de la educación colombiana y el trabajo de laboratorio son conceptos básicos para promover una comprensión profunda y significativa de los procesos biológicos y desarrollar habilidades científicas de los estudiantes. El análisis e integración

de estos conceptos permitirá el desarrollo de estrategias educativas que faciliten la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades para comprender el significado y trascendencia de las bacterias.

5.1 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo puede entenderse como una estrategia educativa cuyo propósito es que los estudiantes construyan conocimientos, a través de la relación con el contexto y las experiencias previas. Al respecto, Latorre (2017) citado en Baque (2021) sostiene que el aprendizaje significativo relaciona los conocimientos adquiridos con los ya preexistentes para que se le permita asignar un significado particular a todos los nuevos (p.5). Por lo tanto, implica que los conceptos o saberes nuevos se adhieran de manera lógica y coherente en los saberes ya establecidos, generando una estructura clara y estable.

Lo que indica, que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos se vinculan de manera fija, lógica y coherente con conceptos y proposiciones ya presentes en la estructura cognitiva de cada estudiante, generando una comprensión clara, coherencia conceptual y distinciones relevantes. De esta manera, el estudiante logra dar sentido a lo aprendido y utilizarlo de manera efectiva en diferentes situaciones.

El término de integrar nueva información en estructuras cognitivas se refiere a la capacidad del alumno para encontrar puntos de conexión entre los conceptos o proposiciones en su mente y el nuevo conocimiento que adquiere (Baque, 2021), estos puntos de conexión deben ser sólidos y no arbitrarios, lo que significa que deben basarse en una comprensión clara y precisa de los conceptos existentes. Claridad, por su parte significa que el estudiante ha entendido a profundidad los conceptos y proposiciones que ya tiene en su estructura de conocimiento. La consistencia implica que estos conceptos y proposiciones son fijos y estables, es decir, no cambian con frecuencia o los conceptos son inestables y, finalmente, la diferenciación significa que los estudiantes pueden distinguir entre diferentes conceptos y proposiciones en su estructura cognitiva, para evitar confusión (Baque, 2021)

El aprendizaje significativo promueve un enfoque activo y reflexivo entre los estudiantes. Esto les permite seleccionar y analizar información relevante, relacionarla con sus conocimientos previos o la experiencia de vida, y construir conocimientos con sentido y aplicabilidad en su contexto sociopedagógico (Sarmiento, 2007) esto contribuye a una comprensión más profunda y duradera

del contenido aprendido, lo que a su vez facilita su transferencia a diferentes situaciones. Basado en Carneros 2018 (También citado por Baque, 2021). El aprendizaje significativo se basa en el método. Este método no solo adquiere conocimiento de manera pasiva, sino que también participa activamente en el proceso (p.11) Es decir, los estudiantes necesitan seleccionar, recolectar y analizar información relevante en el proceso de aprendizaje de contenidos específicos. Al hacerlo, se favorece la conexión de la información analizada con los conocimientos previos y la experiencia de la vida diaria de los estudiantes.

Por lo tanto, los estudiantes en este proceso no solo adquieren información, sino que buscan comprenderla y relacionarla con su propio contexto sociopedagógico o educativo. La estrategia de aprendizaje busca conocimientos significativos y relevantes para los contextos cotidianos y las experiencias de los estudiantes. De esta manera, el conocimiento adquirido se convierte en un aprendizaje real, no en una mera memorización, que puede aplicarse de manera efectiva en diferentes situaciones de la vida.

Baque 2021 continúa citando a Karneros, 2018, para sustentar que el aprendizaje significativo se basa en un enfoque en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos de forma pasiva, sino que participan activamente en el proceso. Es decir, los estudiantes necesitan seleccionar, recolectar y analizar información relevante en el proceso de aprendizaje de contenidos específicos. Y que, al hacerlo, favorezca la conexión de la información analizada con los conocimientos previos y la experiencia de la vida diaria de los estudiantes.

Otros autores, como Rodríguez (2011) hablan de la teoría del aprendizaje significativo, propuesta por David P. Ausubel en 1963. Esta surgió como una alternativa al enfoque conductista dominante del momento, confrontado con el modelo de enseñanza basado en el descubrimiento, que le daba un papel activo al alumno y asumía que el aprendizaje se adquiere a través del descubrimiento. Rodríguez, argumentó que el mecanismo principal por el cual las personas aprenden a enriquecer y retener el conocimiento es a través del aprendizaje altamente receptivo.

Novak (1998) Citado por Ballester et al. S.f. describe el aprendizaje y el pensamiento significativo, como la integración constructiva de emociones y acciones que ayudan al crecimiento y el desarrollo de un individuo. Desde esta perspectiva, se adquiere un carácter humanista, reconociendo la influencia de la experiencia emocional en el proceso de aprendizaje, sin limitarse a los resultados, sino que se debe ver como un proceso de significado compartido. Completando

la enseñanza cuando el significado del material aprendido por los estudiantes es cercano con el significado que el maestro pretende transmitir. (p.4)

5.2. Trabajo en Laboratorio

Las actividades experimentales juegan un papel central en el proceso de enseñanza de las ciencias. Ya que proporciona a los estudiantes una base teórica sólida y les brinda la oportunidad de desarrollar las habilidades y destrezas necesarias que se aprenden a través del trabajo práctico en el laboratorio. Además, las actividades experimentales ayudan a desarrollar habilidades de pensamiento y conceptos científicos, dependiendo del tipo y propósito de dicha práctica.

Según López (2012), existen argumentos convincentes para incluir la práctica de laboratorio como estrategia didáctica debido a su valor para promover objetivos relacionados con el conocimiento conceptual y procedimental en el aprendizaje de las ciencias. Estas actividades brindan a los estudiantes una comprensión más profunda de los conceptos científicos y les permiten aprender habilidades prácticas relacionadas con el método científico. Además, promueven el desarrollo de razonamiento, pensamiento crítico y creativo. Por eso, través de la experimentación, los estudiantes aprenden a analizar y evaluar críticamente la información, hacer preguntas y generar nuevas ideas. Lo que les permite desarrollar un enfoque más abierto y objetivo del conocimiento científico, así como desconfiar de los “argumentos” que carecen de evidencia sustancial (pág. 6). López (2012) también citó a Turklāt Gill et al. 1999, argumentando que los profesores y los estudiantes tienen una conexión intuitiva entre la práctica de laboratorio y el trabajo científico. El identificar esta relación puede facilitar un cambio de la práctica de laboratorio basada en prescripciones a métodos que permitan a los estudiantes desarrollarse cognitivamente y dirigirse a sí mismos para crear conocimiento y mejorar. En este sentido, las hipótesis que los estudiantes desarrollen en el laboratorio deben surgir desde su propio criterio, es decir, de su autoría intelectual.

Además, las prácticas de laboratorio les permiten adquirir una perspectiva científica más amplia sobre el conocimiento científico y su interacción con la sociedad. López (2012) menciona que los estudiantes solo pueden entender lo que están reconstruyendo a través de la reflexión, la discusión con compañeros, profesores, y sus propias experiencias e intereses y es muy importante que la práctica de laboratorio anime a los estudiantes a analizar los resultados.

Eso quiere decir que, el trabajo en el laboratorio es fundamental para que los alumnos aprendan cómo se construye el conocimiento en las comunidades científicas. Puesto que les permite explorar y experimentar activamente, observar de primera mano cómo trabajan los científicos o llegar a consensos y resolver desacuerdos en el proceso de investigación, o también, a través de esta experiencia, los estudiantes desarrollan una mayor comprensión de los valores que guían la actividad científica y la relación de la ciencia con la sociedad y la cultura en general.

Espinosa et al, 2006 afirman que la práctica de laboratorio tiene el potencial de desarrollar los horizontes científicos más amplios y contextuales de los estudiantes. ayuda a crear una perspectiva en la que los estudiantes ven la adquisición del conocimiento científico sin que resulte una tarea imposible. Además, aprenden a reconocer que la ciencia no es infalible y que en ella influyen diversos factores e intereses como los sociales, políticos, económicos y culturales. (p. 22). Por lo tanto, la práctica de laboratorio permite a los estudiantes obtener una comprensión más completa y realista del mundo científico para formar una visión crítica y reflexiva de la ciencia como una actividad humana en constante evolución y sujeta a diversas influencias.

Por su parte, Manrique (2019) dice que, para lograr un aprendizaje significativo en áreas del conocimiento científico, los estudiantes deben participar en la producción de dicho conocimiento, en lugar de recibirlo previamente preparado. Cuando la práctica de laboratorio se presenta para simular una investigación real, deja de ser solo experimental y pasa a incluir elementos esenciales de la actividad científica (pág. 52). La investigación en pedagogía enfatiza la importancia de la integración coherente de la práctica de laboratorio, la resolución de problemas y la implementación de conceptos en el aprendizaje de las ciencias. Reunir estos elementos de manera cohesiva brinda un fuerte apoyo para un enfoque dirigido y basado en la investigación para el aprendizaje de las ciencias.

5.3 Enseñanza de la Biotecnología en Colombia

La Biotecnología, según definiciones del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia (s.f), representa un campo multidisciplinario que utiliza organismos vivos, sistemas biológicos o sus derivados para desarrollar o modificar productos y procesos con aplicaciones específicas en diversos sectores, como la agricultura, la medicina, la industria y el medio ambiente. Este campo ha experimentado un rápido crecimiento y se ha convertido en uno de los pilares fundamentales de la ciencia y la tecnología contemporáneas.

Ahora, en el contexto colombiano, la Biotecnología desempeña un papel crucial en la mejora de la calidad de vida de la población y en el impulso del desarrollo socioeconómico del país. La integración de la Biotecnología en el ámbito educativo colombiano es esencial para preparar a las nuevas generaciones de profesionales con las habilidades y conocimientos necesarios para enfrentar los desafíos del siglo XXI (Acosta, 2017). La enseñanza de la Biotecnología en Colombia debe abordar tanto los aspectos teóricos como prácticos de esta disciplina, desde una perspectiva teórica, es fundamental proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los principios fundamentales de la Biotecnología, incluyendo la manipulación genética, la ingeniería de proteínas, la biología molecular y celular, entre otros conceptos. Esto les permitirá entender cómo se aplican estos conocimientos en la resolución de problemas reales y en la innovación tecnológica. Además, la Biotecnología ofrece oportunidades para promover un enfoque interdisciplinario en la educación. Al integrar conceptos y técnicas de diferentes áreas, como la biología, la química, la física y la ingeniería, se fomenta el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y trabajo en equipo en los estudiantes.

Además, al tratarse de un país donde la biodiversidad es una de las más ricas del mundo, la Biotecnología juega un papel crucial en la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Los estudiantes deben comprender cómo la Biotecnología puede contribuir a la protección del medio ambiente, la seguridad alimentaria y la salud pública, así como a la generación de empleo y el crecimiento económico (Acosta, 2017).

Según Gómez et al. (2020), la integración de la Biotecnología en la educación colombiana ofrece numerosos beneficios, como el fomento de la innovación y la creatividad, la mejora de la calidad de la enseñanza de las ciencias y la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos del mercado laboral globalizado. Sin embargo, es importante adaptar los contenidos y metodologías de enseñanza a las necesidades y características específicas de los estudiantes colombianos, promoviendo un enfoque práctico y participativo que fomente el aprendizaje activo y significativo. La enseñanza de la Biotecnología y la Microbiología en la escuela colombiana es esencial para preparar a los estudiantes con las habilidades y conocimientos necesarios para comprender y enfrentar los desafíos actuales y futuros en campos como la medicina, la agricultura y la conservación del medio ambiente (Gómez et al., 2020). Estas disciplinas, interrelacionadas entre

sí, ofrecen oportunidades únicas para el aprendizaje práctico y la exploración de conceptos científicos complejos en el aula, promoviendo así un enfoque interdisciplinario en la educación y fomentando el pensamiento crítico y la resolución de problemas entre los estudiantes (Ostos et al., 2019).

La Biotecnología y la Microbiología son áreas de estudio en constante evolución que no solo proporcionan una comprensión más profunda de los procesos biológicos fundamentales, sino que también permiten explorar el potencial de estas disciplinas para abordar los desafíos sociales y económicos del país, como la seguridad alimentaria y la salud pública (Ramírez et al., 2019). Al integrar estas disciplinas en el currículo escolar, se puede fomentar el interés de los estudiantes en carreras científicas y tecnológicas, así como prepararlos para contribuir al avance y la innovación en el campo de la biotecnología en Colombia (López et al., 2017).

5.4. Bacterias

Según Brock (2015) las bacterias son células procariotas, es decir, que no poseen un núcleo definido, poseen los mecanismos y material genético para crecer y reproducirse por fisión binaria y algunos de los pocos caracteres compartidos con los eucariotas, son estructuras como la membrana, ribosomas y Ácido desoxirribonucleico (ADN), una célula procariota típica de una eubacteria o una arqueobacteria posee generalmente las siguientes partes, pared celular, membrana citoplasmática, ribosomas inclusiones y el genoforo (también conocido como Nucleoide)” (p.56). La membrana citoplasmática, es una estructura esencial en la célula, que actúa como una barrera selectivamente permeable, separando el interior del exterior celular, y es crucial para regular el paso de sustancias y mantener el equilibrio interno de la célula. La pared celular, por su parte, es una capa externa rígida que se encuentra fuera de la membrana plasmática en muchas células procariotas y en algunas células vegetales; proporciona soporte estructural y protección contra la presión osmótica, ayudando a mantener la forma de la célula y protegiendo su entorno interno de condiciones osmóticas adversas (Brock, 2015).

Los ribosomas son orgánulos celulares compuestos de ARN ribosómico y proteínas. Son los sitios de síntesis de proteínas en la célula y están involucrados en la traducción del ARN mensajero durante el proceso de síntesis de proteínas. En una sola célula procariota, puede haber hasta 10,000 ribosomas (Brock, 2015, p.56) lo que resalta su importancia en la maquinaria celular. Además,

algunas bacterias tienen inclusiones celulares, que son acumulaciones de materiales de reserva como carbono, nitrógeno, azufre o fósforo. Estas inclusiones se forman cuando estos compuestos están presentes en exceso en el entorno de la célula y pueden ser utilizadas como fuente de nutrientes en momentos de escasez (Brock, 2015, p.56). En cuanto a la estructura nuclear, los procariotas difieren significativamente de las células eucariotas ya que lugar de un núcleo definido, los procariotas tienen una sola molécula de ADN que se encuentra en una región llamada nucleóide. Esta molécula de ADN, a veces referida como cromosoma, contiene toda la información genética necesaria para el funcionamiento de la célula. Por último, según Brock (2015), muchas bacterias pueden moverse, y este movimiento suele mediar estructuras llamadas flagelos. Cada flagelo está compuesto por una proteína tubular enrollada y su rotación en medios líquidos impulsa la célula. Los flagelos bacterianos son visibles tanto en microscopía óptica, mediante el uso de tinciones, como en microscopía electrónica, destacando su importancia en la locomoción bacteriana. (p.57).

5.5. Fisión Binaria

Morejón. et al. (2008) habla de la reproducción en bacterias, a partir de un entorno que les proporciona las condiciones adecuadas, como un sustrato rico en nutrientes o un medio favorable, que es cuando su número de individuos comienza a crecer rápidamente. Este fenómeno está relacionado con su proceso reproductivo. (p.30)

Por lo tanto, se puede observar que cuando los microorganismos encuentran un ambiente favorable, es decir, un sustrato que les proporcione los nutrientes necesarios para su desarrollo y condiciones ambientales adecuadas, sus capacidades reproductivas se activan significativamente. Este aumento de individuos ocurre en poco tiempo (Morejón, et al 2008)

Morejón et al, continúa argumentando que hay tres tipos de reproducción celular en bacterias: Fisión binaria, fragmentación y gemación. Frente a la fisión binaria, que es el tema central y de mayor relevancia para el presente proyecto, Morejón et al (2008) describe los procesos de reproducción con lo siguiente “Una célula se divide en dos después de desarrollar una pared transversal” (Pág. 95). La fisión binaria, básicamente, consiste en duplicar el material genético en la célula madre y luego dividirlo por igual entre las dos células hijas. Estas células hijas se separan y se forma una nueva pared celular entre ellas. (Benintende. s.f.) Durante la fisión binaria, la célula madre bacteriana crece lo suficiente como para dividirse en dos células hijas idénticas. Este

crecimiento ocurre cuando las células madre acumulan nutrientes y metabolizan los recursos disponibles en su entorno. Cuando se alcanza el tamaño adecuado, la célula madre replica su material genético, incluido el ADN y otros componentes genéticos. (Benintende. s.f.) La replicación del material genético es un proceso preciso y controlado en el que se realiza literalmente cada copia de ADN. Cuando se completa la replicación del ADN, se separan dos copias idénticas del material genético y se distribuyen uniformemente entre las células hijas resultantes. Este proceso asegura que cada célula hija reciba una copia completa y válida del material genético de la célula madre, como se muestra en la siguiente figura.

