

**LA HUERTA ESCOLAR COMO ESCENARIO PEDAGÓGICO PARA LA
COMPRESIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Phaseolus vulgaris* EN EL
TERCER CICLO DE LA EDUCACIÓN ESCOLAR BÁSICA**

**SONIA RAQUEL GODOY OLMEDO
SOFÍA RAQUEL ACUÑA ALMIRÓN**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - BECAL PARAGUAY
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C.
2024**

**LA HUERTA ESCOLAR COMO ESCENARIO PEDAGÓGICO PARA LA
COMPRENSIÓN DEL CRECIMIENTO DE *Phaseolus vulgaris* EN EL
TERCER CICLO DE LA EDUCACIÓN ESCOLAR BÁSICA**

**SONIA RAQUEL GODOY OLMEDO
SOFÍA RAQUEL ACUÑA ALMIRÓN**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
MAGISTER EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Asesorado por:
**STEINER VALENCIA VARGAS
INGRID VERA OSPINA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA - BECAL PARAGUAY
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES
BOGOTÁ, D.C.
2024**

NOTA DE ACEPTACIÓN

JURADO

JURADO

BOGOTÁ, D.C., 2024

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por ser nuestra guía y por darnos la fortaleza para no abandonar este proceso.

Durante este trayecto fueron indispensables las orientaciones y el apoyo de nuestros asesores Steiner Valencia Vargas e Ingrid Vera Ospina, a quienes damos una sincera gratitud por la paciencia, dedicación, entrega y las orientaciones que nos brindaron en este proceso de trabajo de grado. De la misma forma, aportando desde sus conocimientos en los espacios académicos de los seminarios de la maestría.

Agradecemos al plantel docente y los encargados de laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional, la educadora de educadores, que nos ayudaron en este proceso de formación profesional.

Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría: en aquellos casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores, hemos dado los respectivos créditos.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO	4
1.1 CONTEXTO DE ORIGEN	4
1.1.1 Experiencias propias	4
1.1.2 Experiencias de otros	6
1.1.3 Relaciones con el currículo	8
1.1.4 Reflexiones derivadas de las MDCN	10
1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	11
1.3 OBJETIVOS	13
1.4 JUSTIFICACIÓN	14
2. PROCEDER METODOLÓGICO	16
3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA	24
3.1 PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR	25
3.1.1 La agroecología-agricultura urbana y sus relaciones con la huerta escolar	25
3.1.2 El suelo como ecosistema	27
3.1.3 Suelo para el cultivo de plantas	30
3.1.4 La organización del suelo	31
3.1.5 Ciclos biogeoquímicos en el suelo	34
3.1.6 Caracterización del ciclo del nitrógeno	34
3.1.7 Fases del ciclo del nitrógeno	36
3.1.8 <i>Rizhobium leguminosarum</i>	37
3.1.9 Las fabáceas como caso de estudio para comprender el ciclo del nitrógeno	42
3.1.10 <i>Phaseolus vulgaris</i>	43
3.2 PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA	49
3.2.1 Referentes Epistemológicos y Pedagógicos de los Problemas de Conocimiento	50
3.2.2 Referentes Didácticos y criterios de actuación en los Problemas de Conocimiento	53
3.2.3 La huerta escolar un escenario para el diálogo de saberes	55
3.2.4 La huerta escolar desde el análisis de las condiciones existentes en ella	59
4. INTERVENCIÓN EN EL AULA	62
4.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL	63
4.2 SENTIDOS ORIENTADORES DE LA PROPUESTA	65
4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	66
4.3.1 Fases de la Intervención	67
4.3.2 Descripción del material educativo	72
5. PRODUCCIÓN DISCURSIVA	77
6. BIBLIOGRAFÍA	81
7. ANEXOS	89

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Microfotografía de la semilla de frijol con tinción de lugol	18
Ilustración 2. Estructura interna de la semilla de frijol	19
Ilustración 3. Fotografía de nódulo observado en estereoscopio	19
Ilustración 4. Aplastamiento de nódulo para extracción de muestras de bacterias <i>Rhizobium</i>	19
Ilustración 5. Reactivos para tinciones.....	20
Ilustración 6. Mechero de alcohol utilizado en el proceso de tinción	20
Ilustración 7. Observación de las muestras de <i>Rhizobium</i> en el microscopio.....	20
Ilustración 8. El suelo como ecosistema.....	29
Ilustración 9. Tipos de suelo según su estructura.....	32
Ilustración 10. Horizontes del suelo.....	33
Ilustración 11. Fases del ciclo del nitrógeno	36
Ilustración 12. Microfotografía de bacterias <i>Rhizobium</i>	38
Ilustración 13. Raíz de <i>Phaseolus vulgaris</i> con desarrollo de nódulos.....	39
Ilustración 17. Procesos de formación de nódulos por parte de rizobios en leguminosas.	41
Ilustración 18. Planta de frijol en su fase reproductiva de la planta de frijol	46
Ilustración 19. Fase fenológica del frijol y sus condiciones	47
Ilustración 20. Partes de una semilla de frijol.....	47
Ilustración 21. Proceso de germinación de la semilla de frijol.....	48
Ilustración 22. Mapa de Paraguay, indicando el Departamento de Caaguazú	63
Ilustración 23. Mapa del Departamento de Caaguazú, indicando la ciudad de Dr. Juan Manuel Frutos	63
Ilustración 24. Mapa de la ciudad de Dr. Juan Manuel Frutos.....	64
Ilustración 25. Ubicación de la Escuela Básica N°966 Mcal. Francisco Solano López	64
Ilustración 26. Escuela Básica N°966 Mcal. Francisco Solano López.....	64
Ilustración 27. Portada del material educativo	72
Ilustración 28. Iconos de identificación de actividades de la cartilla	73
Ilustración 29. Capítulo de narración del relato corto por el personaje	74
Ilustración 30. Actividades escritas y de representación gráfica	74
Ilustración 31. Actividades experimentales de laboratorio.....	75
Ilustración 32. Actividad experimental de campo	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre textura y las propiedades del suelo	32
Tabla 2. Diferencia entre nodulación efectiva e inefectiva	39
Tabla 3. Interacción entre el rhizobio y leguminosa en la formación de nódulos.	41
Tabla 4. Etapas de desarrollo de la fase vegetativa de un cultivo de frijol común	44
Tabla 5. Etapas de desarrollo de la fase reproductiva de un cultivo de frijol común	45
Tabla 6. Descripción de las fases de la ruta de intervención.....	70