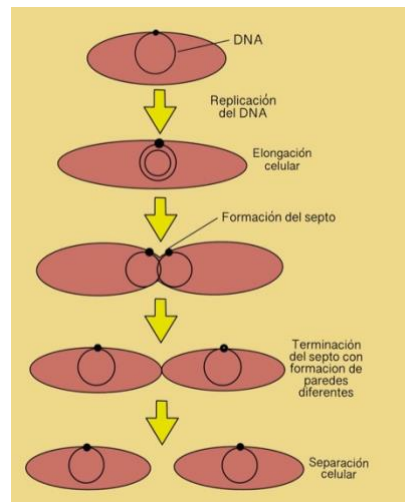


Figura 8. Proceso de división binaria en una bacteria Bacilar.
Figura tomada de Brock (2015) y reilustrada por el autor

5.6. Nutrición en Bacterias.

La nutrición es un proceso vital mediante el cual los organismos vivos adquieren del entorno las sustancias químicas necesarias para su crecimiento y desarrollo (Vega, s.f). Estas sustancias, llamadas nutrientes, cumplen dos funciones principales: proporcionar energía para mantener las funciones celulares y suministrar materiales para la síntesis de nuevos componentes celulares. Desde la perspectiva del aprovisionamiento energético, las bacterias se clasifican en dos categorías: litotrofas, que obtienen energía a partir de sustancias inorgánicas simples como el sulfuro de hidrógeno o el amoníaco, y organotrofas, que requieren compuestos orgánicos más complejos como carbohidratos o proteínas (Vega, s.f).

Por otro lado, en términos de sus necesidades de crecimiento y síntesis celular, las bacterias se dividen en autotrofas y heterotrofas. Las autotrofas son capaces de sintetizar sus propios materiales celulares a partir de sustancias inorgánicas simples, como el dióxido de carbono. Por el contrario, las bacterias heterotrofas obtienen carbono orgánico para su crecimiento, aunque pueden utilizar otros elementos inorgánicos para otras funciones celulares. Es importante destacar que existen bacterias con capacidades metabólicas mixtas, conocidas como mixotrofas, que combinan la capacidad de obtener energía de compuestos inorgánicos con la necesidad de nutrientes orgánicos para su crecimiento (Lozano et al., 2021).

Según Lozano et al. (2021) todas las bacterias, ya sean autotrofas o heterotrofas, necesitan una serie de elementos químicos esenciales para su metabolismo. Estos elementos se clasifican en macronutrientes, como carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio y magnesio, y micronutrientes o elementos traza, como cobalto, cobre y zinc (p.11). De igual modo, Brock (2015) sustenta que las células albergan una amplia gama de moléculas, desde las pequeñas hasta las macromoléculas. Las pequeñas moléculas pueden ser adquiridas del entorno o sintetizadas internamente, mientras que las macromoléculas siempre se producen dentro de la célula. (p.112)

“aunque hay muchos elementos en la naturaleza, prácticamente la totalidad de la masa celular está formada por sustancias de cuatro tipos de átomos: Carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno (...) Estos cuatro elementos constituyen el esqueleto de las macromoléculas, así como las moléculas orgánicas pequeñas. Otros elementos son menos abundantes que el C, O, H y N, pero son igualmente importantes para el conjunto del metabolismo. Estos incluyen el fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre y hierro, zinc, manganeso, cobre, molibdeno, cobalto y otros pocos elementos dependiendo del organismo.” (Brock, 2015, p.112)

La versatilidad metabólica de las bacterias les permite adaptarse a una amplia gama de condiciones ambientales y aprovechar una variedad de fuentes de nutrientes, desde la captura de carbono inorgánico hasta la utilización de compuestos orgánicos complejos, las bacterias demuestran una sorprendente capacidad para aprovechar los recursos disponibles en su entorno. A pesar de esta

diversidad, algunas bacterias se especializan en formas metabólicas únicas, como los quimioautótrofos, que obtienen energía de la oxidación de compuestos inorgánicos simples y el carbono del dióxido de carbono. Estas adaptaciones metabólicas únicas son ejemplos fascinantes de la versatilidad y la especialización evolutiva de las bacterias en su búsqueda de nutrientes y energía en diferentes entornos. (Lozano et al, 2021).

5.7. Metabolismo de bacterias.

El metabolismo es un proceso vital dentro de las células y organismos, caracterizado por una red de transformaciones químicas, estas transformaciones se realizan mediante reacciones donde las enzimas son cruciales catalizadores, facilitando la formación de rutas metabólicas (Pacheco et al, 20021) Cada paso en estas rutas metabólicas implica una modificación específica del compuesto inicial, que puede significar la eliminación, transferencia o adición de átomos o grupos funcionales particulares. Este proceso conduce a la generación de productos finales a partir de intermediarios metabólicos conocidos como metabolitos. Por lo que la compleja red de interacciones químicas constituye el metabolismo celular, según Pacheco et al (2021) los múltiples sistemas enzimáticos, trabajan de manera conjunta para llevar a cabo cuatro funciones principales: la obtención de energía a través de la síntesis y degradación de moléculas, la producción de componentes celulares esenciales, la eliminación de desechos metabólicos y la regulación del equilibrio interno de la célula. (p.3).

Por lo tanto, es un proceso dinámico y esencial que sustenta la vida celular, ya que, además de su papel en la obtención y utilización de energía, desempeña un rol fundamental en la síntesis de moléculas estructurales, como proteínas y ácidos nucleicos; necesarias para el crecimiento y mantenimiento celular.

Las bacterias, por su parte, tienen la capacidad de alterar su entorno mediante la absorción de diversos compuestos, como carbohidratos, lípidos, aminoácidos e incluso compuestos inorgánicos, al mismo tiempo que liberan productos de desecho capaces de modificar las condiciones del medio. Según Alcalá et al, 2004 Estos cambios pueden ser detectados mediante diferentes métodos, como el uso de indicadores de pH puesto que las interacciones que las bacterias establecen con su entorno son únicas para cada género y especie, y dependen en gran medida de su genotipo (p.15). Todo

esto se manifiesta a través de la actividad enzimática y el metabolismo específico de cada bacteria, lo que permite identificarlas de manera precisa.

Algunas Bacterias tienen dos procesos principales para generar energía en forma de ATP: la fermentación y la respiración, que puede ser aerobia o anaerobia. Alcalá et al (2004) menciona como algunos microorganismos pueden utilizar ambos tipos de metabolismo dependiendo de las condiciones ambientales, ya que la respiración es un proceso metabólico donde compuestos orgánicos e inorgánicos pueden servir como donantes y aceptores de electrones, respectivamente. (p.9) En la respiración aeróbica, el oxígeno actúa como aceptor de electrones, mientras que, en la anaeróbica, los compuestos inorgánicos como los nitratos y sulfatos cumplen esa función.

Por otro lado, la fermentación es un proceso metabólico donde los compuestos orgánicos actúan como donantes y aceptores de electrones. Los carbohidratos son los sustratos principales para la fermentación, que puede ocurrir a través de diversas vías, como la fermentación láctica, alcohólica, ácida mixta, butilén-glicólica, propiónica y butírica (Corrales et al, s.f. p.6).

5.8. Arte Agar

El Arte Agar, también conocido como arte bacteriano o arte en placas de Petri, es una forma creativa de expresión que utiliza bacterias vivas como medio para producir obras visuales, este enfoque combina el arte con la ciencia, aprovechando las propiedades de crecimiento de las bacterias en un medio de cultivo sólido, típicamente agar, para crear patrones, formas y diseños visualmente impactantes. Stang, J (2019) a través de su artículo “*Estas obras de arte se han creado con una sustancia peculiar: bacterias vivas*” para la National Geography, explica como el agar es un medio de cultivo comúnmente utilizado en microbiología para el crecimiento de bacterias al proporcionar un sustrato nutritivo y una superficie sólida, que permite que las bacterias se desarrollen y formen colonias visibles, por lo que la creación de arte en agar implica la manipulación deliberada de las condiciones de cultivo y el posicionamiento de diferentes cepas bacterianas para producir patrones y formas específicas.

Una de las características fundamentales del Arte Agar es su uso del agar como sustrato para el crecimiento bacteriano. El agar es un polisacárido extraído de las algas marinas, que al calentarse

y enfriarse forma un gel sólido y transparente (Villalobos et al, 2007. p.30) Este medio de cultivo proporciona un entorno nutritivo para el crecimiento de una amplia variedad de bacterias, permitiendo que formen colonias visibles que se expanden a lo largo. El proceso de creación de Arte en Agar implica varias etapas, en primer lugar, se prepara el agar y se distribuye uniformemente en placas de Petri u otros recipientes, luego se inoculan las bacterias en el agar utilizando técnicas de siembra o estampado, creando patrones iniciales o áreas de crecimiento específicas, y a medida que las bacterias se desarrollan y forman colonias, se pueden observar cambios en la textura, color y forma, creando composiciones visualmente intrigantes.

Stand, (2019) afirma que el Arte Agar abarca una amplia gama de estilos y técnicas. Algunas obras se centran en la exploración de patrones y formas abstractas, mientras que otras representan imágenes figurativas o temas inspirados en la naturaleza. Los artistas pueden experimentar con diferentes cepas bacterianas, condiciones de cultivo y métodos de inoculación para lograr efectos visuales únicos. Además, el Arte Agar puede integrar otros elementos artísticos, como el uso de tintes o colorantes para resaltar áreas específicas de crecimiento bacteriano.

6. Planteamiento problema

Este Trabajo de Grado se desarrolla en el IPN, una institución educativa con muchos espacios, instalaciones e instrumentos necesarios para realizar prácticas de laboratorio relacionadas con diversos temas abordados en clases de biología, como microorganismos, entre los cuales se encuentran las bacterias. Sin embargo, muchos estudiantes carecen de experiencia directa con estos organismos, tanto en el entorno escolar como en sus hogares, lo que conduce a concepciones erróneas y a un desconocimiento sobre la interacción con las bacterias, limitando la comprensión de su importancia y función en la vida cotidiana.

Además, esta falta de contacto directo con las bacterias tiende a enfocar su percepción únicamente en aspectos negativos, como las enfermedades.

Por lo tanto, es perentorio que los estudiantes tengan la oportunidad de comprender la importancia y el papel de la convivencia diaria con bacterias. Además, existe una situación particular que concierne a la enseñanza de microbiología y biología celular, donde los enfoques tradicionales y la memorización predominan en detrimento del aprendizaje significativo. Según Olivares et al. (2005), los planes de estudio y enfoques educativos actuales no favorecen el aprendizaje de las

ciencias naturales y biológicas, lo que resulta en un abordaje predominantemente teórico y en un material educativo limitado que no promueve la comprensión profunda de los conceptos.

Por esto, se plantea la necesidad de crear espacios dinámicos y alternativos en la enseñanza, como guías de laboratorio que incorporen la técnica de Arte Agar, para enriquecer y complementar los procesos de enseñanza y aprendizaje, lo que implica adquirir conocimientos básicos de microbiología aplicada. Los estudiantes realizarán sus propios cultivos bacterianos, observarán su crecimiento y comprenderán los mecanismos de reproducción, metabolismo y nutrición presentes en las bacterias, así como los factores necesarios para llevar a cabo estos procesos, como la siembra de las bacterias en el medio de cultivo agar nutritivo, mediante la realización de diseños artísticos. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta problema:

- ¿Cómo generar una estrategia didáctica en el laboratorio a través de técnicas de Arte Agar para promover la enseñanza de conceptos de microbiología como la reproducción la nutrición y el metabolismo bacteriano?

7. Objetivos

7.1. Objetivo General

Aplicar una estrategia educativa en el laboratorio utilizando técnicas de Arte Agar para la enseñanza y comprensión de conceptos como nutrición, metabolismo y crecimiento de bacterias en estudiantes del Instituto Pedagógico Nacional en grado 11.

7.2. Objetivos específicos

- Determinar las necesidades y niveles de comprensión de los estudiantes del grado 11 en el Instituto Pedagógico Nacional (IPN) para adaptar las estrategias de enseñanza de Arte Agar.
- Elaborar guías prácticas que integren el trabajo de laboratorio sobre nutrición, metabolismo y crecimiento de bacteriana mediante la técnica del Arte Agar.
- Implementar las guías prácticas en el laboratorio, promoviendo la participación de los estudiantes y aplicando los conocimientos adquiridos en microbiología y Arte Agar

8. Diseño Metodológico

Para el desarrollo del Trabajo de Grado, se adopta un enfoque hermenéutico-interpretativo que busca comprender el impacto del Arte agar en la enseñanza de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano. Este paradigma se centra en la interpretación contextualizada y en la comprensión de los procesos sociales y culturales. Se utilizarán técnicas cualitativas, como la observación participante y las entrevistas semi-estructuradas, para recopilar datos detallados sobre las percepciones y experiencias de los participantes, permitiendo explorar a fondo cómo el Arte Agar influye en la enseñanza y el aprendizaje, contextualizando las prácticas educativas dentro de su entorno cultural y social.

Para abordar de manera integral los aspectos implicados en la enseñanza de estos conceptos, se adopta un enfoque cualitativo. Según Rodríguez Gómez (1996) citado por Martínez (2019), la investigación cualitativa se centra en el estudio de la realidad en su contexto natural, interpretando los fenómenos según los significados que tienen para las personas relacionadas. Este enfoque implica la utilización y recopilación de una variedad de materiales, como entrevistas, experiencias personales, historias de vida, observaciones y textos históricos, para comprender las rutinas, situaciones problemáticas y significados en la experiencia de las personas. (P. 59) Por lo tanto, para analizar el contexto, se realizó una caracterización desde lo general a lo particular, partiendo de la localidad, el barrio, la institución y la población de estudio.

8.1. Caracterización de la localidad.

Para llevar a cabo la caracterización de la localidad de Usaquén, se realizó una revisión bibliográfica de documentos oficiales de la Alcaldía Mayor de Bogotá, centrándose especialmente en la organización territorial y las Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) pertinentes. Estos documentos proporcionaron una visión integral de la estructura y función de Usaquén dentro del contexto urbano de Bogotá. Por ejemplo, el informe del Consejo Local de Gestión del Riesgo y Cambio Climático (CLGR-CC) de 2019, menciona a Usaquén como una zona ubicada al noreste de Bogotá, constituyendo un municipio agregado a la capital colombiana. Esta ubicación geográfica estratégica ha moldeado su historia y desarrollo urbano a lo largo del tiempo. Este trabajo de revisión documental se complementó con trabajo de campo, en el que se realizaron recorridos por diferentes zonas de la localidad para identificar puntos estratégicos, zonas recurrentes y características específicas del entorno. Durante estos recorridos, se recopiló información relevante sobre el terreno, la ubicación de servicios públicos, la infraestructura

existente y cualquier otro aspecto que pudiera influir en el desarrollo del estudio, permitiendo establecer contacto directo con la comunidad local, lo que facilitó la obtención de datos cualitativos y la comprensión de las necesidades y preocupaciones de los residentes.

8.2. Caracterización de la Institución Educativa

La caracterización de la Institución Educativa se dividió en dos partes principales. En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica que abarcó la historia del Instituto Pedagógico Nacional desde sus inicios en 1927 hasta la actualidad. Esta investigación permitió conocer la evolución del instituto a lo largo del tiempo. Se destacaron documentos importantes como el Proyecto Educativo Institucional (PEI), del cual se extrajeron datos relevantes sobre la comunidad educativa, la estructura administrativa, los valores, los servicios generales, el consejo educativo y los enfoques característicos del IPN. También se consideraron la misión y la visión de la institución, que reflejan su compromiso con el desarrollo integral de los estudiantes a través de diversos enfoques. Esta etapa fue fundamental, pues se enmarcó en el enfoque de campo de lo vivo.

En la segunda fase, se llevó a cabo una contextualización más directa con el maestro titular encargado de dicho enfoque. Esto se realizó mediante una breve entrevista, donde se plantearon preguntas sobre el propósito, el desarrollo y las habilidades que este enfoque permite que los estudiantes de educación media desarrollen, así como las áreas de investigación que aborda. Se destacaron tres áreas principales: biopolítica, biotecnología y bioética. En particular, se profundizó en la biotecnología, donde los estudiantes ampliaron sus conocimientos de biología a través de experimentos de laboratorio y planteamientos de investigaciones directamente relacionadas con esta disciplina.

Y finalmente, se realizó un trabajo de campo exhaustivo que incluyó varios recorridos por las diferentes zonas del colegio, con el objetivo de observar los espacios disponibles, las actividades realizadas, los instrumentos y materiales utilizados, así como la disposición de los salones y cualquier otro recurso disponible. Durante estos recorridos, se documentaron detalladamente las condiciones y características de cada área, identificando áreas e insumos potenciales para el desarrollo de las actividades.

8.3. Acercamiento al grupo de estudiantes

Esta práctica pedagógica se implementó en el grado 11, específicamente en el curso 1104. El primer paso consistió en integrarse en el aula, comenzando con una breve presentación personal.

En esta presentación, se dio una explicación sobre el propósito de la práctica pedagógica y su metodología, para que después, el maestro titular abriera un espacio en varias sesiones con tal de permitir la observación y la toma de apuntes necesarios, para considerar aspectos importantes.

Esta parte, fue importante ya que de allí surgió la caracterización del aula y de la relación entre docente y estudiante, al igual que se lograron destacar los principales intereses de los estudiantes en las áreas de biología y biotecnología.

Una vez completado el primer acercamiento, se utilizó la encuesta como instrumento inicial, ya que facilita la obtención de información sobre las actitudes, opiniones y sugerencias de los grupos objeto de estudio, los estudiantes de grado 11 del IPN. Martínez (2006) argumenta que el propósito fundamental de la investigación cualitativa radica en interpretar la experiencia de los participantes de manera cercana a cómo la viven o la sienten (p.11). Por esto, resulto crucial considerar la interpretación de los datos en relación con el contexto en el que se desarrolla la práctica pedagógica, así como las expresiones naturales y voluntarias de los sujetos relacionados.

La encuesta aplicada (véase en anexo 2) se desarrolló a partir de 10 preguntas abiertas en las cuales se intentó abordar los conocimientos previos de los estudiantes al respecto de temas como: Las prácticas de laboratorio en microbiología, su interés por la biotecnología, el bioarte, las bacterias y si tenían algún interés al respecto.

8.1. Trabajo de laboratorio

A partir de tres Guías de Laboratorio, se llevaron a cabo tres sesiones en las cuales se ejecutaron los protocolos establecidos para la Preparación de Medios de cultivo (Anexo 3), Diluciones seriadas para aislamiento de microorganismos ambientales (Anexo 4) y siembra de microorganismos mediante Arte Agar (anexo 5).

En el primer laboratorio Preparación de Medios de Cultivo, los estudiantes se organizan en grupos 5 y toman los implementos necesarios para preparar el medio de cultivo: Agar nutritivo, espátula, balanza digital, agua destilada y Erlenmeyer. Una vez que disponen del material, siguen las indicaciones de la guía, realizan cálculos, mediciones y mezclas para preparar la solución del medio que luego llevan al autoclave; después del tiempo indicado en el autoclave, retiran el medio, lo vierten en las cajas dentro de la cámara de flujo laminar y lo almacenan adecuadamente para su uso posterior. Al final de la guía de laboratorio, se incluye un cuestionario de 4 preguntas y se analiza.

A continuación, en la figura 9, se explica el procedimiento.

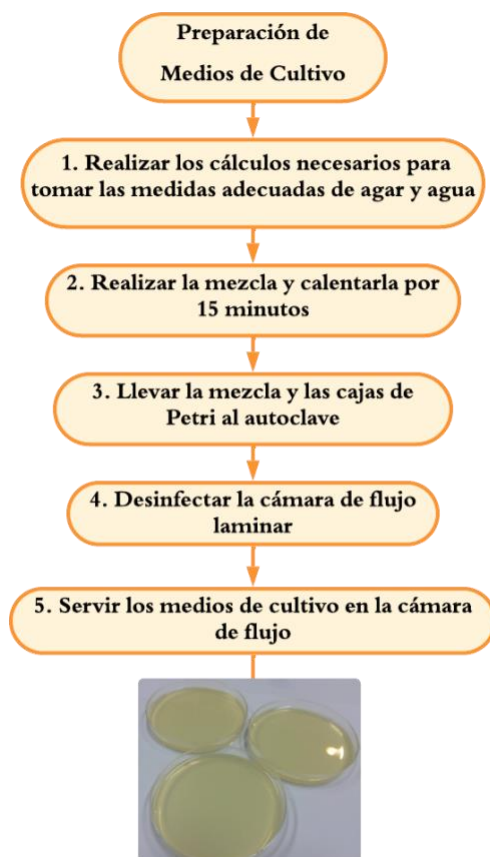


Figura 9. Diseño metodológico de la práctica de laboratorio Preparación de Medios de Cultivo

En el segundo laboratorio, de Aislamiento de Microorganismos Medioambientales, se realizan diluciones seriadas a partir de una muestra de suelo tomada en diferentes zonas del colegio y se realizan diluciones desde 10^{-1} hasta 10^{-4} , para sembrarlas en los medios de cultivo Agar Nutritivo y se incuban a temperatura ambiente por 4 días. También se dejan al aire cajas de Petri con el medio de cultivo Agar Nutritivo durante 15 minutos, y se incuban en las mismas condiciones que los cultivos anteriores. Al final de esta práctica, los estudiantes responden un cuestionario de 5 preguntas enfocado en la importancia de los microorganismos y sus relaciones con el medio ambiente para realizar su debido análisis.

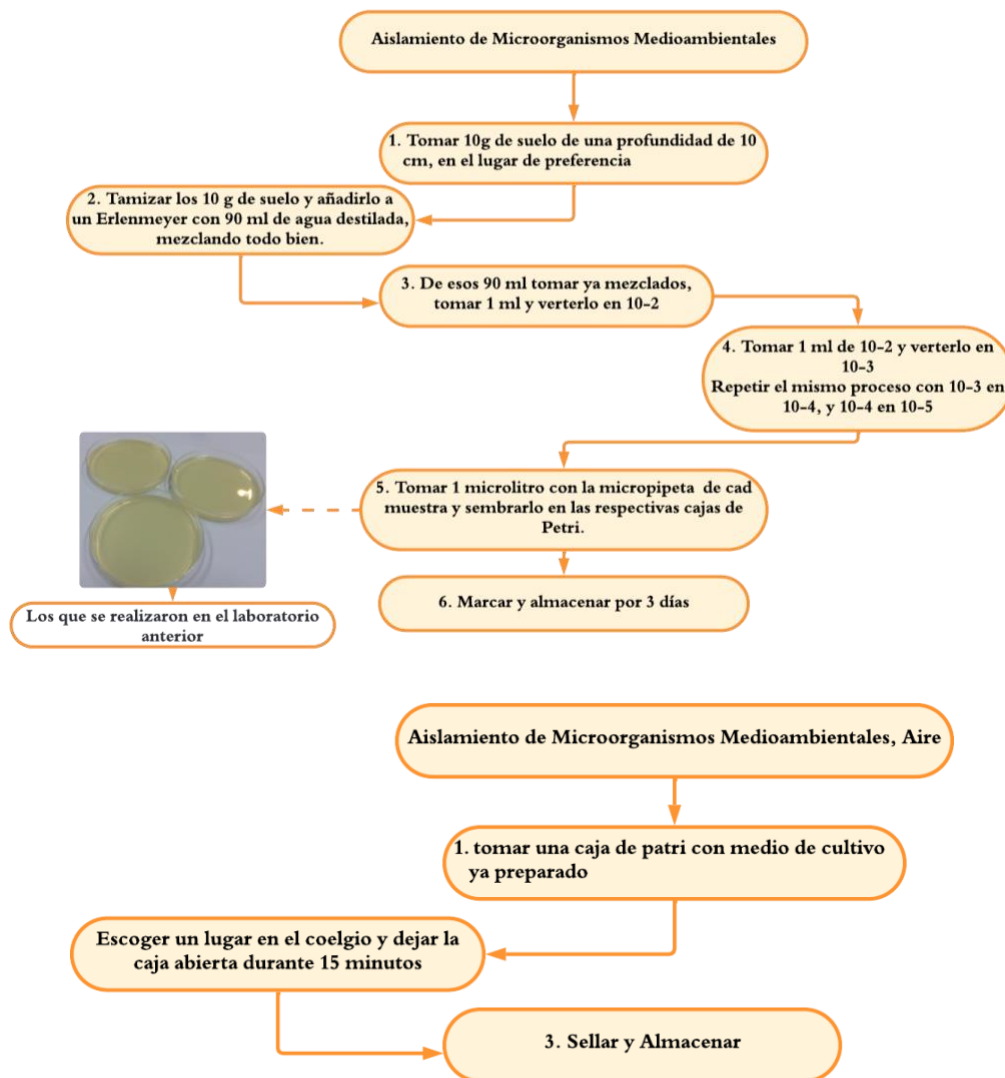


Figura 10. Diseño metodológico de la práctica Aislamiento de Microorganismos Medioambientales

En la tercera y última sesión de laboratorio, los estudiantes realizan el Arte Agar a partir de las bacterias, levaduras y micro hongos aislados. Cada uno toma una caja Petri con el cultivo previamente preparado y una hoja sobre la cual traza el área de la caja. Dentro de esta área, dibujan lo que deseen siguiendo los protocolos para evitar la contaminación del medio de cultivo, utilizando el asa bacteriológica para dibujar con los microorganismos seleccionados del aislamiento anterior. Al igual que en las prácticas anteriores, la guía de este laboratorio incluye un cuestionario final de 6 preguntas, para que los estudiantes relacionen los procesos de reproducción,

metabolismo y crecimiento bacteriano con el resultado del Arte Agar, y entender qué procesos permiten que las bacterias crezcan y formen el dibujo trazado con el asa para analizarlo.

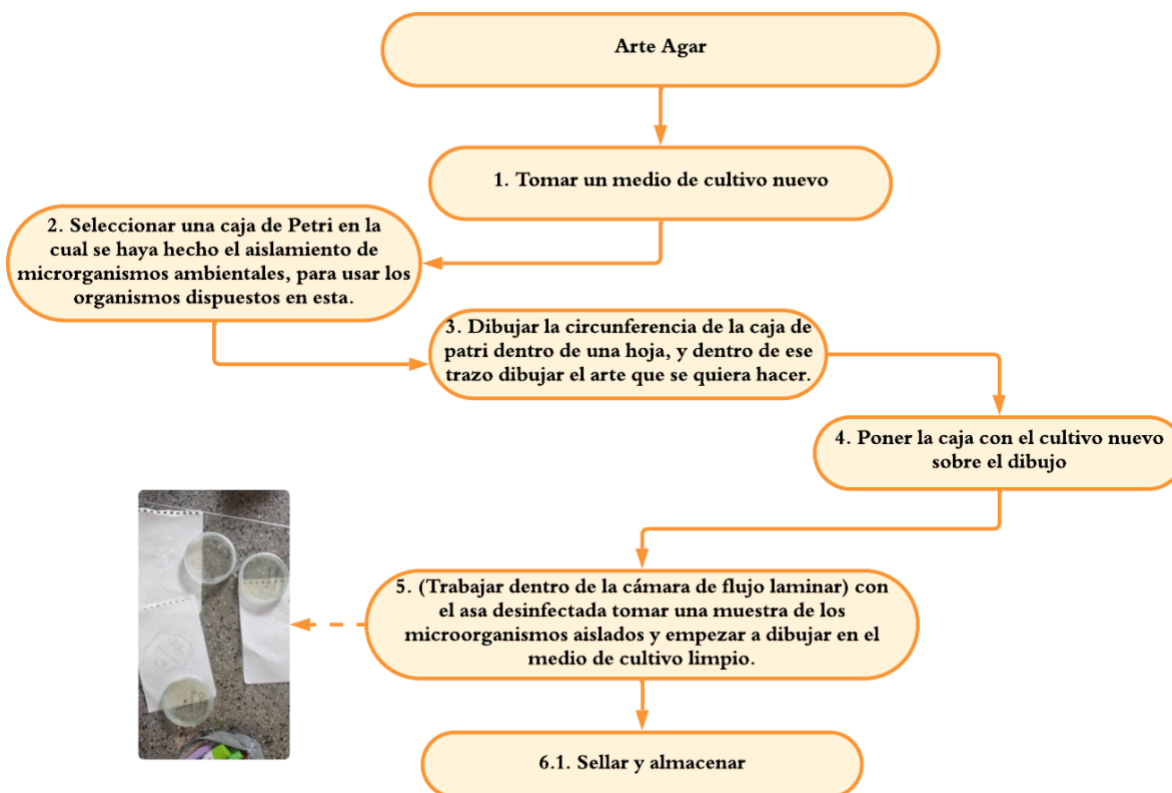


Figura 11. Diseño metodológico de la práctica Arte Agar

Para finalizar la implementación y con el objetivo de obtener una comprensión más completa de los resultados de los estudiantes, no solo en términos del arte en agar o el desempeño en laboratorio, sino también en cuanto a su percepción y opinión, se llevó a cabo una última encuesta. Esta encuesta se centró en indagar cómo habían experimentado los estudiantes la actividad, si les había resultado satisfactoria, su grado de agrado hacia ella y la valoración que le otorgaban. Los detalles y preguntas específicas de esta encuesta se encuentran detallados en el anexo 6.

9. Resultados y Análisis

9.1. Localidad Usaquén

La contextualización proporcionada revela una visión integral de Usaquén, un distrito que, a pesar de ser uno de los últimos en integrarse a Bogotá en 1954, tiene una historia rica y multifacética. Antiguamente reconocido por su papel vital como proveedor de materiales de construcción para la ciudad, Usaquén se encuentra ahora en un contexto donde la planificación urbana deficiente y el crecimiento demográfico descontrolado han generado riesgos significativos. La explotación de canteras ha provocado inestabilidad morfológica y un alto riesgo de hundimientos masivos, mientras que la pérdida de humedales y la falta de regulación urbanística han aumentado la amenaza de inundaciones. Estos desafíos resaltan la urgencia de una planificación más sostenible y una gestión integral del territorio para garantizar la seguridad y calidad de vida de sus habitantes.

9.2 Instituto Pedagógico Nacional (IPN)

Por otro lado, el IPN emerge como un referente educativo en el panorama de Usaquén. Fundado en 1927, este establecimiento ha evolucionado hasta convertirse en un centro de innovación educativa comprometido con la formación integral de sus estudiantes.

Su enfoque innovador, centrado en la construcción de sujetos críticos y una visión de ser un espacio de constante innovación, se materializa a través del énfasis "Campo de lo Vivo", que busca fomentar la comprensión crítica del entorno, e involucra a estudiantes en ciencias naturales, educación física y filosofía, desarrollando habilidades esenciales como el pensamiento crítico y el trabajo colaborativo. Este modelo educativo no solo prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo, sino que también los empodera para transformar su realidad con creatividad y ética, por lo tanto, se destaca la formación integral de los estudiantes, lo cual implica no solo la adquisición de conocimientos académicos, sino también el desarrollo de habilidades críticas y éticas para enfrentar los desafíos del mundo contemporáneo, reflejando una tendencia actual en la educación que reconoce la importancia de cultivar habilidades socioemocionales y éticas junto con el conocimiento académico (Sánchez, 2018).

A través del enfoque "Campo de lo Vivo", los estudiantes exploran áreas como la bioética, la biopolítica y la biotecnología, profundizando en dilemas éticos, políticos y científicos relacionados con la vida y la salud, preparando a los estudiantes para abordar problemas complejos desde múltiples perspectivas, mediante la interdisciplinariedad. Según Klein (2015), en el ámbito educativo, estas prácticas que involucran y trabajan diferentes temas desde varias disciplinas o perspectivas se pueden asociar con un mayor compromiso estudiantil y una mejor comprensión de

los conceptos, lo que se evidencia en el aula de clase y trabajos o proyectos investigativos que realizan los estudiantes.

También se debe considerar la relación cercana y colaborativa entre docentes y estudiantes, evidenciada en prácticas como "culturízate con Jimmy", que crean, un ambiente de aprendizaje dinámico y efectivo, adaptado a las necesidades individuales de los alumnos, destacando la diversidad de intereses, desde la medicina y la biotecnología hasta el arte y la música; lo que resulta benéfico, pues la importancia de la relación entre docente y estudiante en el proceso educativo ha sido ampliamente reconocida por su impacto en el compromiso y el rendimiento académico de los estudiantes (Roorda et al., 2011).

El papel del docente se enfoca en aprovechar la biotecnología y el arte como herramientas pedagógicas para conectar el conocimiento con la vida cotidiana de los estudiantes, fomentando debates y reflexiones que los involucren activamente en la búsqueda de soluciones y la toma de decisiones informadas. Los padres y acudientes también son actores importantes, con un potencial interés en comprender y apoyar el desarrollo académico de sus hijos en áreas como la biotecnología. Asimismo, la colaboración entre administrativos del IPN, maestros y estudiantes busca promover la investigación, la innovación y la mejora continua en la enseñanza y el aprendizaje.

Y, finalmente, La relación con la comunidad circundante, incluidos vecinos y residentes, también se destaca como un aspecto clave para promover el interés en la educación científica y la participación en proyectos comunitarios relacionados con la investigación científica. En conjunto, estas relaciones y prácticas enriquecen la experiencia educativa, fomentan el desarrollo integral de los estudiantes y promueven una educación más relevante y significativa en el contexto actual, esto refleja la importancia de la educación comunitaria y el aprendizaje experiencial en la promoción de la participación ciudadana y el compromiso con la ciencia (Calabrese et al, 2008).

9.3. Grupo de estudiantes

A continuación, se da la generalidad y síntesis de las respuestas de la primera encuesta realizada a los estudiantes, hay que considerar que fueron 10 preguntas y 26 encuestas en total.

1. ¿Qué intereses particulares tiene con respecto a la biología? ¿Qué le gusta o le llama más la atención de este campo?

Intereses particulares en biología	Observaciones
------------------------------------	---------------

Anatomía y funcionamiento del cuerpo humano	Se muestra un interés específico en comprender la anatomía y el funcionamiento del cuerpo humano, lo que sugiere un enfoque hacia la biología humana y la medicina.
Fascinación por animales y bacterias	Se destaca una fascinación por los animales y las bacterias, con un enfoque práctico en estudios relacionados.
Campos específicos de interés	Se mencionan campos específicos de la biología que llaman la atención, como la genética, la entomología, la conservación animal, la biotecnología, entre otros.
Curiosidad por la naturaleza y evolución	Existe una curiosidad por el comportamiento de la naturaleza, la evolución de las especies y la complejidad de la naturaleza en general.
Interés en medicina y biología molecular	Se manifiesta un interés en la medicina, la ortopedia, la traumatología, la biología molecular y la creación de curas, indicando un enfoque hacia la aplicación práctica de la biología en la salud humana.

Tabla 1. Aspectos de análisis para pregunta 1.

Se observa un interés específico en la anatomía y el funcionamiento del cuerpo humano, lo que sugiere un enfoque hacia la biología humana y la medicina. Además, se destaca una fascinación por los animales y las bacterias, así como por campos específicos como la genética, la entomología y la conservación animal.

También se evidencia una curiosidad por el comportamiento de la naturaleza, la evolución de las especies y la complejidad de la naturaleza en general. Finalmente, se manifiesta un interés en la aplicación práctica de la biología en la medicina y la salud humana, con menciones específicas a la biología molecular y la creación de curas.