ÍNDICE DE DIAGRAMA

Diagrama 1. Diseño de trabajo de grado.....	23
Diagrama 2. Ruta de la intervención	62

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de profundización titulado “La huerta escolar como escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en el tercer ciclo de la educación escolar básica”, se inició a partir de inquietudes que se han presentado durante nuestras prácticas de enseñanza en aula. Además de las reflexiones que surgieron en los seminarios de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional en convenio con el Programa Nacional de Becas “Don Carlos Antonio López” (BECAL), que nos han brindado elementos de orden epistemológicos, pedagógicos y disciplinares que fortalecieron la consolidación del objeto de estudio de este trabajo para la construcción de un diseño de intervención en el aula, que tiene aportes significativos en los procesos de enseñanza de las ciencias naturales.

Las situaciones que motivaron el seguimiento de este objeto de estudio fueron nuestras experiencias propias que se han presentado durante los desarrollos de clases en aula, aquellas necesidades que impedían llegar a la comprensión de temas relacionados con la huerta y el poroto. Así también, de la forma cómo es asumido el suelo en el currículo de ciencias en Paraguay, el papel de los textos escolares que provee el Ministerio de Educación y Ciencias (en sus siglas MEC), y algunas experiencias similares de otros autores que llamaron nuestra atención para profundizar estos temas relevantes en la Educación Escolar Básica de Paraguay.

Cuando se iniciaba el proceso de este trabajo de grado fueron surgiendo varias preguntas, que al momento de los diálogos, reflexiones y orientaciones en los espacios de asesoría hemos llegado a la delimitación de un problema: *¿Cuál es el aporte del trabajo en la huerta escolar en la comprensión del ciclo del nitrógeno y su relación con el crecimiento del poroto (Phaseolus vulgaris) con estudiantes del Tercer Ciclo de la Educación Escolar Básica de Paraguay?* En la elaboración de esta pregunta general recogemos intereses de orden pedagógico, didáctico y disciplinar que están vinculados con la dinámica del

suelo, su relación con el ciclo del nitrógeno y el crecimiento del poroto. Elegimos el *Phaseolus vulgaris* porque es una planta muy importante en Paraguay, al que llamamos poroto, conocido como frijol. A partir de la delimitación de este problema, hemos establecido como objetivo general, determinar aspectos de orden disciplinar, pedagógico y didáctico que aportan en la configuración de la huerta como un escenario para la comprensión del crecimiento del poroto (*Phaseolus vulgaris*).

A lo largo del trabajo se han desarrollado diferentes elementos de profundización teórica disciplinar que permiten consolidar la huerta y su relación con la comprensión del crecimiento de las plantas, específicamente el *Phaseolus vulgaris* y el ciclo de nitrógeno. A partir de estos elementos se recogieron varias investigaciones teóricas que aclaran la relación de la agroecología-agricultura urbana con la huerta, el suelo como ecosistema, así también el suelo para el cultivo de las plantas y la organización del suelo en sus propiedades. En cuanto al desarrollo de los ciclos biogeoquímicos del suelo, optamos por la caracterización del ciclo del nitrógeno en sus diferentes etapas, en las que actúan las bacterias fijadoras de nitrógeno denominadas *Rhizobium leguminosarum* y para la comprensión del desarrollo de este ciclo hemos elegido el *Phaseolus vulgaris* (poroto) como objeto de estudio.

Al momento de realizar la profundización disciplinar ha surgido la necesidad de analizar algunos aspectos de orden pedagógico que dan aportes a la labor docente, con respecto a la reflexión sobre las prácticas y experiencias que influyen en los procedimientos en el aula. De esta manera, dentro de los referentes de orden pedagógico hemos optado por el desarrollo de la huerta como un escenario para el diálogo de saberes y el análisis de las condiciones existentes en ella. Así también con respecto a los problemas de conocimiento, destacamos aquellos referentes epistemológicos, pedagógicos, didácticos y los criterios de actuación que van dando sus aportes en la estructura de la intervención en el aula; pudiendo dar una explicación al aporte del trabajo en la huerta escolar para comprender el ciclo del nitrógeno y la relación con el crecimiento de las plantas, en este caso el poroto (frijol).