2. ¿Qué cree que es la biotecnología y cuál es su importancia?

Percepción de la biotecnología y su importancia	Observaciones
---	---------------

Definición de biotecnología	La mayoría de los participantes perciben la biotecnología como el estudio y la manipulación de organismos vivos mediante herramientas tecnológicas para diversos fines.
Uso de seres vivos como herramientas	Se ve la biotecnología como el uso de seres vivos como herramientas para obtener productos específicos o realizar modificaciones con propósitos diversos.
Importancia de la biotecnología	Se reconoce su importancia en la creación de productos y soluciones para la sociedad, así como en el avance del conocimiento biológico y tecnológico.
Manipulación del ADN y modificación de organismos	Se menciona la manipulación del ADN y la modificación de organismos como parte integral de la biotecnología.
Integración de biología y tecnología	Algunas respuestas hacen referencia a la integración de la biología y la tecnología para analizar y entender mejor los seres vivos y sus procesos.
Campos de aplicación de la biotecnología	Se destaca su relevancia en campos como la medicina, la alimentación, el medio ambiente y la investigación científica.
Uso de la naturaleza en beneficio de la sociedad	Resaltan que la biotecnología es una forma de usar la naturaleza en beneficio de la sociedad, mejorando la salud alimentaria y los tratamientos médicos.

Tabla 2. Aspectos de análisis de la pregunta 2.

La mayoría percibe la biotecnología como el estudio y la manipulación de organismos vivos mediante herramientas tecnológicas para diversos fines, incluyendo aplicaciones industriales, médicas y de conservación. Se destaca el uso de seres vivos como herramientas para obtener productos específicos o realizar modificaciones con propósitos diversos, lo que refleja una visión integral de esta disciplina. También, se reconoce ampliamente la importancia de la biotecnología en la creación de productos y soluciones para la sociedad, así como en el avance del conocimiento biológico y tecnológico. Se menciona la manipulación del ADN y la modificación de organismos

como componentes esenciales de la biotecnología, lo que indica una comprensión de las técnicas y herramientas clave en este campo.

A la par, algunas respuestas hacen referencia a la integración de la biología y la tecnología para analizar y comprender mejor los seres vivos y sus procesos, lo que sugiere una apreciación de la multidisciplinariedad de la biotecnología. Se resalta la relevancia de la biotecnología en una variedad de campos, como la medicina, la alimentación, el medio ambiente y la investigación científica, subrayando su impacto potencial en diferentes aspectos de la sociedad y el mundo natural.

3. ¿Ha tenido alguna experiencia previa en biotecnología o microbiología? (si/no) por favor descríballo.

Experiencia previa en biotecnología/microbiología	Observaciones
No	La mayoría de los participantes indican que no tienen experiencia previa en biotecnología o microbiología.
Separación del ADN	Algunos mencionan haber realizado actividades relacionadas con la separación del ADN, como extraer ADN de un corazón de pollo.
Exposición previa a temas relacionados	Otros participantes mencionan haber visto temas relacionados con la biotecnología o la microbiología en años anteriores, pero sin profundizar en ellos.
Experiencias específicas	Se destacan diversas experiencias, como la observación e investigación de cultivos transgénicos, la creación de yogur fermentado y la observación de microorganismos a través del microscopio.
Interés en aprender más	Algunos expresan interés en aprender más sobre biotecnología y microbiología debido a que les parece interesante.

Tabla 3. Aspectos de análisis de la pregunta 3.

La observación predominante es que la mayoría no tiene experiencia previa en estos campos, lo que sugiere una falta de familiaridad generalizada. Sin embargo, algunos mencionan haber realizado actividades relacionadas con la separación del ADN o haber sido expuestos a temas relacionados en el pasado, lo que indica un nivel básico de familiaridad o exposición teórica.

Por otro lado, se destacan experiencias más específicas, como la observación e investigación de cultivos transgénicos, la creación de yogur fermentado y la observación de microorganismos a través del microscopio. Estas experiencias muestran un nivel más avanzado de participación y comprensión en los campos de la biotecnología y la microbiología, al igual que, algunos participantes expresan un interés genuino en aprender más sobre estos temas, lo que sugiere una disposición para adquirir conocimientos adicionales en el futuro. En resumen, la diversidad de experiencias y niveles de interés entre los participantes destaca la importancia de adaptar los enfoques educativos para abordar las necesidades individuales y fomentar la exploración y el aprendizaje continuo en estos campos.

4. ¿Qué sabe sobre los procesos biológicos asociados a bacterias como nutrición, metabolismos, crecimiento y sus aplicaciones en la industria y la medicina?

Aspecto	Observaciones
Proceso de reproducción de bacterias	Se reconoce la fisión binaria como el proceso principal de reproducción bacteriana, donde una célula se duplica y se divide en dos células iguales.
Aplicaciones en industria y medicina	Se mencionan varias aplicaciones en la industria y la medicina, como la fabricación de medicamentos, producción de alimentos (yogur, kumis), elaboración de antibióticos.
Velocidad de reproducción	Se destaca la rapidez con la que las bacterias se reproducen, dividiéndose cada 20 o 30 minutos.

Utilización en medicina	Se menciona el uso de bacterias en la medicina para combatir enfermedades, producir vacunas y como parte de tratamientos médicos.
Control de enfermedades bacterianas	Se resalta la capacidad de algunas bacterias para controlar otras enfermedades bacterianas.

Tabla 4. Aspectos de análisis de la pregunta 4.

El análisis detallado de las respuestas muestra un sólido entendimiento por parte de los encuestados sobre la reproducción de bacterias y sus aplicaciones en la industria y la medicina, sin embargo, no se tiene en cuenta otros procesos biológicos relacionados con el desarrollo de bacterias como la nutrición y el metabolismo.

La mayoría identifica correctamente la fisión binaria como el proceso principal de reproducción bacteriana. Además, se mencionan varias aplicaciones prácticas de las bacterias, desde la fabricación de medicamentos hasta la producción de alimentos como el yogur y el kumis, así como la elaboración de antibióticos. Una observación notable es la velocidad de reproducción de las bacterias, resaltada por algunos participantes, quienes señalan que pueden dividirse cada 20 o 30 minutos. Esta rapidez subraya su capacidad para crecer y multiplicarse rápidamente, lo que puede ser relevante en diversos contextos, como la producción de alimentos y la medicina.

En el ámbito médico, se reconoce el amplio espectro de aplicaciones de las bacterias, incluyendo su uso en el combate de enfermedades, la producción de vacunas y su participación en tratamientos médicos. Además, se destaca la capacidad de algunas bacterias para controlar otras enfermedades bacterianas, lo que refleja una comprensión de la compleja interacción microbiológica y sus posibles aplicaciones en el control de enfermedades. Por lo tanto, los encuestados muestran un conocimiento práctico y una comprensión profunda de los roles importantes que desempeñan las bacterias en varios aspectos de la vida cotidiana y la salud humana. Esto indica una base sólida en microbiología y una conciencia de las aplicaciones prácticas de este campo en la industria y la medicina.

5. ¿Había usted oído hablar de la técnica de Arte Agar antes de esta clase? (Si/no) descríballo, por favor.

Nivel de familiaridad con Arte Agar	Observaciones
No tienen familiaridad	La mayoría de los encuestados indican que no están familiarizados con el término "Arte

	Agar" y nunca han oído hablar de esta técnica.
Interés en aprender	Algunos expresan interés en aprender más sobre Arte Agar después de haber sido introducidos a la técnica.
Desconocida pero interesante	Varios encuestados encuentran la técnica desconocida pero interesante, lo que sugiere una disposición para explorar nuevos conceptos.
Experiencia previa con agarosa	Algunos mencionan haber trabajado con el gel de agarosa en contextos relacionados con la biología molecular, pero no asocian esta experiencia con Arte Agar.

Tabla 5. Aspectos de análisis de la pregunta 5.

En las respuestas se evidencia una amplia gama de actitudes y niveles de familiaridad con la técnica de Arte Agar, sin embargo, la falta de familiaridad es predominante con la mayoría de los encuestados indicando que nunca han oído hablar de esta técnica específica, aunque algunos expresan un interés genuino en aprender más sobre Arte Agar después de haber sido introducidos a la técnica, lo que sugiere una disposición para explorar nuevos conceptos.

Además, varios encuestados encuentran la técnica interesante a pesar de no estar familiarizados con ella, lo que refleja una actitud abierta hacia la exploración de nuevas ideas y metodologías. Por otro lado, algunos encuestados mencionan haber tenido experiencia previa con el gel de agarosa en contextos relacionados con la biología molecular, aunque no asocian esta experiencia con Arte Agar.

En resumen, el análisis detallado de las respuestas indica que, aunque la técnica de Arte Agar puede no ser ampliamente conocida, existe un interés potencial en aprender más sobre ella y una disposición para explorar nuevas oportunidades educativas y científicas. Esto sugiere que la introducción y la educación sobre la técnica podrían ser beneficiosas para aumentar su conocimiento y aceptación dentro de la comunidad educativa y científica.

6. ¿Qué opina usted de combinar el arte con la biotecnología en la enseñanza de la nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias utilizando Arte Agar?

Aspecto	Observaciones
Percepción general	Mayoritariamente positiva hacia la combinación de arte y biotecnología en la enseñanza de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano.
Enfoque educativo	Destaca la dinamicidad y diversión como aspectos positivos, sugiriendo un enfoque educativo innovador
Integración de conocimientos	Visto como una oportunidad para integrar diferentes áreas del conocimiento y promover la creatividad en los estudiantes.
Familiaridad con Arte Agar	Algunos no están familiarizados con la técnica específica, pero muestran disposición para aprender y experimentar con ella.
Importancia en la enseñanza	Reconocimiento de la relevancia de esta iniciativa en la enseñanza, ya que puede proporcionar una nueva perspectiva sobre la biotecnología y una comprensión más profunda de los conceptos biológicos.

Tabla 6. Aspectos de análisis de la pregunta 6.

Las respuestas de los estudiantes detallan una recepción mayormente positiva hacia la combinación de arte y biotecnología en la enseñanza de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano. La mayoría de las respuestas reflejan un interés en enfoques educativos innovadores que integran disciplinas diversas. Se destaca la dinamicidad y la diversión como aspectos positivos de esta propuesta, sugiriendo que los encuestados valoran la participación activa y el compromiso de los estudiantes en el proceso educativo.

Además, se percibe esta iniciativa como una oportunidad para integrar diferentes áreas del conocimiento y promover la creatividad entre los estudiantes. Aunque algunos encuestados no están familiarizados con la técnica específica del Arte Agar, muestran disposición para aprender y experimentar con ella, lo que indica una actitud abierta hacia la exploración de nuevas metodologías educativas.

Se reconoce la importancia de esta propuesta en la enseñanza, ya que puede proporcionar una nueva perspectiva sobre la biotecnología y una comprensión más profunda de los conceptos biológicos. En resumen, la combinación de arte y biotecnología en la educación es vista como una propuesta innovadora y valiosa que tiene el potencial de mejorar la comprensión de los estudiantes y fomentar su creatividad en el aula.

7. ¿Cómo describiría su experiencia en el laboratorio hasta el momento? Excelente, buena, regular, mejorable. Explique por qué.

Aspecto	Descripción
Experiencia general en el laboratorio	Buena, con aspectos destacables y áreas de mejora.
Oportunidad de aprendizaje	Excelente, los estudiantes encuentran valiosa la oportunidad de aprender y observar fenómenos biológicos.
Desarrollo de habilidades prácticas	Reconocido como importante y positivo para los estudiantes.
Calidad de enseñanza	Valorada positivamente por su interactividad y calidad.
Organización y recursos disponibles	Se percibe como un área que necesita mejoras para una experiencia más efectiva.
Uso de herramientas y prácticas	En general, enriquecedor, con énfasis en microscopios y prácticas de disección.

Tabla 7. Aspectos de análisis de la pregunta 7.

Los estudiantes expresan una experiencia mayormente positiva en el laboratorio, destacando la valiosa oportunidad de aprender y observar fenómenos biológicos. Además, reconocen el laboratorio como un espacio importante para el desarrollo de habilidades prácticas y la adquisición de conocimientos, valorando especialmente la interactividad y la calidad de la enseñanza proporcionada por el maestro.

Sin embargo, también señalan áreas de mejora, como la necesidad de una mejor organización y más recursos disponibles en el laboratorio para una experiencia más efectiva. A pesar de esto, valoran positivamente el uso de herramientas como microscopios y prácticas de disección, que consideran enriquecedoras para su experiencia en el laboratorio.

8. ¿Qué aspectos considera que deben tenerse en cuenta durante esta práctica pedagógica?

Aspecto	Grupo 1
---------	---------

Importancia de la organización y responsabilidad	Resaltan la importancia de estos aspectos.
Preferencia por un enfoque práctico	Se enfatiza la preferencia por actividades prácticas.
Importancia de la bioseguridad y uso adecuado de materiales	Se destaca la relevancia de la bioseguridad y el uso correcto de materiales.
Necesidad de actividades didácticas, dinámicas y entretenidas	Subrayan la necesidad de actividades atractivas para fomentar la participación.
Uso eficiente del tiempo durante la práctica pedagógica	Se resalta la importancia de utilizar el tiempo de manera efectiva.

Tabla 8. Aspectos de análisis de la pregunta 8.

El análisis detallado de las respuestas proporcionadas revela varias consideraciones clave sobre la práctica pedagógica. Inicialmente, existe un reconocimiento marcado de la importancia de la organización y la responsabilidad tanto por parte de los estudiantes como del instructor. Este aspecto subraya la necesidad de una planificación adecuada para garantizar el desarrollo efectivo de las actividades educativas. Además, se evidencia una clara preferencia por un enfoque práctico en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que los estudiantes expresan su deseo de participar en actividades prácticas y participativas que les permitan involucrarse activamente y aplicar directamente los conocimientos adquiridos. Esta inclinación hacia la experiencia práctica sugiere una valoración del aprendizaje experiencial y la aplicación directa de conceptos teóricos.

Otro aspecto destacado es la importancia atribuida a la bioseguridad y el uso adecuado de materiales durante las prácticas. Los estudiantes muestran una clara preocupación por la seguridad en el laboratorio y la necesidad de manejar correctamente los materiales, lo que refleja una comprensión consciente de los riesgos asociados con ciertas actividades y la importancia de protegerse a sí mismos y a otros.

Se subraya la necesidad de que las actividades sean didácticas, dinámicas y entretenidas para fomentar la participación y el disfrute de los estudiantes durante la práctica pedagógica. Esta perspectiva resalta la importancia de mantener el interés y la motivación de los estudiantes a lo largo del proceso de aprendizaje, lo que puede lograrse a través de la creación de experiencias educativas atractivas o estimulantes, y, finalmente, se reconoce la importancia de utilizar el tiempo de manera eficiente durante la práctica pedagógica. Los estudiantes muestran conciencia sobre la

necesidad de gestionar adecuadamente los recursos temporales disponibles para abordar de manera completa y comprensiva los temas planificados, sin prolongarse excesivamente en cada actividad. Esto sugiere una actitud consciente hacia la gestión del tiempo y la optimización de los recursos disponibles para maximizar el impacto educativo de la práctica.

9. ¿Está dispuesto a participar activamente en todas las actividades relacionadas con la práctica pedagógica? ¿Tiene alguna limitación o restricción que debemos tener en cuenta?

Aspecto	Respuestas encontradas
Disponibilidad para participar activamente en las actividades	Todos indicaron disponibilidad completa para participar.
Limitaciones o restricciones específicas	No se mencionaron limitaciones o restricciones.
Expectativas hacia la práctica pedagógica	Algunos expresaron expectativas positivas hacia la práctica.
Actitud hacia nuevas experiencias de aprendizaje	Se observó una actitud abierta hacia nuevas experiencias.

Tabla 9. Análisis de la pregunta 9

10. Por favor, comparta cualquier comentario adicional, sugerencia o pensamiento que considere relevante para la práctica pedagógica.

Aspecto	Observaciones
Enfoque práctico vs. teórico	Expresión de preferencia por actividades prácticas que involucren la aplicación directa de conocimientos.
Trabajo individual en laboratorio	Deseo de algunos participantes de realizar el trabajo de forma individual para mayor compromiso y responsabilidad en el aprendizaje.
Solicitud de más prácticas de laboratorio	Interés específico en actividades prácticas con bacterias para profundizar en el tema.

Fomento de la curiosidad y ambiente seguro	Importancia destacada de crear un ambiente seguro y fomentar la curiosidad durante las actividades.
Promoción de la práctica dinámica y colaborativa	Sugerencia de hacer las prácticas más dinámicas y promover la colaboración entre los miembros del grupo para un aprendizaje interactivo.

Tabla 10. Aspectos de análisis de la pregunta 10

En estas respuestas se destaca una marcada inclinación hacia actividades prácticas en contraposición a enfoques teóricos, reflejando una preferencia por la aplicación directa de conocimientos en el laboratorio. Este hallazgo sugiere que las actividades prácticas son percibidas como más efectivas y significativas para el aprendizaje de los estudiantes, enfatizando la importancia de la experiencia práctica en la adquisición de conocimientos en biotecnología. Asimismo, se evidencia un interés por parte de algunos participantes en llevar a cabo trabajos individuales en el laboratorio para cultivar bacterias de manera personal, lo que denota un deseo de asumir un rol más activo y responsable en su proceso de aprendizaje. Esta autonomía en el trabajo individual podría fomentar un mayor compromiso por parte de los estudiantes y una conexión más profunda con los temas abordados en la práctica pedagógica.

Por otro lado, la solicitud recurrente de realizar más prácticas de laboratorio con bacterias indica un alto nivel de motivación y curiosidad por parte de los participantes, así como un claro interés en profundizar en el tema y ampliar su experiencia en el manejo de microorganismos. Esta demanda por más prácticas refleja un compromiso genuino por parte de los estudiantes en explorar y comprender los conceptos relacionados con la biotecnología.

Además, se resalta la importancia de fomentar la curiosidad y garantizar un ambiente seguro durante las actividades, lo que subraya la preocupación de los participantes por su bienestar y motivación en el contexto del laboratorio. Esta consideración por el ambiente de aprendizaje sugiere la necesidad de crear condiciones propicias para el desarrollo académico y personal de los estudiantes.

Finalmente, las sugerencias para hacer las prácticas más dinámicas y promover la colaboración entre los miembros del grupo enfatizan la importancia de un enfoque interactivo y colaborativo en

el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este interés por trabajar en equipo y compartir ideas destaca la valoración de la interacción social y el aprendizaje colaborativo como elementos enriquecedores de la experiencia educativa en el laboratorio de biotecnología. En conjunto, estos hallazgos ofrecen insights relevantes para el diseño y la implementación de prácticas pedagógicas efectivas en este campo de estudio.

ENCUESTA DE INTERÉS

NOMBRE: Luisa Fernanda Martín
EDAD: 15 años
GRADO: 1004


UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

Estimado/a estudiante,
Agradecemos tu colaboración en esta encuesta para acercarnos a tus gustos/intereses con respecto a la biología y la biotecnología. Tu opinión es muy importante para ayudarnos a mejorar el planteamiento de las próximas actividades que se realicen durante la práctica pedagógica del segundo periodo académico del 2023. Por favor, responde a las siguientes preguntas de manera clara y objetiva.

1. ¿Cuáles son los intereses particulares con respecto a la biología? ¿Qué te gusta o te llama más la atención de este campo?
Me llama la atención la parte de los animales y las bacterias ya que me parece interesante estudiar eso y hacerlo más que todo práctico

2. ¿Qué crees que es la biotecnología y cuál es su importancia?
Para mí la biotecnología es como estudiar organismos vivos a partir de cosas tecnológicas para modificarlos

3. ¿Has tenido alguna experiencia previa en biotecnología o microbiología? (Si/No)
Por favor descríbalo.
No

4. ¿Qué sabes sobre la reproducción de bacterias y sus aplicaciones en la industria y la medicina?
No he tenido alguna experiencia, pero sé que la reproducción de bacterias es cuando la célula crece el doble de su tamaño y pues se divide en dos

5. ¿Habías oído hablar de la técnica de Agar Art antes de esta clase? (Si/No)
Describe, por favor.
Nunca he escuchado hablar de esa técnica

6. ¿Qué opinas sobre la idea de combinar el arte con la biotecnología en la enseñanza de la reproducción de bacterias utilizando Agar Art?
Siento que sería una buena idea ya que sería de pronto un aprendizaje más sencillo por el hecho de tener arte, aunque no sé que el Agar Art

7. ¿Cómo describirías tu experiencia en el laboratorio hasta el momento? (Excelente, Buena, Regular, Mejorable) Explica por qué.
Es una experiencia que me gusta ya que se observan muchas cosas, y pues yo considero que es excelente porque me gusta y aprendo

8. ¿Qué aspectos consideras que deberían tenerse en cuenta durante esta práctica pedagógica?
• Organización
• Responsabilidad

9. ¿Estás dispuesto/a a participar activamente en todas las actividades relacionadas con esta práctica pedagógica? ¿Tienes alguna limitación o restricción que debamos tener en cuenta?
Estoy dispuesta, ya que el tema me gusta y me parece interesante

10. Por favor, comparte cualquier comentario adicional, sugerencias o pensamientos que consideres relevantes para esta práctica pedagógica.
Que no sea muy técnica, sino que más bien todo práctico

Figura 12. Ejemplar de la encuesta realizada.

9.4. Resultados de los laboratorios

9.4.1. Descripción y análisis de las prácticas de Laboratorio Realizadas

9.4.1.1 Preparación de medios de cultivo

En esta práctica se preparó Agar Nutritivo, los estudiantes llevaron a cabo los cálculos necesarios y siguieron el protocolo de la guía, lo que resultó en la mezcla de agar y agua. Posteriormente, calentaron la mezcla y la llevaron al autoclave.

Una de las características más importantes de esta práctica es que los estudiantes mostraron iniciativa al manipular elementos como la cámara de flujo laminar y seguir el protocolo para encender la luz ultravioleta antes de usarla, desinfectar el lugar, y mantener las medidas de seguridad dentro del laboratorio. Como se muestra en las siguientes figuras:



Figura 13. Donde se evidencian los Medios de Cultivo preparados, y el trabajo realizado en la Cámara de Flujo Laminar y algunos resultados del aislamiento de microorganismos

Que los estudiantes realizaran los cálculos necesarios y siguieran un protocolo específico para preparar el Agar Nutritivo muestra cómo aplican los conocimientos teóricos adquiridos en el aula a situaciones prácticas en el laboratorio. Esto resalta la importancia de integrar la teoría y la práctica en la educación científica según Hofstein et al, 2004. Al igual que, la atención de los estudiantes a las medidas de seguridad, como la desinfección y el mantenimiento de un ambiente limpio y seguro en el laboratorio, es fundamental para promover una cultura de seguridad en el entorno educativo y científico.

9.4.1.2. Aislamiento de bacterias del medio ambiente (aire y suelo)

En este laboratorio, los estudiantes siguieron la guía de manera acertada y llevaron a cabo todos los protocolos necesarios tanto de desinfección como de seguridad en el laboratorio. A partir de eso, empezaron a tomar muestras de suelo, alrededor de algunos árboles dispuestos en las canchas del colegio. Después, prepararon la solución necesaria de agua y cierta cantidad de gramos de tierra. Luego, realizaron las diluciones con la pipeta y procedieron a inocularlas en el medio de cultivo.

Es importante considerar que, durante la práctica, se evidenció un mejor manejo de ciertos elementos de laboratorio, como las asas bacteriológicas, la micropipeta y las pipetas. También se notó una mejora en la precisión de los cálculos y la medición de las cantidades.

En la siguiente figura se puede observar cómo llevaron el procedimiento y el manejo de instrumentos de laboratorio.



Figura 14. Desarrollo de la práctica de Aislamiento de bacterias del Medio Ambiente

9.4.1.3 Arte Agar

Durante esta práctica, los estudiantes se involucraron activamente con mecheros y la cámara de flujo laminar, siguiendo las instrucciones detalladas en las guías proporcionadas. Cada uno realizó su proceso de dibujo correspondiente y preparó su medio de cultivo según las indicaciones establecidas.

Es relevante destacar que muchos estudiantes demostraron un interés inicial en la morfología de la bacteria u organismo seleccionado para su dibujo, pues esta observación resalta la conexión que establecieron entre la forma del microorganismo y cómo se reflejaría en el resultado final del arte. Además, es notable la evolución en la habilidad y la delicadeza con la que los estudiantes manejaron el asa de siembra y el medio de cultivo a lo largo de la práctica, al comparar el resultado final con ejercicios previos, donde se observaba cómo algunos estudiantes tenían dificultades y rompían el agar intentando realizar el dibujo, sin embargo, en la última práctica, no se registraron incidentes de este tipo.



Figura 15. Comparación en el trabajo previo y el resultado final de un Arte Agar, realizado por el mismo estudiante.

A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos de esta práctica de laboratorio.



Figura 16. Resultados de arte Agar

9.5. Encuesta Final

Para enriquecer la obtención de resultados a través del arte agar y profundizar tanto en el aprendizaje práctico como teórico, se llevó a cabo un último ejercicio de encuesta (Anexo 6) con los estudiantes. Este consistió en 10 preguntas relacionadas con su experiencia en los diversos

laboratorios y cómo lo vinculaban con los conceptos teóricos abordados en clase. Se les brindó la oportunidad de expresar cómo podían fundamentar sus conocimientos adquiridos y cuál era su opinión y valoración global respecto a todo el proceso de aprendizaje.

A continuación, la generalidad de los resultados, según cada pregunta (Anexo 7):

1. ¿Cuál cree que fue el objetivo principal del Arte Agar?

Los resultados generales de las respuestas muestran que hay una variedad de percepciones sobre el objetivo principal del Arte Agar, algunos enfatizan en la exploración y promoción de la creatividad y expresión artística a través de un medio poco convencional como el agar, mientras que otras destacan la combinación de la ciencia con el arte como una forma innovadora de aprender sobre microbiología y otros temas biológicos, además, varias respuestas mencionan la importancia de entender el proceso de cultivo de bacterias y su metabolismo de una manera creativa y práctica. Por lo que los objetivos principales del Arte Agar, reflejados en la respuesta de los estudiantes parecen estar relacionados con la promoción de la creatividad, la exploración científica y el aprendizaje práctico en el campo de la microbiología.

2. ¿Cree usted que las prácticas de laboratorio facilitaron la comprensión de algunos temas como la nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias? Si/No ¿Por qué?

Las generalidades de las respuestas sugieren que las prácticas de laboratorio facilitaron en gran medida la comprensión de temas como el metabolismo, la nutrición y el crecimiento en bacterias, muchos estudiantes destacaron que la experiencia práctica les permitió observar y experimentar directamente con estos procesos, lo que reforzó su comprensión de los conceptos teóricos aprendidos en clase. Además, señalaron que la práctica les brindó una perspectiva más profunda y tangible de los temas, lo que les ayudó a comprender mejor la interacción de las bacterias en condiciones controladas y su comportamiento en diferentes ambientes, la mayoría de los estudiantes considera que las prácticas de laboratorio fueron efectivas para facilitar la comprensión de estos temas clave en microbiología.

3. ¿Cómo se relacionan los procesos de nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias con el resultado final de tu Arte Agar?

Los estudiantes destacan que esta práctica les permite visualizar cómo se distribuyen las bacterias en un dibujo propio, lo que facilita la comprensión de conceptos como metabolismo, nutrición y crecimiento, mientras señalan que el Arte Agar hace que el aprendizaje sea más entretenido y divertido al permitirles interactuar de manera creativa con el tema. Algunas respuestas más

específicas muestran cómo los estudiantes relacionan el medio de cultivo con los nutrientes y el proceso de nutrición de las bacterias, detallando cómo este proceso de nutrición está interconectado con el metabolismo y el desarrollo necesario para el crecimiento o reproducción de las bacterias; los estudiantes describen cómo, desde que la bacteria consume el agar o los nutrientes dispuestos en él, obtiene la energía y los compuestos químicos necesarios para reproducirse, lo que evidencia una comprensión más profunda de cómo estos tres procesos biológicos están relacionados y cómo influyen en el desarrollo y la actividad bacteriana.

4. ¿Cree que es importante aprender de bacterias y por qué?

En comparación con la primera encuesta, aquí, las respuestas muestran una clara conciencia de la importancia de aprender sobre bacterias, los estudiantes reconocen que las bacterias son microorganismos fundamentales para comprender diversos aspectos de la vida, como los ecosistemas, la salud humana, la agricultura y la industria, al igual que valoran el papel crucial de las bacterias en la investigación médica y biológica, así como su impacto en la vida diaria y en el medio ambiente. Muchos de ellos destacan que comprender las bacterias les permite entender mejor el mundo que los rodea y utilizar su potencial en beneficio propio y de la sociedad, citando algunos aspectos de la biotecnología en las industrias farmacéuticas y agrícolas. Por lo que en general, las respuestas reflejan una apreciación más detallada de la importancia de las bacterias en múltiples ámbitos y la necesidad de adquirir conocimientos sobre ellas.

5. ¿Qué tipo de relaciones con los microorganismos dispuestos en el entorno reconoce?

Las respuestas muestran una comprensión diversa de las relaciones que los seres humanos tienen con los microorganismos en su entorno, reconociendo una amplia gama de interacciones, desde mutualismo beneficioso hasta parasitismo dañino, los estudiantes mencionan ejemplos específicos como las bacterias intestinales que ayudan en la digestión humana, la microbiota en el suelo que ayuda en la descomposición de la materia orgánica y las levaduras utilizadas en la elaboración de alimentos y bebidas; también se mencionan ejemplos de competencia entre microorganismos por recursos limitados y el papel de los microorganismos en la descomposición de la materia orgánica. Dichas respuestas reflejan una apreciación de la diversidad de relaciones que existen entre los humanos y los microorganismos en su entorno mucho más enriquecida que antes de las prácticas de laboratorio.

6. ¿Cómo describe su desempeño en el laboratorio antes y después de la implementación de la práctica pedagógica?

Las respuestas proporcionadas muestran una diversidad de experiencias y percepciones en relación con el desempeño en el laboratorio antes y después de la implementación de la práctica pedagógica, algunos estudiantes expresan una mejora notable en su participación y comprensión de los procedimientos del laboratorio después de la práctica, comentando que les permitió entender mejor conceptos específicos relacionados con la nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias, lo que se reflejó en una mayor confianza y habilidad al realizar las actividades en el laboratorio.

Por otro lado, hay respuestas que describen una percepción más neutral de su desempeño, tanto antes como después de la práctica, estos estudiantes no mencionan cambios significativos en su enfoque o rendimiento en el laboratorio, pero reconocen la importancia de las actividades prácticas para reforzar el aprendizaje teórico.

Y finalmente, algunas respuestas reflejan dificultades o limitaciones para participar en la práctica, ya sea por ausencia en las clases correspondientes o no poder llevar a cabo la actividad por diversas razones, estos estudiantes pueden no haber experimentado el impacto directo de la práctica en su desempeño en el laboratorio.

7. ¿Cómo describe los procesos de nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias?

Las respuestas proporcionadas destacan que los procesos de nutrición, metabolismo y crecimiento en bacterias son fundamentales para su supervivencia y reproducción; en primer lugar, se menciona que las bacterias obtienen nutrientes del entorno, ya sea del medio de cultivo o del ambiente circundante, estos nutrientes son utilizados a través del metabolismo, que implica una serie de reacciones químicas para descomponer los nutrientes y obtener energía, así como para sintetizar nuevas moléculas esenciales para la célula bacteriana y finalmente, el crecimiento bacteriano se produce mediante la fisión binaria, donde una célula se divide y crea una celular exactamente igual, lo que resulta en un aumento en el número de bacterias.

Al igual que se evidencia como resaltan la importancia de estos procesos para el funcionamiento y la supervivencia de las bacterias, ya que les permiten obtener la energía necesaria para sus funciones vitales y para construir nuevas estructuras celulares. Además, se destaca que el crecimiento bacteriano es un proceso rápido y eficiente que les permite adaptarse y proliferar en diversos entornos.

8. ¿Qué fue lo que más le gustó de entre todas las actividades planteadas?

Lo que más gustó a los estudiantes, según sus respuestas, fue la actividad de arte agar, donde tuvieron la oportunidad de crear dibujos utilizando las bacterias en el medio de cultivo, esta

actividad les pareció novedosa, creativa y diferente a las actividades tradicionales de laboratorio, lo que les permitió desarrollar su creatividad mientras aprendían sobre el crecimiento y desarrollo de las bacterias en un entorno controlado. De igual modo destacaron que esta actividad práctica les ayudó a comprender mejor los temas relacionados con las bacterias, ya que pudieron observar directamente los procesos biológicos involucrados. En resumen, el arte agar fue la actividad más destacada y apreciada por los estudiantes debido a su carácter innovador y educativo.

9. ¿Cómo cree que todo esto se relaciona con la biotecnología y qué importancia tiene?

Dadas las respuestas, la relación entre el arte agar, el estudio de bacterias y la biotecnología es el potencial para impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico en diversas áreas. La biotecnología según los estudiantes aprovecha los conocimientos sobre cómo las bacterias obtienen nutrientes, metabolizan y crecen para aplicarlos en la producción de medicamentos, alimentos, en la protección del medio ambiente y en la industria, mientras que el arte agar, al utilizar medios de cultivo y microorganismos para crear imágenes, proporciona una plataforma creativa para explorar la microbiología, promoviendo el interés en la ciencia, sino que también facilita la comunicación científica al hacerla más accesible y atractiva.

También, fuera de los aspectos mencionados anteriormente, varias respuestas resaltan cómo la relación entre la biotecnología y el Arte Agar se manifiesta en la manipulación de organismos vivos ya que implica la utilización de placas de agar, un medio de cultivo, junto con microorganismos para crear imágenes o patrones, y este manejo de organismos vivos no solo tiene aplicaciones artísticas, sino que también se superpone con los principios de la biotecnología.

10. Del 1 al 5 de una valoración a la actividad siendo 1 la más baja y 5 la más alta. Tenga en cuenta criterios como si le gustaron las actividades, si estuvieron bien desarrolladas y si se cumplieron los objetivos.