En cuanto a los elementos que constituyen la profundización disciplinar y pedagógica, hemos diseñado una intervención en el aula basada en la creación de un material educativo cuyo propósito general es establecer relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto. Dando inicio al material con un relato corto, en el que se cuenta la historia de una profesora llamada Lapacho, cuyo nombre hace referencia al árbol nacional de Paraguay, expresando sus conocimientos sobre la huerta y el cultivo de poroto, mediante el desarrollo de cinco fases que nombramos a continuación: 1) La profesora Lapacho de visita, 2) El poroto un tesoro por descubrir, 3) Las masas misteriosas en la raíz del poroto, ¿enfermedades o dinámica de la vida?, 4) El proceso en las raíces del poroto: las bacterias *Rhizobium* transforman el aire en nutrientes, y 5) Cosechando los frutos de nuestro aprendizaje. Esta propuesta de aula presenta varias actividades, tanto teóricas como experimentales, de campo y de laboratorio que se aplicarán a estudiantes del tercer ciclo de Educación Escolar Básica de la Escuela Básica N° 966 Mcal. Francisco Solano López de Paraguay, cuyas edades son entre 12 a 15 años.

Finalizando el documento, hacemos mención de la construcción de una producción discursiva partiendo de aquellas experiencias y situaciones que han hecho de la huerta un objeto de estudio. Así también de los elementos de profundización disciplinar, pedagógica y la intervención en el aula de los cuales fueron surgiendo reflexiones que marcaron el desarrollo de esta profundización con respecto a la huerta como un escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento del *Phaseolus vulgaris* y su enseñanza.

1. CONTEXTO PROBLEMÁTICO

Actualmente, asumir el rol docente de ciencias naturales implica tomar una postura crítica y reflexiva sobre las diversas exigencias que influyen en el desarrollo de nuestras prácticas de enseñanza. Reconociendo las situaciones generadas por las responsabilidades y compromisos éticos, las posturas legales y los intereses individuales que surgen durante el servicio docente.

Este capítulo recoge las reflexiones que estructuran el presente trabajo de grado, en términos de la descripción del contexto de origen en el que se plantean algunas consideraciones sobre nuestras prácticas docentes, sobre la política pública, otras experiencias, así como los diálogos derivados del trabajo en la maestría en Docencia de las Ciencias Naturales. Teniendo en cuenta estas ideas se formula una problemática a trabajar, los objetivos a desarrollar y se define un proceder metodológico.

1.1 CONTEXTO DE ORIGEN

Partiendo de nuestras experiencias en el aula y motivadas por el interés en el tema, hemos desarrollado este trabajo centrándonos en la huerta escolar para comprender el ciclo del nitrógeno y su relación con el crecimiento del poroto (*Phaseolus vulgaris*).

1.1.1 Experiencias propias

Dentro de las experiencias propias es importante señalar que, como docentes de los alumnos del séptimo, octavo y noveno grado de la Escuela Básica N° 966 Mariscal Francisco Solano López hemos desarrollado experiencias en la huerta que se refieren al establecimiento, acondicionamiento y mantenimiento, así como también la siembra y cosecha de diferentes hortalizas como lechuga, zanahoria, tomate, pimiento, mandioca (yuca), poroto (fríjol), entre otros. Además de esto, también se ha desarrollado la producción de compost para utilizarlos en la huerta a partir de los restos y/o residuos (hortalizas, hojas, ramas, etc.) que se pueden encontrar en el comedor o en el patio de la institución. De esta manera se va utilizando la producción que resulta de este espacio a fin de proveer algunos insumos para elaborar los alimentos a ser consumidos en el comedor escolar.

La experiencia de este trabajo instrumental en la huerta se ha visto fortalecida desde el aula abordando previamente algunas discusiones relacionadas con el cuidado del suelo, acerca de las “necesidades nutricionales” de cada cultivo, así como las condiciones necesarias para la germinación y el desarrollo de las plantas. De igual forma se ha establecido relaciones con la nutrición balanceada y el aporte de estos alimentos para el consumo del ser humano.

Los estudiantes además de llevar a cabo acciones de búsqueda y selección de la información (en las clases de horticultura y conservación de suelo), también han construido semilleros y siembra distribuidas en pequeñas parcelas, las cuales son visitadas cada 8 días a fin de verificar y controlar la humedad, la presencia de plantas invasoras y parásitos. La duración y periodicidad de las acciones descritas es dependiente de los propios ciclos de desarrollo y crecimiento de las especies sembradas en la huerta.

Finalmente, como cierre de la actividad se ha realizado la feria de exposición al público estructurada de la siguiente manera: en primer lugar, han dado lugar a la cosecha de los cultivos, luego han preparado una presentación de manera oral de todo el proceso de trabajo realizado por cada grupo. Después han recorrido la huerta explicando paso a paso el proceso de siembra, cuidado, mantenimiento y cosecha. Y han elaborado alimentos para degustaciones demostrando el uso de cada producto y la utilidad para el consumo humano.

De este trabajo se resaltan como fortalezas en cuanto al trabajo en la huerta escolar: la producción saludable de alimentos de consumo humano, el trabajo colaborativo tanto entre estudiantes como el cuerpo docente y la participación de todos los miembros de la comunidad educativa. Así también el aprendizaje práctico, dinámico y significativo, la conexión con la naturaleza, la reducción de desperdicios de alimentos y el ahorro de los costos de alimentos para la cocina de la institución.