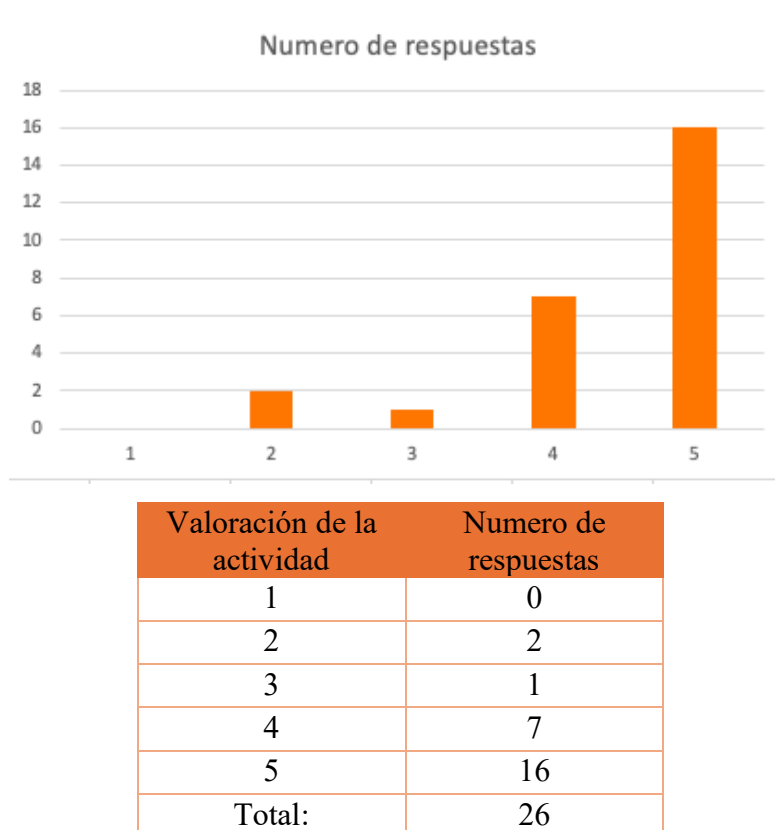


Figura 17. Tabla de resultados de la pregunta 10, cuestionario final

A continuación, mediante de un enfoque comparativo, se examinan las respuestas de ambos grupos en diversas áreas, desde sus intereses particulares en biología hasta su comprensión de conceptos clave y su percepción de las prácticas educativas. Las tablas siguientes ofrecen un análisis detallado de las respuestas proporcionadas por los participantes, permitiendo una comprensión más completa de sus perspectivas y experiencias en este campo educativo.

Pregunta	Aspecto Analizado	Encuesta Inicial	Encuesta Final
Intereses en Biología	Diversidad de intereses específicos en campos biológicos.	Múltiples intereses específicos en campos como genética, biotecnología y microbiología.	Enfoque general hacia la biología sin especificidad en áreas de interés.
Experiencia en Biotecnología/Microbiología	Experiencia previa y conocimiento en áreas relacionadas.	Algunos participantes tienen experiencia previa o actividades relacionadas.	La mayoría no tiene experiencia previa, pero hay disposición a participar en actividades prácticas.
Conocimiento sobre Reproducción de Bacterias y Aplicaciones	Nivel de comprensión sobre procesos de reproducción	Respuestas detalladas y precisas sobre procesos biológicos y aplicaciones en industria y medicina.	Nivel inicial de conocimiento sobre procesos bacterianos, con mayor

	bacteriana y sus aplicaciones.		comprensión después de la práctica pedagógica.
Conocimiento sobre Arte Agar	Familiaridad y percepción sobre la técnica de Arte Agar.	La mayoría no está familiarizada con la técnica.	Respuestas variadas, con interés en aprender más sobre el tema.
Opinión sobre la Integración de Arte y Biotecnología	Percepción sobre la combinación de arte y ciencia en la educación.	Percepción general positiva, con apreciación por la innovación y el aprendizaje creativo.	Valoración de la combinación de arte y biotecnología como una oportunidad de aprendizaje novedosa y atractiva.
Desempeño en el Laboratorio	Evaluación del desempeño y la experiencia en actividades de laboratorio.	Experiencia positiva y valoración de la importancia del laboratorio en el aprendizaje.	Diversidad de percepciones sobre el impacto de la práctica pedagógica en el desempeño en el laboratorio.
Percepción sobre la Importancia de Aprender sobre Bacterias	Conciencia de la importancia del conocimiento sobre bacterias.	Reconocimiento de la importancia de las bacterias en diversos ámbitos.	Valoración de la relevancia del aprendizaje sobre bacterias en la biotecnología y otros campos
Relaciones con Microorganismos en el Entorno	Comprensión de las interacciones entre humanos y microorganismos.	Reconocimiento de una variedad de relaciones, desde beneficiosas hasta dañinas.	Conciencia de la diversidad de interacciones con microorganismos y su importancia en diferentes contextos.

Tabla 11. Análisis y comparación de resultados de la encuesta inicial y la encuesta final referente al trabajo realizado con Arte Agar

En las tablas de análisis se puede observar una evolución significativa en varios aspectos. Por ejemplo, en la primera pregunta sobre los intereses en biología, inicialmente se identifican preferencias generales, pero a medida que avanza la encuesta, las respuestas de la encuesta inicial muestran una comprensión más específica y detallada de áreas como la genética, la biotecnología y la microbiología, lo que sugiere un mayor nivel de conocimiento y curiosidad en estas materias. Por otro lado, en la encuesta final, se evidencia una mayor conciencia de la importancia de aprender sobre bacterias y su relación con la biotecnología, lo que indica un desarrollo en la comprensión de la relevancia de estos temas, como lo sustenta López (2012) citado desde el marco teórico del presente trabajo.

En cuanto a la experiencia previa en biotecnología y microbiología, se observa un aumento en el número de respuestas que han tenido alguna experiencia relacionada, lo que sugiere una mayor exposición a estas áreas y posiblemente una mayor disponibilidad de recursos educativos. En contraste, en la encuesta inicial, aunque la mayoría no tiene experiencia previa, se nota un aumento en la disposición a participar en actividades prácticas relacionadas con la microbiología desde de la implementación de la práctica pedagógica, lo que indica un cambio positivo en la actitud hacia el aprendizaje de estas materias (López, 2012) . Ya relacionado a la comprensión de conceptos como la nutrición, metabolismo y el crecimiento de bacterias, se observa un incremento en el nivel de conocimiento en ambos grupos después de la práctica pedagógica, con respuestas más detalladas y precisas sobre los procesos biológicos y sus implicaciones en la industria y la medicina; sugiriendo que las prácticas educativas implementadas tuvieron un impacto positivo en la comprensión de estos temas.

10. Conclusiones.

- La enseñanza efectiva de conceptos relacionados con la microbiología, como la nutrición, el metabolismo y el crecimiento bacteriano, requiere una comprensión profunda de los presaberes y competencias de los estudiantes dichos presaberes son fundamentales ya que permiten adaptar la enseñanza para construir sobre las bases previas de los estudiantes, mientras que las competencias proporcionan un marco para evaluar el progreso educativo.
- El compromiso demostrado por los estudiantes muestra al Arte Agar como una estrategia educativa alternativa que refleja una apertura hacia enfoques innovadores en el aprendizaje de la Microbiología y Biotecnología, ya que esta técnica no solo proporciona una forma creativa y práctica de profundizar en los conceptos teóricos, sino que también puede cultivar una mayor apreciación por las bacterias y su papel en los ecosistemas y la vida humana.
- Al permitir a los estudiantes interactuar directamente con microorganismos en un contexto artístico, el Arte Agar puede fomentar una comprensión más profunda de la microbiología y sus implicaciones en diversos campos, desde la salud hasta la conservación ambiental,

de igual modo, esta aproximación muestra inspirar la curiosidad y la exploración en los estudiantes, promoviendo así un aprendizaje más significativo y duradero.

- El trabajo de laboratorio es crucial dentro del enfoque "Campo de lo vivo" y del IPN, al proporcionar a los estudiantes experiencias prácticas y concretas que complementan y refuerzan los conceptos teóricos aprendidos en el aula, por eso la implementación del trabajo de grado giraba en torno al trabajo dentro del laboratorio.
- Lo anterior se respalda con los estudiantes, y la valoración estas prácticas de laboratorio como una forma efectiva de fortalecer su aprendizaje significativo al conectar la teoría con la práctica, lo que les ayuda a comprender mejor los conceptos abstractos y ver cómo se aplican en situaciones concretas, o desarrollar habilidades prácticas y técnicas, como el manejo de equipos de laboratorio, la preparación de muestras y la interpretación de resultados. Estas habilidades son esenciales para su formación académica y futuras carreras en campos relacionados con la biología y la ciencia.
- El desarrollo de competencias científicas específicas del área de ciencias naturales se ve facilitado mediante la realización de actividades prácticas y procedimentales que relacionan los conceptos teóricos con el entorno de los estudiantes. Estas actividades permiten a los estudiantes aplicar el método científico y desarrollar habilidades prácticas necesarias para comprender y analizar fenómenos naturales.
- En el contexto de la enseñanza de la microbiología, los conceptos de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano son fundamentales. Comprender estos conceptos no solo es crucial para comprender el funcionamiento de los microorganismos, sino que también tiene aplicaciones prácticas en campos como la medicina, biotecnología y la industria alimentaria.
- Los proyectos educativos centrados en la microbiología no solo tienen un impacto en el aprendizaje de los estudiantes, sino que también pueden tener un efecto positivo en la comunidad escolar y familiar. Estos proyectos pueden fomentar la concientización y la

caracterización de la comunidad frente a situaciones cotidianas relacionadas con la prevención y el manejo de microorganismos.

11. Recomendaciones

Basándose en el trabajo de grado realizado, algunas recomendaciones para futuras investigaciones podrían incluir, explorar en mayor profundidad los efectos del arte agar en el aprendizaje de conceptos biológicos, realizando estudios comparativos con métodos de enseñanza tradicionales para evaluar su efectividad y beneficios adicionales.

También explorar la aplicación del arte agar en entornos educativos diversos y en diferentes niveles académicos para determinar su viabilidad y efectividad en contextos educativos variados.

Y finalmente, realizar estudios cualitativos para explorar las experiencias y percepciones de los maestros y otros actores educativos sobre el uso del arte agar como herramienta pedagógica, lo que podría proporcionar información valiosa para mejorar su implementación en el aula.

11. Anexos.

Anexo 1. Fúquene, J. (2023). Entrevista sobre el énfasis Campo de lo Vivo/ Entrevista por Angela Chávez. Entrevista Jimmy Fúquene, campo de lo vivo [Entrevista Jimmy Fuquene, campo de lo vivo](#)

Anexo 2. Encuesta de caracterización aplicada a grado 11.

ENCUESTA DE INTERÉS

NOMBRE:
EDAD:
GRADO:



Estimado/a estudiante,

Agradecemos tu colaboración en esta encuesta para acercarnos a tus gustos/intereses con respecto a la biología y la biotecnología. Tu opinión es muy importante para ayudarnos a mejorar el planteamiento de las próximas actividades que se realicen durante la práctica pedagógica del segundo periodo académico del 2023. Por favor, responde a las siguientes preguntas de manera clara y objetiva.

1. ¿Cuáles son tus intereses particulares con respecto a la biología? ¿Qué te gusta o te llama más la atención de este campo?

2. ¿Qué crees que es la biotecnología y cuál es su importancia?

3. ¿Has tenido alguna experiencia previa en biotecnología o microbiología? (Sí/No)
Por favor descríbela.

4. ¿Qué sabes sobre la reproducción de bacterias y sus aplicaciones en la industria y la medicina?

5. ¿Habías oído hablar de la técnica de Agar Art antes de esta clase? (Sí/No)
Descríbelo, por favor.

6. ¿Qué opinas sobre la idea de combinar el arte con la biotecnología en la enseñanza de la reproducción de bacterias utilizando Agar Art?

7. ¿Cómo describirías tu experiencia en el laboratorio hasta el momento? (Excelente, Buena, Regular, Mejorable) Explica porque.

8. ¿Qué aspectos consideras que deberían tenerse en cuenta durante esta práctica pedagógica?

9. ¿Estás dispuesto/a a participar activamente en todas las actividades relacionadas con esta práctica pedagógica? ¿Tienes alguna limitación o restricción que debamos tener en cuenta?

10. Por favor, comparte cualquier comentario adicional, sugerencias o pensamientos que consideres relevantes para esta práctica pedagógica.

Anexo 3. Guía de laboratorio para preparación de medios de cultivo

			Preparación de medios de cultivo
Área:	Asignatura:	Nota:	
Docente:	Fecha:	Tiempo:	
Estudiante:		Grado:	

INTRODUCCIÓN

El laboratorio de preparación de medios de cultivo se centra en la elaboración de medios destinados al crecimiento y estudio de microorganismos. En este espacio, se profundiza en las características fundamentales de cada medio, desde su composición química hasta su función vital en el cultivo microbiano, resaltando la importancia de realizar cálculos precisos, y abarcando aspectos como la concentración de nutrientes, el pH y los procedimientos de esterilización. A través de protocolos y técnicas estandarizadas, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas en la preparación de medios, desde la medición hasta la esterilización y el uso de los medios, proporcionando un acercamiento a la microbiología práctica.

OBJETIVOS

- Comprender los conceptos básicos de la microbiología y la importancia de los medios de cultivo.
- Desarrollar habilidades de laboratorio, incluyendo la preparación de medios y la esterilización.
- Explorar la diversidad de microorganismos mediante el cultivo y observación, relacionando las condiciones con el crecimiento bacteriano.

MATERIALES

- Agar MacConkey
- Agar Nutritivo
- Agar King B
- Glicerol
- Caja de Petri
- Erlenmeyer
- Mezclador
- Balanza digital
- Papel
- Placa de Calentamiento
- Agua destilada
- Autoclave

MARCO TEÓRICO

Las bacterias desempeñan un papel vital en los ecosistemas, participando en ciclos biogeoquímicos esenciales para la vida en Planeta, y sosteniendo una relación intrínseca con los seres humanos ya que son parte integral del microbiota presente en el cuerpo y vitales para la ejecución de funciones clave en la digestión, el sistema inmunológico y otros procesos fisiológicos. La comprensión de estos organismos y su importancia en los ecosistemas naturales.

proporcionar una superficie sólida para el crecimiento de las bacterias. El medio de cultivo tiene un pH ligeramente alcalino, de alrededor de 7.0 ± 0.2, que es favorable para el crecimiento de las bacterias *Pseudomonas*. El pH controlado del medio es crucial para mantener las condiciones óptimas para el crecimiento bacteriano y para garantizar resultados reproducibles en los experimentos de laboratorio. El agar King B se presenta en forma de medio deshidratado, lo que permite su almacenamiento prolongado sin deterioro. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco para mantener su calidad y eficacia. Antes de su uso, el medio deshidratado debe ser reconstituido y esterilizado de acuerdo con los procedimientos estándar de preparación de medios de cultivo. Entre los sinónimos comunes para el agar King B se encuentran King Agar B (base), *Pseudomonas*-F y Medio, lo que resalta su versatilidad y su amplia aplicación en diversos contextos de laboratorio. (Britalia, s. f.)

Tabla de composición de los medios de cultivo	
Agar Nutritivo (gramos por litro)	MacConkey (gramos por litro)
PEPTONA DE CARNE.....30	PEPTONA DE CARNE.....15
EXTRACTO DE CARNE.....30	EXTRACTO DE CARNE.....15
GLICEROL 100%.....50	LACTOSA.....10
NaCl.....5	CRISTAL VIOLETA.....0.01
pH 7.2 ± 0.2	NaOH 1%.....10
	Agar B.....15
	Agar B.....15
King B (gramos por litro)	
PEPTONA DE CARNE.....30	
EXTRACTO DE CARNE.....30	
GLICEROL 100%.....50	
NaCl.....5	
pH 7.2 ± 0.2	

Tomado de: https://www.britanialab.com/back/publicupload/productos/upl_607092758cfa8.pdf

METODOLOGIA

- Ingresar al laboratorio con el material previamente esterilizado y listo.
- Para la PREPARACIÓN del medio deshidratado, suspender la cantidad de gramos indicada del polvo en 1 litro de agua destilada. Dejar 5 a 10 minutos a temperatura ambiente. EN CASO DE NO OCUPAR UN LITRO COMPLETO DE SOLUCIÓN, HACER UNA REGLA DE TRES CON LOS ML NECESARIOS.