Teniendo en cuenta todo lo mencionado, creemos que es importante estudiar el suelo y los ciclos del nitrógeno dentro de una huerta escolar en la Educación Escolar Básica ya que implica un reto para las docentes de ciencias naturales, dado que en sus labores diarias se enfrentan a múltiples situaciones entre los textos escolares y los planes de estudio que inciden en los procesos críticos y

reflexivos sobre el estudio del suelo para la creación de una huerta escolar. Así también, vemos que es necesario replantear las actividades en las huertas escolares, incorporando elementos teóricos que permitan a los estudiantes comprender los procesos biológicos y ecológicos que abarca el trabajo en la huerta y desarrollar habilidades de investigación científica.

En el plan de estudios de Ciencias Naturales se impulsa una concepción del suelo y su enseñanza, centrada como un componente abiótico en los ecosistemas y como un recurso representado por la disposición de nutrientes. Esto limita la comprensión por parte de los estudiantes de la complejidad, la dinámica y organización del suelo, ya sea desde las propiedades físicas, químicas y biológicas que interactúan para transformar la composición, estructura y funcionamiento, así como el ciclo del nitrógeno dentro de una huerta, y su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por otra parte, los textos escolares que son utilizados como principal referente de consulta y discusión en las clases de ciencias naturales proveídos por el Ministerio de Educación y Ciencias, presentan el estudio del suelo con sencillos conceptos y sus componentes, sin contar con información relevante. Con esto queda visualizado la escasa inversión y atención de las autoridades encargadas, limitando de esta manera las oportunidades educativas de los estudiantes.

1.1.2 Experiencias de otros

Hemos indagado acerca de los trabajos realizados por otros docentes o investigadores a nivel nacional como internacional, en relación con la huerta escolar, el suelo y el cultivo del poroto. Encontramos que:

Silva, (2013) en su material educativo titulado “Huerta Escolar Ecológica” (traducido al guaraní: Ka’avoty mbo’ehao hesãiva) elaborado para el Ministerio de Educación y Cultura de Paraguay menciona que:

Con el cultivo de hortalizas, el espacio escolar se convierte en lugar de aprendizaje efectivo, funcional y práctico que orienta hacia la réplica en el hogar del educando, se convierte en un sitio donde los mismos toman contacto con las plantas y valoriza su producción, manejo y consumo. Además, integra las diversas áreas de estudio, ciencias sociales y naturales, matemáticas y comunicación. (p.7)

Afirmando lo que el autor expresa, al transformar o convertir el espacio escolar en una huerta, se crean varios beneficios tanto para los estudiantes como para el proceso educativo en general, ya que se involucran las demás disciplinas del currículo y los actores claves de la institución educativa.

Kimura et al., (2016), han presentado una guía para la elaboración del proyecto comunitario denominado “Contexto local: una mirada desde la escuela” en el marco del programa de la JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) en Paraguay, en donde refieren que:

Las actividades que se realizan en la huerta de la escuela son posibles de aplicar y relacionar con otras disciplinas, tales como ciencias naturales y estudios sociales, e incluso con las matemáticas haciendo las hojas de cálculos y gráficos, artes mediante los dibujos, asimismo permite espacio de práctica de exposición (p.11).

Las instituciones educativas que promueven la implementación de huertas escolares como parte del aprendizaje experiencial, lograrán mayor articulación de sus áreas con la enseñanza y por ende la satisfacción con el resultado. (p.13).

Lo que estos autores mencionan, es ciertamente lo que ocurre cuando existe esa conexión de interdisciplinariedad en la institución, pues integra diferentes áreas del conocimiento, ofreciendo una visión más completa. Las huertas escolares se han convertido en una oportunidad para la transformación de la educación, haciendo que la enseñanza de las ciencias sea más divertida, relevante y significativa para los estudiantes, integrándose al currículo escolar, las instituciones educativas logran una mejor articulación de sus áreas y por ende, buenos resultados, es decir, mayor rendimiento académico.

Desde un punto de vista educativo, hemos visto que Chaparro et al. (2016) han presentado un trabajo de grado titulado “Estrategia didáctica para la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: un punto de vista desde la educación ambiental” para la carrera de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, donde destacan que:

Una enseñanza en contexto, además de ser motivante para los estudiantes quienes tienen sentido a lo que aprenden, favorece la asimilación y comprensión de los conceptos aprendidos; es una muestra de cómo enseñar conceptos relacionados con las propiedades biológicas, físicas y químicas del

suelo, pero bajo algunas modificaciones como excusa para la construcción de conceptos. (p.48)

Erazo y Ruano (2020), presentaron un trabajo de grado titulado “La huerta escolar como estrategia pedagógica interdisciplinar en la construcción del concepto de ecosistema terrestre con los estudiantes de grado sexto de la I.E. San Antonio del municipio de Inzá, Cauca” para la carrera de Especialización en Educación Ambiental de la Fundación Universitaria Los Libertadores de Colombia, justificando que:

La huerta escolar como escenario pedagógico brinda al estudiante la oportunidad de interactuar directamente con su entorno y su realidad, relacionando en ella los conocimientos aprendidos desde las diferentes áreas. Se convierte en el espacio ideal para salir de la monotonía de las clases dentro de las cuatro paredes de un salón y permite utilizar herramientas del entorno para la asimilación de saberes en el proceso de enseñanza aprendizaje. (p.7)

Concordamos con la mención de los autores, alegando que la huerta escolar se convierte en un espacio donde los estudiantes se relacionan directamente con la naturaleza, mediante la observación y manipulación de sus componentes, experimentando cambios que ocurren en ese proceso, relacionando los conocimientos teóricos adquiridos con la práctica para llegar a la comprensión de los fenómenos.

Es necesario hacer mención que, a pesar de la importancia que tienen las huertas escolares en el sistema educativo paraguayo, se presenta una notable escasez de publicaciones académicas que documenten estas actividades, como tesis de grado, trabajos de investigación y artículos científicos sobre el tema. Particularmente estos tipos de materiales no se encuentran disponibles en Paraguay como fuente significativa de trabajo, esta falta de documentación no solo presenta limitaciones en la difusión de experiencias, sino también impide y complica la generación de evidencias sobre los resultados de las huertas escolares en la enseñanza de las ciencias en nuestro país.

1.1.3 Relaciones con el currículo

Es importante para nosotras destacar que nuestras actividades como docentes están orientadas en el aula por las disposiciones del Ministerio de Educación y Ciencias. De acuerdo con la malla curricular y los programas de estudios de Ciencias Naturales, expone el análisis del suelo desde una perspectiva

restringida con redacciones básicas que obstaculiza al estudiante desarrollar reflexiones críticas sobre la dinámica, organización y complejidad del suelo y el ciclo del nitrógeno que favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas.

En cuanto a las condiciones del contexto, el sistema educativo paraguayo reconoce la complejidad de su campo de acción, caracterizado por una población rural dispersa en algunos lugares. Es decir, una migración interna hacia centros urbanos en fase de desarrollo, lo que genera entornos periurbanos de alta vulnerabilidad socioeconómica.

Además, es importante las oportunidades de actualización continua dentro de la carrera como profesional, con el fin de lograr la calidad de la enseñanza manejando los contenidos, dinamizando las clases, utilizando la creatividad para desempeñarse como docentes capacitados.

Según Benítez et al. (2000), el plan de estudios de la educación paraguaya en el área de Ciencias Naturales pretende que los alumnos puedan reconocer la contribución de las Ciencias Naturales para el mejoramiento de la calidad de vida, considerándose como empresas humanas en constante evolución.

Asimismo, que los estudiantes comprendan que la materia forma parte del medio en que se desenvuelve el ser humano y está sujeta a transformaciones a través del tiempo; para utilizarla racionalmente. Y también, es importante que los estudiantes planifiquen y ejecuten proyectos comunitarios para la resolución de problemas científicos, ambientales y tecnológicos.

Durante nuestras experiencias como docentes se ha evidenciado que en los planes de estudio no se asume la enseñanza del suelo desde su organización compleja y dinámica, para explicar las transformaciones que pueden surgir en un ecosistema. De acuerdo con lo anterior es posible afirmar que las orientaciones curriculares del área de ciencias naturales del Paraguay, no favorecen a que los estudiantes construyan una visión sistemática del suelo, acorde a sus contextos cotidianos, por tanto, no asumen una postura crítica y reflexiva que les permita situarse en la realidad del país.

1.1.4 Reflexiones derivadas de las MDCN

El programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional ha presentado en sus seminarios reflexiones y argumentos que hacen posible el estudio de la huerta como un escenario pedagógico. Así como en el ecosistema ocurren procesos complejos para la comprensión y análisis, también ocurre dentro del aula en clases de ciencias naturales, por ello vemos la necesidad de profundizar en los referentes disciplinares y epistemológicos.

El seminario “la comprensión de lo vivo” nos ha permitido una aproximación teórico-práctica sobre el estudio y la complejización de los procesos biológicos. Profundizando en la comprensión de la organización y funcionamiento de los organismos, mediante la observación detallada en el caso de las plantas y su relación con el suelo, sus funciones, estructura y mecanismos que intervienen tanto en la absorción como en el transporte de agua y nutrientes. Estas reflexiones fueron aspectos fundamentales para considerar desde este seminario a la huerta como un escenario pedagógico para la enseñanza de las ciencias naturales. Según Valencia et al. (2003), afirman que utilizar nuevas formas de enseñar ciencias, transformando el aula en un espacio donde los estudiantes no solo aprendan, sino que también se desarrollen como personas capaces de reaccionar, pensar y resolver problemas en la sociedad, permitiendo de esta manera hacer de las situaciones de estudio problemas de conocimiento. Consideramos importante mencionar, a partir de esta afirmación que plantea una visión transformadora de la enseñanza de las ciencias, donde el aula se convierte en un laboratorio de ideas y experiencias, que al reconocer este cambio requiere una inversión significativa en la formación de los docentes y en la adecuación de recursos. No obstante, a pesar de los desafíos es una oportunidad única para hacer de la educación en ciencias, una experiencia significativa y relevante para los estudiantes al desarrollar habilidades esenciales para la vida.

Así también en el seminario de “La ciencia como actividad cultural y el aula como sistema de relaciones”, a partir de las argumentaciones pedagógicas presentadas, nos ha permitido dimensionar los acontecimientos que surgen en el aula. Tales como las actividades de la práctica docente y la enseñanza de

las ciencias naturales, identificando las limitaciones de la enseñanza tradicional y descubriendo cuáles son las ventajas y posibles potencialidades en las nuevas formas de enseñar que ofrecen estos enfoques pedagógicos.

En el caso del seminario de “Fenomenología de la Transformación de las Sustancias”, destacamos el valor que tiene la experimentación para fomentar en los estudiantes el aprendizaje dinámico y contextualizado. En este caso, el docente cumple el papel de facilitador que acompaña al estudiante en la exploración y comprensión de los fenómenos científicos, haciendo consideración a la historia y aquellas condiciones que lo hacen posibles.