Además, los medios de cultivo, empleados en las prácticas de microbiología, juegan un papel crucial en esta área al proporcionar un ambiente controlado y nutritivo para el crecimiento y estudio de microorganismos. La elección adecuada de los medios de cultivo es esencial para el éxito de prácticas y proyectos asociados con la microbiología, ya que permite el aislamiento, identificación y caracterización de diferentes cepas bacterianas. En esta práctica estaremos usando tres diferentes tipos de medios de cultivo que son:

- Agar Nutritivo:** es un medio de cultivo ampliamente utilizado en microbiología para el crecimiento de una amplia variedad de microorganismos, como bacterias, hongos y levaduras. Consiste en una mezcla de nutrientes que proporciona a los microorganismos las sustancias necesarias para su crecimiento y reproducción. Los ingredientes típicos del agar nutritivo incluyen extracto de carne o peptona, que proporciona aminoácidos y otros nutrientes esenciales, así como extracto de levadura, que proporciona vitaminas y minerales (Britalia, s. f.) Además, se añade agar como agente solidificante, lo que permite que el medio se solidifique y forme una superficie gelatinosa sobre la cual los microorganismos pueden crecer. El agar nutritivo es un medio generalmente no selectivo, lo que significa que es adecuado para el crecimiento de una amplia gama de microorganismos, y se utiliza comúnmente para el cultivo y mantenimiento de cepas bacterianas en laboratorios de microbiología. (Britalia, s. f.)
- MacConkey:** Es un medio de cultivo utilizado para el aislamiento y la diferenciación de bacterias gramnegativas, especialmente aquellas que fermentan la lactosa. Este medio fue desarrollado por el bacteriólogo Alfred Theodore MacConkey a finales del siglo XIX. Es selectivo debido a la presencia de sales biliares y cristal violeta en su composición (Britalia, s. f.) Estos compuestos inhiben el crecimiento de bacterias grampositivas mientras permiten el crecimiento de bacterias gramnegativas, y es diferencial gracias a la inclusión de lactosa y un indicador de pH, típicamente el rojo de fenol. Las bacterias que fermentan la lactosa producen ácido como producto metabólico, lo que hace que el pH del medio disminuya y provoque un cambio de color en el indicador de pH, volviéndose rosado o rojo. Esto permite distinguir entre bacterias que fermentan la lactosa (fermentadores) y las que no (no fermentadores). (Britalia, s. f.)
- King B:** El agar King B, El agar King B es un medio de cultivo ampliamente utilizado en microbiología para la diferenciación y el aislamiento de bacterias del género *Pseudomonas*, basándose en la producción de la enzima fluoresceína. Esta enzima, que es característica de las bacterias *Pseudomonas*, produce fluorescencia bajo luz ultravioleta cuando se encuentra en un medio adecuado, lo que facilita su detección y diferenciación de otras bacterias presentes en una muestra. La composición del agar King B incluye ingredientes específicos diseñados para favorecer el crecimiento y la diferenciación de las bacterias *Pseudomonas*. Contiene magnesio sulfato, polipeptona y di-potasio hidrógeno fosfato, entre otros componentes, en concentraciones óptimas para el cultivo bacteriano (Britalia, s. f.) Además, el agar se utiliza como gelificante para solidificar el medio y

En el caso del Agar King B debe considerarse que por cada litro preparado de la solución se deben agregar 10 ml de glicerol, así que también debe realizarse la regla de 3 para determinar la cantidad de glicerol utilizada en los mililitros que se vayan a preparar.

$$\frac{X \text{ gr indicados}}{X \text{ ml}} = \frac{1000 \text{ ml}}{L?}$$

- Llevar a ebullición durante unos minutos agitando de vez en cuando.
- Esterilizar 15 minutos a 121°C. Dispensar en cajas estériles y dejar enfriar.
- Una vez con la solución lista, proceder a verter lo correspondiente en las cajas de petri.
- Sellar bien y almacenar en la incubadora.
- Repitase el mismo proceso para ambos medios de cultivo Agar nutritivo, King B y MacConkey.

Questionario:

- ¿Cuáles son los componentes clave de los 3 medios de cultivo y cómo contribuyen a su función en las diferenciación de bacterias?
- Explique el propósito del medio de cultivo MacConkey y cuándo sería útil usarlo en investigaciones microbiológicas.
- ¿Cómo se preparan y esterilizan adecuadamente los medios de cultivo, como el agar nutritivo y King B para garantizar resultados confiables en laboratorio?
- ¿Cuáles son las principales diferencias en los indicadores visuales que se observan en el agar MacConkey cuando se cultiva una bacteria fermentadora frente a una no fermentadora?
- ¿Qué consideraciones son importantes al seleccionar un medio de cultivo específico, como MacConkey y King B, para una investigación microbiológica particular?
- ¿Por qué es importante que algunos medios de cultivo como el MacConkey, el King B y el Agar Nutritivo estén enriquecidos con peptonas y extracto de carne?
- ¿En qué compuestos evidencia la presencia de carbohidratos, proteínas y aminoácidos en los medios de cultivo y como estos ayudan al crecimiento de los microorganismos?

BIBLIOGRAFÍA

- Britalia, (s. f.). *Nutritivo Agar*. Laboratorios Britania s.a. <https://www.scribbr.es/star/generador/citar/pagina-web/>
- Chatting, B. (s.f). *Manual de laboratorio de biología*. Ula-ve. Recuperado el 19 de octubre de 2023, de <http://www.scribbr.es/star/generador/citar/pagina-web/>

Anexo 4. Guía de laboratorio para Aislamiento de microorganismos Ambientales de Suelo y Aire

Preparación de medios de cultivo

Área:	Asignatura:	Nota:
Docente:	Fecha:	Tiempo:
Estudiante:		Grado:

INTRODUCCIÓN
El laboratorio de preparación de medios de cultivo se centra en la elaboración de medios destinados al crecimiento y estudio de microorganismos. En este espacio, se profundiza en las características fundamentales de cada medio, desde su composición química hasta su función vital en el cultivo microbiano, resultando la importancia de realizar cálculos precisos, y abarcando aspectos como la concentración de nutrientes, el pH y los procedimientos de esterilización. A través de protocolos y técnicas estandarizadas, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas en la preparación de medios, desde la medición hasta la esterilización y el uso de los medios, proporcionando un acercamiento a la microbiología práctica.

- OBJETIVOS**
1. Comprender los conceptos básicos de la microbiología y la importancia de los medios de cultivo.
 2. Desarrollar habilidades de laboratorio, incluyendo la preparación de medios y la esterilización.
 3. Explorar la diversidad de microorganismos mediante el cultivo y observación, relacionando las condiciones con el crecimiento bacteriano.

- MATERIALES**
- Agar McColey
 - Agar Nutritivo
 - Agar King B
 - Glicerol
 - Caja de Petri
 - Erlenmeyer
 - Mezclador
 - Balanza digital
 - Papel
 - Placa de Calentamiento
 - Agua destilada
 - Autoclave

MARCO TEÓRICO
Las bacterias desempeñan un papel vital en los ecosistemas, participando en ciclos biogeoquímicos esenciales para la vida en Planeta, y sosteniendo una relación intrínseca con los seres humanos ya que son parte integral del microbiota presente en el cuerpo y vitales para la ejecución de funciones clave en la digestión, el sistema inmunológico y otros procesos fisiológicos. La comprensión de estos organismos y su importancia en los ecosistemas naturales.

Además, los medios de cultivo, empleados en las prácticas de microbiología, juegan un papel crucial en esta área al proporcionar un ambiente controlado y nutritivo para el crecimiento y estudio de microorganismos. La elección adecuada de los medios de cultivo es crucial para el éxito de prácticas y proyectos asociados con la microbiología, ya que permite el aislamiento,

King B se presenta en forma de medio deshidratado, lo que permite su almacenamiento prolongado sin deterioro. Se recomienda almacenarlo en un lugar seco y fresco para mantener su calidad y eficacia. Antes de su uso, el medio deshidratado debe ser reconstituido y esterilizado de acuerdo con los procedimientos estándar de preparación de medios de cultivo. Entre los sinónimos comunes para el agar King B se encuentran King Agar B (base), Pseudomonas-F y Medio, lo que resalta su versatilidad y su amplia aplicación en diversos entornos de laboratorio. (Britalia, s. f.)

Tabla de composición de los medios de cultivo	
Agar Nutritivo (gramos por litro)	MacConkey (gramos por litro)
PEPTONA DE CARNE.....50	PEPTONA DE CARNE.....10
EXTRACTO DE CARNE.....30	EXTRACTO.....10
CLORURO DE SODIO.....80	LACTOSA.....10
AGAR.....100	MEZCLA DE SALES BILIARES NF3.....10
pH FINAL T2 a 22	CLORURO DE SODIO.....50
	INDOL-3-PIRROL-5-PYRROL-2-ONE.....0.01
	CISTEÍNA.....0.01
	AGAR.....100
	pH FINAL T1 a 22
King B (gramos por litro)	
PEPTONA.....100	
PEPTONA DE CARNE.....50	
POSDRUGO CONDENSADO.....10	
SULFATO DE MAGNESIO.....10	
AGAR.....100	
pH FINAL T2 a 22	

Tomado de: https://www.britanialab.com/back/public/upload/productos/upl_607092758cfa8.pdf

METODOLOGIA

1. Ingrese al laboratorio con el material previamente esterilizado y listo.
2. Para la PREPARACIÓN del medio deshidratado, suspender la cantidad de gramos indicada del polvo en 1 litro de agua destilada. Dejar 5 a 10 minutos a temperatura ambiente. EN CASO DE NO OCUPAR UN LITRO COMPLETO DE SOLUCIÓN, HACER UNA REGLA DE TRES CON LOS ML NECESARIOS.

En el caso del Agar King B debe considerarse que por cada litro preparado de la solución se deben agregar 10 ml de glicerol, así que también debe realizarse la regla de 3 para determinar la cantidad de glicerol utilizada en los mililitros que se vayan a preparar.



identificación y caracterización de diferentes cepas bacterianas. En esta práctica utilizamos tres diferentes tipos de medios de cultivo que son:

- **Agar Nutritivo:** es un medio de cultivo ampliamente utilizado en microbiología para el crecimiento de una amplia variedad de microorganismos, como bacterias, hongos y levaduras. Consiste en una mezcla de nutrientes que proporciona a los microorganismos las sustancias necesarias para su crecimiento y reproducción. Los ingredientes típicos del agar nutritivo incluyen extracto de carne o peptona, que proporcionan aminoácidos y otros nutrientes esenciales, así como extracto de levadura, que proporciona vitaminas y minerales (Britalia, s. f.) A demás, se añade agar agar como agente solidificante, lo que permite que el medio se solidifique y forme una superficie gelatinosa sobre la cual los microorganismos pueden crecer. El agar nutritivo es un medio generalmente no selectivo, lo que significa que es adecuado para el crecimiento de una amplia gama de microorganismos, y se utiliza comúnmente para el cultivo y mantenimiento de cepas bacterianas en laboratorios de microbiología (Britalia, s. f.)
- **MacConkey:** Es un medio de cultivo utilizado para el aislamiento y la diferenciación de bacterias gramnegativas, especialmente aquellas que fermentan la lactosa. Este medio fue desarrollado por el bacteriólogo Alfred Theodore MacConkey a finales del siglo XIX. Es selectivo debido a la presencia de sales biliares y cristal violeta en su composición (Britalia, s. f.) Estas compuestos inhiben el crecimiento de bacterias grampositivas mientras permiten el crecimiento de bacterias gramnegativas, y es diferencial gracias a la inclusión de lactosa y un indicador de pH, típicamente el rojo de fenol. Las bacterias que fermentan la lactosa producen ácido como producto metabólico, lo que hace que el pH del medio disminuya y provoque un cambio de color en el indicador de pH, volviéndose rosado o rojo. Esto permite distinguir entre bacterias que fermentan la lactosa (fermentadoras) y las que no (no fermentadoras) (Britalia, s. f.)
- **King B:** El agar King B, El agar King B es un medio de cultivo ampliamente utilizado en microbiología para la diferenciación y el aislamiento de bacterias del género Pseudomonas, basándose en la producción de la enzima fluorescencia. Esta enzima, que es característica de las bacterias Pseudomonas, produce fluorescencia bajo luz ultravioleta cuando se encuentra en un medio adecuado, lo que facilita su detección y diferenciación de otras bacterias presentes en una muestra. La composición del agar King B incluye ingredientes específicos diseñados para favorecer el crecimiento y la diferenciación de las bacterias Pseudomonas. Contiene magnesio sulfato, polipéptido y desepsina hidrogeno sulfato, entre otros componentes, en concentraciones óptimas para el cultivo bacteriano. (Britalia, s. f.) Además, el agar se utiliza como gelificante para solidificar el medio y proporcionar una superficie sólida para el crecimiento de las bacterias. El medio de cultivo tiene un pH ligeramente alcalino, de alrededor de 7.0 a 8.2, que es favorable para el crecimiento de las bacterias Pseudomonas. El pH controlado del medio es crucial para mantener las condiciones óptimas para el crecimiento bacteriano y para garantizar resultados reproducibles en los experimentos de laboratorio. El agar

3. Llevar a ebullición durante unos minutos agitando de vez en cuando.
4. Esterilizar 15 minutos a 121°C. Dispensar en cajas estériles y dejar enfriar.
5. Una vez con la solución lista, proceder a verter lo correspondiente en las cajas de petri.
6. Sellar bien y almacenar en la incubadora.
7. Repitase el mismo proceso para ambos medios de cultivo Agar nutritivo, King B y MacConkey.

Cuestionario:

1. ¿Cuáles son los componentes clave de los 3 medios de cultivo y cómo contribuyen a su función en las diferenciación de bacterias?
2. Explique el propósito del medio de cultivo MacConkey y cuándo sería útil usarlo en investigaciones microbiológicas.
3. ¿Cómo se preparan y esterilizan adecuadamente los medios de cultivo, como el agar nutritivo y King B para garantizar resultados confiables en laboratorio?
4. ¿Cuáles son las principales diferencias en los indicadores visuales que se observan en el agar MacConkey cuando se cultiva una bacteria fermentadora frente a una no fermentadora?
5. ¿Qué consideraciones son importantes al seleccionar un medio de cultivo específico, como MacConkey y King B, para una investigación microbiológica particular?
6. ¿Por qué es importante que algunos medios de cultivo como el MacConkey, el King B y el Agar Nutritivo estén enriquecidos con peptonas y extracto de carne?
7. ¿En qué compuestos evidencia la presencia de carbohidratos, proteínas y aminoácidos en los medios de cultivo y como estos ayudan al crecimiento de los microorganismos?

BIBLIOGRAFÍA

- Britalia, (s. f.). *Nutritivo Agar*. Laboratorios Britania s.a. <https://www.scribbr.es/citar/generador/citar/pagina-web/>
- Chatting, B. (v.f). *Manual de laboratorio de biología*. Ula.ve. Recuperado el 19 de octubre de 2023, de <http://www.scribd.com/document/520462204/ManualdeBiologia>
- Cifuentes Rodríguez, L. C., & Quispe Espejo, I. M. (2014). *Manual de prácticas de microbiología del coparia del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional*. Universidad Pedagógica Nacional.
- R. Cuervo, R. Gómez, M. Narváez (2010). *Manual de prácticas de laboratorio Biología*. Edn.co. <https://bibliotecadigital.ub.edu.co/verver/api/core/bitstream/5416/4946/4/4d4e-434b-7327ce79500b/content>

Anexo 5. Guia Arte Agar

			
Arte Agar			
Área:	Asignatura:	Nota:	
Docente:	Fecha:	Tiempo:	
Estudiante:	Grado:		

INTRODUCCIÓN

La integración de disciplinas como el arte y la microbiología en el ámbito educativo es esencial para proporcionar a los estudiantes una comprensión más integral del mundo que los rodea. Esta práctica de laboratorio se presenta como una oportunidad para relacionar dichas áreas, permitiendo explorar organismos como las bacterias de una manera creativa y diferente.

El objetivo principal de esta actividad es brindar una introducción al arte agar, una técnica que combina el arte visual con la microbiología, pudiéndose interpretar como una analogía entre los lienzos de pintura convencionales y los medios de cultivo bacteriano, donde las bacterias toman el papel de la pintura y las asas funcionan como los pinceles. Al permitir a los estudiantes utilizar medios de cultivo y bacterias para expresar sus ideas de manera libre, se les otorga la oportunidad de ejercitar su creatividad y explorar diferentes formas de representar conceptos científicos. Esta libertad creativa no solo fomenta el interés en el aprendizaje, sino que también promueve un ambiente de aprendizaje activo y participativo.

Además, esta actividad no solo se trata de crear obras de arte visualmente atractivas, sino también de comprender los procesos biológicos que se relacionan. A medida que los estudiantes trabajan con los medios de cultivo y observan el desarrollo bacteriano en sus creaciones, tienen la oportunidad de analizar estos fenómenos con los principios teóricos de nutrición, metabolismo y crecimiento bacteriano.

OBJETIVO GENERAL

Crear una obra de arte utilizando la técnica de arte agar, para explorar y relacionar el desarrollo microbiano en el medio de cultivo.

1. Observar y documentar el crecimiento bacteriano en el medio de cultivo agar.
2. Identificar y analizar patrones de crecimiento, nutrición y metabolismo bacteriano en la obra de arte agar.
3. Analizar los resultados observados de los procesos biológicos.

MARCO TEÓRICO

1. Intersección entre Arte y Ciencia: El arte con bacterias es un ejemplo destacado de la intersección entre el arte y la ciencia. Según Clementine Deliss, (2018) directora del Programa de Arte Experimental en el Instituto de Estudios Aplicados de Viena, "el arte que involucra microorganismos desafía las formas convencionales de percepción, ya que los microorganismos son invisibles al ojo humano". Esta fusión de disciplinas ofrece una oportunidad única para explorar conceptos científicos a través de una lente creativa y artística.

2. Expresión Creativa y Experimentación Artística: El arte agar brinda a los artistas una plataforma para la expresión creativa y la experimentación artística. Como menciona Dumitriu (2018) artista y curadora especializada en arte con bacterias, "el agar permite a los artistas trabajar con bacterias como un medio para crear obras de arte vivas y dinámicas". Esta práctica artística desafía las convenciones tradicionales del arte al utilizar organismos vivos como herramientas de creación.

3. Exploración de Temas Biológicos y Ambientales: El arte con bacterias proporciona una forma innovadora de explorar temas biológicos y ambientales. Willet (2014) directora del Laboratorio de Bioarte en la Universidad de Windsor, "el arte agar puede abordar cuestiones importantes relacionadas con la microbiología, como la resistencia a los antibióticos y la diversidad microbiana".

METODOLOGÍA

Para empezar este laboratorio es importante tener presente la indumentaria adecuada, todos los estudiantes sin excepción deben tener bata, el cabello recogido de ser necesario, y tapabocas.

1. Debe de tomar uno de los medios de cultivo ya preparados de agar nutritivo que una de las cajas de petri que ya tienen los microorganismos seleccionados desde el laboratorio de aislamiento de bacterias del suelo y aire.
2. Con una caja de petri trazar en una hoja de papel la circunferencia de la tapa
3. Dentro de la circunferencia trazada realizar el dibujo que desea hacer en el medio de cultivo.
4. Enciende la cámara de flujo laminar y posicionar la hoja de papel con el dibujo y la caja de petri encima de modo en el que se puede haber a través del medio de cultivo. En caso de no tener la cámara de flujo laminar, encienda el mechero y trabaje en un radio menor de 10 cm a distancia de este.
5. Debe tomar el asa bacteriológica desinfectarla en el mechero, y enfriarla en una esquina del agar nutritivo.
6. Con el asa previamente desinfectada tome una pequeña muestra de las bacterias que están en el medio de cultivo aislado y con esta empiece a hacer el dibujo en el medio de cultivo nuevo.
7. Rellene el procedimiento las veces que sea necesario, hasta terminar su dibujo.
8. Una vez haya terminado el dibujo por favor selle bien la caja y póngala en la incubadora 30° C por 48 horas.

Nutrición, Crecimiento y Metabolismo en Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que exhiben una amplia diversidad metabólica y colonizan una variedad de ambientes. Su capacidad para sobrevivir y proliferar depende en gran medida de su habilidad para obtener nutrientes del medio ambiente circundante, así como de sus procesos de crecimiento y metabolismo. A continuación, se presenta un marco teórico que aborda estos aspectos fundamentales en bacteriología:

Nutrición Bacteriana: Comprende los procesos mediante los cuales las bacterias adquieren, procesan y utilizan los nutrientes necesarios para su supervivencia y crecimiento. Según Madigan, Martinko y Bender (2018), "las bacterias obtienen su energía y nutrientes de variadas fuentes, incluidos compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en su entorno". Estos nutrientes pueden incluir carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales, que las bacterias utilizan como sustratos para la síntesis de biomoléculas y la generación de energía a través de procesos metabólicos como la respiración celular y la fermentación.

Crecimiento Bacteriano: Se refiere al aumento en el número de células bacterianas en una población a lo largo del tiempo. Según Prescott, Harley y Klein (2008), "el crecimiento bacteriano es un proceso exponencial en el que una célula madre se divide para dar lugar a dos células hijas, que a su vez se dividen para formar cuatro células, y así sucesivamente". Este proceso requiere condiciones ambientales óptimas, incluidos nutrientes adecuados, pH y temperatura apropiados, así como la ausencia de factores que inhiban el crecimiento bacteriano, como antibióticos o toxinas.

Metabolismo Bacteriano: engloba el conjunto de procesos bioquímicos que ocurren dentro de las células bacterianas para obtener energía, sintetizar componentes celulares y eliminar desechos. De acuerdo con White, Handler y Smith (2014), "el metabolismo bacteriano implica una amplia gama de reacciones químicas, incluyendo la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico, la cadena de transporte de electrones y la biosíntesis de macromoléculas como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos". Estas vías metabólicas permiten a las bacterias obtener energía de diferentes fuentes y utilizarla para mantener sus funciones vitales y crecer.

Arte Agar

El arte con bacterias, también conocido como arte agar, es una práctica creativa que fusiona el arte visual con la microbiología, permitiendo a los artistas explorar las interacciones entre microorganismos y su entorno a través de expresiones artísticas. Esta forma de arte se basa en la utilización de medios de cultivo bacteriano, como el agar nutritivo, como lienzo para el crecimiento y desarrollo de bacterias, que actúan como medio de expresión. A continuación, se presenta una revisión del marco teórico relacionado con el arte con bacterias:

CUESTIONARIO

1. ¿Qué relación hay entre los procesos de nutrición metabolismo y crecimiento en las bacterias?
2. ¿Qué diferencias observas en el medio de cultivo durante las 48 horas?
3. ¿Qué implicaciones tienen los sustratos del medio de cultivo en el desarrollo de las bacterias?
4. ¿Hay posibilidad de hacer mas figuras en arte agar en otro medios de cultivo? ¿sí/no, cuales y por qué?

BIBLIOGRAFÍA

- Deliss, C. (2019). Microscopic Art: Where Microbes and the Microcosmos Meet. En *Digital Earth*, 1(1), 14-21.
- Dumitriu, A. (2018). Living Art: The Intersection of Microbiology and Contemporary Art. *Journal of Artistic Research*, 12(1), 45-59.
- Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Bender, K. S. (2018). *Biología de Microorganismos de Brock* (15ª ed.). Pearson.
- Prescott, L. M., Harley, J. P., & Klein, D. A. (2008). *Microbiología* (7ª ed.). McGraw-Hill Higher Education.
- White, D., Handler, P., & Smith, L. (2014). *Principios de Bioquímica* (4ª ed.). McGraw-Hill.

Anexo 6. Encuesta final

Enlace de la encuesta final

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdK0leeg146eht1S_5A2i0x2CfU06J9VgZv5eIF52WtK5r1rw/viewform

Anexo 7. Sistematización de las respuestas al cuestionario final.

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1vsJOHQXpboV6n7MZo0nvXGWOtq3iymZODJRBjZaGIw/edit?resourcekey#gid=1744727655>

12. Referencias y Bibliografía

- Acosta, R. (2017). Didáctica de la biotecnología en la escuela. *Bio-grafia/Bio-grafiA*, 333. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.0num.0bio-grafia333.341>
- Acosta, R. Valbuena, O. (2013). Incursión de la biotecnología en la educación: Tendencias e implicaciones. *Revista Colombiana de Biotecnología*. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/41274/43810#:~:text=El%20conocimiento%20did%C3%A1ctico%20de%20la,esencial%2D%20y%20a%20la%20naturaleza%20de>
- Alcalá, L. Betriu, C. García, J. Reig, M. (2004). *Bacterias Anaerobias. Recomendaciones de la Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientosmicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia16.pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá DC (2012). *Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá DC 2012-2016: Bogotá Humana*. Colombia: Bogotá. https://www.sdp.gov.co/sites/default/files/documentos/2012_2016_Bogota_Humana_Plan_Acuerdo489_2012.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá DC (2013). *Dinámica de la construcción por usos en la Localidad de Usaquén 2002-2012: Bogotá Humana*. Colombia: Bogotá. <https://www.catastrobogota.gov.co/sites/default/files/archivos/usaqu%C3%A9n.pdf>
- Amórtegui, P., & Castañeda, A. (2016). *DIAGNÓSTICO DE LAS CONCEPCIONES SOBRE REPRODUCCIÓN CELULAR EN ESTUDIANTES DE GRADO SÉPTIMO, OCTAVO y NOVENO DE LOS COLEGIOS MIGUEL ANTONIO CARO IED y JUSTO VÍCTOR CHARRY IED*. *Bio-grafia/Bio-grafiA*, 8(15), 40. <https://doi.org/10.17227/20271034.vol.8num.15bio-grafia40.57>
- Ballester, Pilar. Gayoso, J. Payeras, G. S.f. EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LA PRÁCTICA Y DIDÁCTICA DE LA GEOGRAFÍA. PRÁCTICAS DEL SEMINARIO DE APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO. [file:///Users/baobab/Downloads/Dialnet-ElAprendizajeSignificativoEnLaPracticaYDidacticaDe-2559434%20\(1\).pdf](file:///Users/baobab/Downloads/Dialnet-ElAprendizajeSignificativoEnLaPracticaYDidacticaDe-2559434%20(1).pdf)
- Benintende, S. Sanchez, C. (s/f). *Crecimiento Bacteriano*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS, FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS. Recuperado el 27 de mayo de 2023, de http://www2.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/microbiologia/unidad_3_crecimiento_bacteriano.pdf
- Bernaschina, D. (2023). *Bioarte para la educación*. Tercio Creciente, Revista de Estudios en Sociedad, Artes y Gestión Cultural 123-142. <https://doi.org/10.17561/rte.extra7.7069>
- Baque, R. (2021). El aprendizaje significativo como estrategia didáctica para la enseñanza – aprendizaje. Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional <http://file:///Users/baobab/Downloads/Dialnet-ElAprendizajeSignificativoComoEstrategiaDidacticaP-7927035.pdf>
- Brock, D. Madigan, T. Guerrero, R. Chica, C. Barrachina, C. (2015). *Biología de los Microorganismos*. 14a edición. Pearson Education, Madrid, España.

- Cifuentes, L. C. & Quispe, I. M. (2014). Manual de prácticas de microbiología del cepario del laboratorio de biotecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1810>.
- Chatarrerías Bogotá. (s. f.). *localidad de Usaquen » Compra de reciclaje cerca*. Página Web Chatarrerías Bogotá. <https://www.chatarreriasbogota.com/Bogota/localidad/usaquen/>
- Corrales, C. Antolínez, D. Bohórquez, J. Corredor, A. S.f. *Bacterias anaerobias: procesos que realizan y contribuyen a la sostenibilidad de la vida en el planeta*. Artículo de revisión <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n24/v13n24a06.pdf>.
- Cruz, M. C., Zamudio, M., Corona, A. I., Gonzales, J., & Rojas, R. (s. f.). *Importancia y estudios de las comunidades microbianas en los recursos y productos pesqueros*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000100008#:~:text=Los%20microorganismos%20son%20parte%20fundamental,una%20amplia%20gama%20de%20organismos.
- Duisembekova, A. , Soltabayeva, A. y Kanayeva, D. (2022). *Integración de un programa de arte en agar a un plan de estudios de laboratorio de microbiología orientado a la investigación*. Sociedad Estadounidense de Microbiología. <https://research.nu.edu.kz/en/publications/integration-of-an-agar-art-to-a-research-oriented-microbiology-la>
- Durando, M. (S. f.). La microbiología en la educación. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín, Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/10983/la_microbiologia_en_la_escuela%2C_una_propuesta_didactica_aplicada_a_septimo_grado_de_educacion_basica.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fernandez, A., & Ovalle, V. (2016). *La enseñanza de la microbiología desde las prácticas de laboratorio en estudiantes de grado once, de un colegio en Bogotá*. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4571>
- Hernández, C., & García, L. (2018). Integración de la Biotecnología y la Microbiología en el currículo escolar colombiano. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/issue/view/6132>
- Gómez, S., Fúquene, J., Hernández, A., Triana, E. (2024). *Relación Educación Ambiental y Química Ambiental en trabajos de grado de Licenciaturas en Química en Colombia*. Tecné, Episteme y Didaxis: ted, (55), 63-82. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17442>
- Gómez, A., Pérez, J., & Ramírez, M. (2020). *Importancia de la enseñanza de la Biotecnología y la Microbiología en la educación colombiana*. Revista Colombiana de Educación, 68(2), 123-135. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: fundamentos para el siglo XXI, 88(S1), S28-S54. https://www.researchgate.net/publication/227503715_The_Laboratory_in_Science_Education_Foundations_for_the_Twenty-First_Century
- Instituto Pedagógico Nacional. 2019. Proyecto Educativo Institucional (PEI). Bogotá, Colombia. <https://www.ipn.edu.co/wp-content/uploads/2023/02/PEI-2019-21-08-20-1.pdf>
- Klein, J. T. (2015). Interdisciplinarity: History, theory, and practice. Wayne State University Press. https://books.google.com.co/books/about/Interdisciplinarity.html?id=4uM8fjxhjqsC&redir_esc=y

- López, J., & Martínez, E. (2017). Contribución de la enseñanza de la Biotecnología y la Microbiología al desarrollo científico y tecnológico en Colombia. *Revista de Investigación Educativa*, 25(3), 89-102.
- López, R. (2012). *LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES*. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 1, Vol. 8, pp. 145-166. Manizales: Universidad de Caldas.
[http://file:///Users/baobab/Downloads/valena72,+RLEE_8\(1\)_134129256008.pdf](http://file:///Users/baobab/Downloads/valena72,+RLEE_8(1)_134129256008.pdf)
- Lozano, L. Ramírez, L. Trujillo, D. (2021). *Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química*. *NOVA*, 19(36). Recuperado a partir de <https://revistas.unicolmayor.edu.co/index.php/nova/article/view/1770>
- Manrique, S. (2019). *El Laboratorio de Biología como estrategia Didáctica para potencializar el desarrollo de Competencias Científicas en los estudiantes de Séptimo Grado del Colegio Cooperativo Reyes Patria Sogamoso – Boyacá*. Edu.co.
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/19931/2019claudiamanrique.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, M. (2006). *LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA (SÍNTESIS CONCEPTUAL)*. Facultad de psicología. Universidad mayor del Perú
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/investigacion_psicologia/v09_n1/pdf/a09v9n1.pdf
- Museo Pedagógico Nacional. S.f. *HISTORIA DEL IPN EN IMÁGENES*. Instituto Pedagógico Nacional. Bogotá, Colombia. <http://museopedagogico.pedagogica.edu.co/wp-content/uploads/2022/05/HISTORIA-IPN-IMAGENES3.pdf>
- Navarro, A. (2015). *Análisis de la enseñanza de la microbiología en las ciencias naturales de los estudiantes de 6to grado en la Institución Educativa Colegio Mariano Ospina Rodríguez*.
<https://bonga.unisimon.edu.co/server/api/core/bitstreams/d135945f-7d90-4eef-adf0-4839618bfd85/content>
- National Geographic . (2019). *Estas obras de arte se han creado con una sustancia peculiar: bacterias vivas*. National Geographic.
<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2019/11/ganadores-concurso-arte-en-agar-bacterias-vivas>
- Occelli, M. (2013). “*La enseñanza de la biotecnología en la escuela secundaria y su abordaje en los libros de texto: Un estudio en la ciudad de Córdoba*”. Universidad Nacional de Corodba <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadb/a/article/view/22333>
- Olivares, L. Samano, A. (2005) *Enseñanza de la reproducción celular en el segundo año de educación secundaria*. Unidad 092 CDMX Ajusco. <http://200.23.113.51/pdf/21636.pdf>
- Ospina Díaz, Y. (2011). *Elaboración de un kit didáctico para la enseñanza – aprendizaje de la reproducción celular en estudiantes de secundaria*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10025>
- Ostos O, Rosasm S, González, J. (2019). *Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos*.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000100129
- Pacheco, V. Caballero, A. Martínez, S. Prado, O. García, A. (2021). *Bioquímica y vías metabólicas de polisacáridos, lípidos y proteínas*. Tepic Nayarit, México
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322021000100205
- Ramírez, N., & Ernesto, C. (2010). *La Constitución de las Culturas Pedagógicas Modernas: una aproximación conceptual Pedagogía y saberes* [Universidad Pedagógica Nacional].
<https://www.redalyc.org/pdf/6140/614064886002.pdf>

- Rodríguez, M. (2011). *La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual*. IN. Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa, V. 3, n. 1, PÀGINES 29-50.
http://www.in.uib.cat/pags/volumenes/vol3_num1/rodriguez/index.html
- Rodríguez, L. A., Merchán, N. y. T., & Guerra, D. G. (2021). *Aprender de microbiología desde la importancia de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal. Una experiencia en la escuela primaria*. <https://www.redalyc.org/journal/920/92066410002/html>
- Romero, G. (2021). *USAQUÉN CENTRO: HISTORIA, TRANSFORMACIÓN URBANA Y GENTRIFICACIÓN*. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia.
<https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/679774dc-c623-41fd-a20b-dc2ab719af4a/content>
- Roorda, D. L., Koomen, H. M. Y., Spilt, J. L., & Oort, F. J. (2011). *The influence of affective teacher-student relationships on students' school engagement and achievement: A meta-analytic approach*. Review of Educational Research, 81(4), 493-529.
https://www.researchgate.net/publication/232920107_The_Influence_of_Affective_Teacher-Student_Relationships_on_Students'_School_Engagement_and_Achievement_A_Meta-Analytic_Approach
- Rueda, M. (2014). *Galería de bioarte, como estrategia de enseñanza del crecimiento de coriandrum sativum con los estudiantes de grado sexto del Colegio Nuevo Montessoriano*. Bogotá, Colombia.
<http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/1830>
- Sánchez, V. (2018). *Formación integral: concepto, modelos y perspectivas*. Revista Mexicana de Investigación Educativa, 23(77), 833-854. file:///Users/baobab/Downloads/Dialnet-UnaAproximacionALaCaracterizacionDelLiderazgoFemen-8073010%20(2).pdf
- Sarmiento, M. (2017). Enseñanza y Aprendizaje. Capítulo 2. Universitat Rovira I Virgili.
https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8927/D-TESIS_CAPITULO_2.pdf
- Vega, F. (s.f.). *Nutrición y Crecimiento Bacteriano. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México*.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108647/secme-14625_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villalobos, A. Calderón, L. Figueroa, C. Fierro, J. Otálora, G. Álvarez, R. (2007). *EVALUACIÓN POR MÉTODO ECOMÉTRICO DE AGAR OBTENIDO DE ALGAS ROJAS COLOMBIANAS*. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
<https://www.redalyc.org/pdf/499/49912306.pdf>
- Warner, J., Fonseca, F., Daniel, P., & Delegado, G. (2017). *Caracterización General de Escenarios de Riesgo*. Bogotá, Colombia.
<https://www.idiger.gov.co/documents/220605/232493/Identificaci%C3%B3n+y+Priorizaci%C3%B3n+.pdf/e74867c0-a4d0-41aa-aec9-0093f2a97c60>
- Zeitler, T. E. (2010). La pedagogía de la modernidad. Una aproximación a las formas y contenidos de la enseñanza en comenio, los jesuitas, los Hermanos La Salle y la reforma protestante. Revista Iberoamericana de Educación, ISSN: 1681-5653.
file:///Users/baobab/Downloads/miguelklk,+3470Zeitler%20(2).pdf