Finalmente, los espacios dentro del programa de la Maestría invitan a los docentes a reflexionar sobre su práctica, para hacerlas más efectivas acorde a las necesidades de los estudiantes. Es decir, evaluar y mejorar su práctica como docente para lograr una enseñanza de las ciencias más dinámica, significativa y relevante para los estudiantes, donde el conocimiento se construye de manera activa y colaborativa.

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Las reflexiones mencionadas nos han permitido profundizar sobre la huerta escolar en la comprensión del ciclo del nitrógeno y su relación con el crecimiento del poroto (*Phaseolus vulgaris*) con estudiantes del Tercer Ciclo de la Educación Escolar Básica de Paraguay.

La política pública y el sistema educativo, aborda al suelo como un recurso natural, tratado de manera muy simple con limitaciones sobre su función como proveedor de nutrientes para las plantas. Es decir, no se tiene en cuenta como objeto de estudio su estructura, propiedades, composición e importancia dentro de los ecosistemas.

En la huerta escolar, los estudiantes siembran hortalizas, plantas aromáticas, elaboran abonos orgánicos (compostaje). Además, se desarrollan habilidades de observación y trabajo en equipo que ayudan a la práctica de valores y a la comprensión teórica, como la protección del ambiente.

Con base en la experiencia como docente de ciencias naturales, las reflexiones dirigidas a las prácticas y de otros con relación al suelo y su enseñanza en la educación escolar básica, han surgido preguntas tales como:

- ¿Cuál es la importancia de la huerta escolar como estrategia de enseñanza?

Suponemos que la importancia de la huerta escolar como estrategia de enseñanza, radica en dinamizar la forma de impartir las clases, estructurando los contenidos curriculares con experiencias prácticas propias del contexto, que despierten el interés de los estudiantes por aprender.

- ¿De qué manera incorporar la huerta escolar como objeto de estudio en un material educativo para el Tercer Ciclo (7°, 8° y 9° grado) de la Educación Escolar Básica?

Esta pregunta se ha originado a partir de la necesidad de enriquecer los materiales proveídos por el MEC que cuentan con textos con información escasa y redacciones simples. Es necesario aplicar un enfoque integral que considere tanto los contenidos como las metodologías, los recursos y el contexto, de manera dinámica y significativa despertando la creatividad y el interés científico.

- ¿Cómo diseñar un modelo práctico de establecimiento de huerta escolar, teniendo en cuenta la importancia del ciclo del nitrógeno para el crecimiento y desarrollo de las plantas?

Esta pregunta ha nacido por la importancia que cobra en las prácticas de enseñanza el diseño de actividades, como una huerta escolar debido a que se fomenta el trabajo en grupo, permitiendo a los estudiantes la práctica de los conceptos de sociabilidad, cooperación y responsabilidad. Además de propiciar la práctica de los conceptos teóricos desarrollados en aula.

A partir de las consideraciones anteriores definimos la problemática central de este trabajo en términos de la siguiente pregunta:

¿Cuál es el aporte del trabajo en la huerta escolar en la comprensión del ciclo del nitrógeno y su relación con el crecimiento del poroto (*Phaseolus vulgaris*) con estudiantes del Tercer Ciclo de la Educación Escolar Básica de Paraguay?

1.3 OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar aspectos de orden disciplinar, pedagógico y didáctico que aportan en la configuración de la huerta como un escenario para la comprensión del crecimiento del poroto (frijol).

Objetivos específicos

Documentar aspectos teórico-prácticos que permiten hacer de la huerta escolar un escenario pedagógico para la comprensión de las relaciones planta-suelo.

Diseñar un material educativo para la incorporación del suelo como objeto de estudio en el Tercer Ciclo (7°, 8° y 9° grado) de la Educación Escolar Básica.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Enseñar ciencias es compartir la maravilla del descubrimiento, fomentando la curiosidad, guiando a los estudiantes en la exploración de cómo funciona el mundo natural que nos rodea. El conocimiento es una herramienta poderosa que nos permite comprender, interpretar y mejorar el mundo que habitamos.

Como el programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales señala la importancia de involucrar, en los procesos de enseñanza aprendizaje el aspecto ético-político descrito por el programa, para fortalecer procesos reflexivos sobre el cuidado y preservación del suelo. En este sentido, el presente trabajo se inicia a partir de las experiencias pedagógicas propias y habituales como docente de las clases de ciencias naturales. Tales como, las fuentes a las que acudimos para el desarrollo de las actividades académicas, nuestras prácticas de enseñanzas en cuanto a lo teórico y experimental, así como también las reflexiones sobre el ciclo del nitrógeno en relación con el suelo y la huerta para el aprendizaje.

A partir de esto, es fundamental comprender el papel que desempeña la experiencia dentro del aula. Puesto que cada docente es conocedor de su realidad y entorno, esto impulsa a la reflexión de su práctica en el aula, sobre los métodos y estrategias que utiliza para orientar la enseñanza de las ciencias. Así como los procesos de construcción de explicaciones de algunos fenómenos naturales y la manera como afecta las relaciones con el entorno natural y social.

Ahora bien, teniendo en cuenta que el poroto (frijol) es una fabácea cultivada a nivel mundial, que representa un modelo para estudiar la fijación biológica del nitrógeno. Su cultivo en la huerta escolar permitirá a los docentes enseñar los procesos de formación de nódulos en las raíces y la fijación de nitrógeno atmosférico por parte del *Rhizobium*, así como también la comprensión de algunos procesos biológicos y su relación con la producción de alimentos.

Es importante mencionar que el objetivo general del trabajo es determinar aspectos de orden disciplinar, pedagógico y didáctico que aportan en la configuración de la huerta como un escenario para la comprensión del crecimiento de las plantas. Convirtiéndola en un espacio privilegiado para el

aprendizaje, mediante la combinación de la teoría y práctica, fomentando la curiosidad, el desarrollo de habilidades y la conexión con la naturaleza.

2. PROCEDER METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta el proceder metodológico teniendo en cuenta los distintos aspectos que integran este estudio, tales como los sentidos orientadores de este ejercicio de profundización de carácter cualitativo, el cual se construye en el marco del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional en convenio con BECAL. De la misma manera se aborda una profundización disciplinar y pedagógica, la propuesta de una intervención en el aula, y una producción discursiva como reflexión de la labor docente que se detallarán a continuación.

Al presentar el contexto problemático hacemos referencia a la comprensión del papel de la huerta escolar en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales, a partir de la observación de las dificultades que enfrentan los estudiantes al relacionar los conceptos científicos con las experiencias prácticas en la huerta. Así como de las limitaciones encontradas en la implementación de actividades pedagógicas en este espacio desde la práctica profesional y el uso de la huerta escolar en el estudio de la dinámica del suelo, principalmente el ciclo del nitrógeno. También hemos tenido en cuenta la reflexión tanto de experiencias propias desarrolladas en la actividad docente como de otras experiencias y las derivadas del diálogo con los asesores, que permiten la realización de un ejercicio de delimitación del problema relacionado con la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris*, utilizando a la huerta como escenario pedagógico

En ese sentido, estas reflexiones contempladas dentro de los diferentes espacios de la maestría, nos ha conducido a formularnos una pregunta que delimita nuestra producción documental, con respecto al aporte del trabajo en la huerta escolar para que el estudiante pueda comprender cómo es el ciclo del nitrógeno y cuál es su relación con el crecimiento de las plantas, como en este caso las fabáceas. A partir de esta pregunta nos hemos planteados objetivos con el fin de determinar los aspectos de orden disciplinar, pedagógico y didáctico que aportan en la configuración de la huerta como un escenario para la comprensión del crecimiento del poroto (fríjol). Por lo que documentar

aspectos teórico- prácticos que permiten hacer de la huerta escolar un escenario pedagógico para la comprensión de las relaciones planta suelo y diseñar un material educativo para la incorporación del suelo como objeto de estudio en el Tercer Ciclo (7°, 8° y 9° grado) de la Educación Escolar Básica, son parte de los objetivos específicos que queremos lograr con la realización de este trabajo de grado.

Para desarrollar la problemática formulada y los objetivos planteados de este trabajo de profundización se propone tres aspectos: el primero tiene que ver con un ejercicio de profundización teórica en el que se hace una documentación sobre aspectos disciplinares en relación con la huerta, el suelo, el ciclo biogeoquímico, el ciclo del nitrógeno y su relación con el poroto (*Phaseolus vulgaris*). El segundo aspecto tiene que ver con asuntos de orden pedagógico, en relación con los problemas de conocimiento, ya que se convierte en una alternativa para comprender la construcción de conocimiento en ciencias. Y por último dadas las condiciones en que se desarrolla la maestría en relación con las exigencias de becal se hace el diseño de un material educativo con el fin de implementar en el año 2025 al inicio de las actividades educativas, que facilita la construcción de explicaciones, organización de ideas y comunicación de las experiencias y aprendizajes.

Como parte del desarrollo en aspectos de orden disciplinar del trabajo, hemos realizado la práctica de laboratorio para conocer y tener experiencia acerca de las técnicas y procedimientos para la observación al estereoscopio y al microscopio la semilla de poroto (frijol) y de los nódulos de las raíces. El muestreo y la tinción de Gram son técnicas fundamentales en el estudio de microorganismos y tejidos, estas aplicaciones en el análisis de los nódulos del poroto resultaron relevantes porque dan a conocer información detallada sobre su estructura y composición, en el caso de las tinciones permiten diferenciar entre bacterias Gram positivas y Gram negativas. Las observaciones en dos tamaños, en el estereoscopio podemos visualizar estructuras macroscópicas de la semilla y nódulo del poroto, en el microscopio obtenemos informaciones con mayor detalle de la composición interna del *Phaseolus vulgaris*.

Es oportuno resaltar el aporte de profesionales docentes como la profesora Ingrid Vera, Silvia Gómez y el monitor de laboratorio de Microbiología del departamento, que contribuyeron con su conocimiento al momento de facilitar la experiencia en el laboratorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

Con las orientaciones en cuanto al protocolo y manejo de observación al estereoscopio y microscopio, así como el aplastamiento de los nódulos para la obtención de la muestra de bacteria *Rhizobium* y la colocación en el porta objetos. Todos estos procedimientos fueron importantes para experimentar cómo se realiza la tinción de Gram¹, que brevemente queremos describirla: primero le aplicamos gotas de cristal violeta, acercando al mechero de alcohol durante 60 segundos. Luego aplicamos gotas de Lugol durante 60 segundos sobre el mechero, seguidamente unas gotas de alcohol acetona durante 30 segundos sobre el mechero y para finalizar aplicamos gotas de fucsina durante 60 segundos apoyados sobre el mechero. A continuación, procedimos a observar las muestras para la identificación del tipo y forma de bacteria encontrada en los nódulos de la raíz del poroto (fríjol).



Ilustración 1. Microfotografía de la semilla de frijol con tinción de lugol. Fuente: Elaboración propia

¹ La Tinción de Gram consiste en una técnica de laboratorio diseñada por Christian Gramen el año 1884. El objetivo de Gram era conseguir una prueba con la que fuera posible diferenciar diferentes grupos de bacterias para así poder estudiarlas y clasificarlas. Según la distribución del peptidoglicano de la pared celular que las envuelve, se tiñen de una forma u otra. Así, las bacterias que no se tiñen mediante esta técnica se denominan Gram negativas. Están formadas por una pared más fina formada por menos capas de peptidoglicano y una segunda membrana rica en lípidos (que repele la tinción Gram), al microscopio aparecen incoloras.

El cristal violeta se une a la pared bacteriana y se estabiliza con el Lugol. La mezcla alcohol-acetona disuelve la membrana externa de las bacterias Gram negativas (más fina que la de las Gram positivas) extrayéndose el cristal violeta. Después se tiñen solo las Gram negativas con safranina

<https://www.kapitalinteligente.es/tincion-de-gram/#Procedimiento-Tincion-de-Gram>



Ilustración 2. Estructura interna de la semilla de frijol. Fuente: Elaboración propia

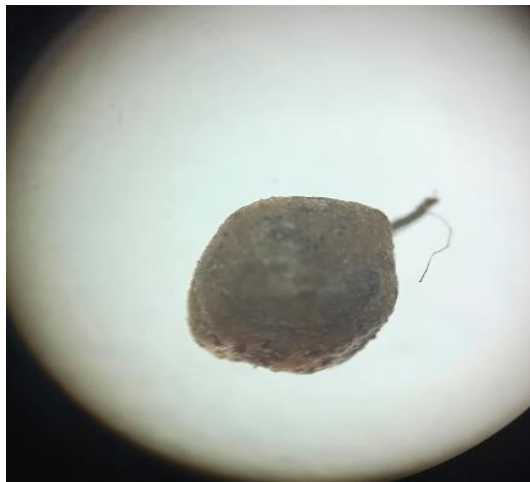


Ilustración 3. Fotografía de nódulo observado en estereoscopio. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 4. Aplastamiento de nódulo para extracción de muestras de bacterias *Rhizobium*. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 5. Reactivos para tinciones. Fuente: Elaboración propia



Ilustración 6. Mechero de alcohol utilizado en el proceso de tinción. Fuente: Elaboración propia

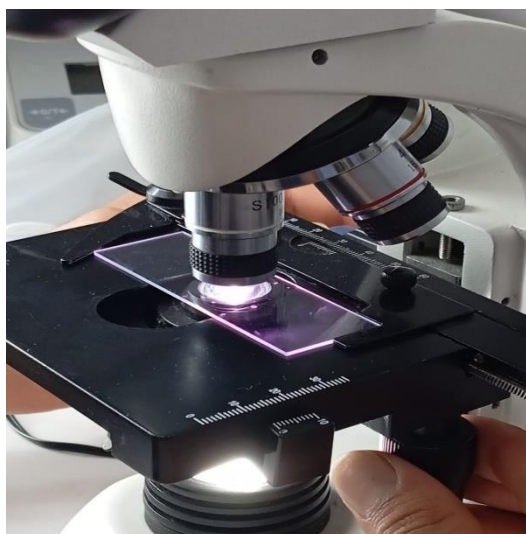


Ilustración 7. Observación de las muestras de *Rhizobium* en el microscopio. Fuente: Elaboración propia

El último aspecto de este trabajo de profundización tiene que ver con el diseño del material educativo, que se inicia con la identificación de un objeto de estudio abordado como un problema de conocimiento en la enseñanza de las ciencias naturales. En esta oportunidad el objeto de estudio es la huerta escolar como escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en el tercer ciclo de la educación escolar básica. A partir de la cual se ha estructurado y diseñado una ruta de intervención que permite la aplicación teniendo en cuenta el espacio, el tiempo, el currículo y la caracterización de los estudiantes.

Esta intervención de aula tiene como nombre: ***La profesora Lapacho y el secreto del poroto perdido***, cuyo propósito es establecer relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto (frijol), destinada a una población de estudiantes del 3° ciclo de la Educación Escolar Básica para una edad comprendida entre 12 a 15 años. El relato incluye recursos principales como la historia, las actividades de reflexión y construcción, las infografías y materiales complementarios que son organizadas en capítulos relacionados con la historia de la profesora Lapacho. Aporta elementos de análisis para cada fase, contiene espacios para la construcción de textos, representaciones, actividades complementarias de campo y laboratorio.

Es importante reconocer que esta intervención de aula no fue implementada ya que será puesta en marcha en Paraguay en el año 2025, con el fin de lograr la sistematización de manera efectiva. Esto permitirá a las docentes mejorar su práctica pedagógica desde la reflexión a través de la construcción del discurso pedagógico y disciplinar. En Paraguay, aún no se ha implementado la sistematización de la experiencia del docente, ni de la práctica educativa en documentos que permitan la transmisión de informaciones sobre sus experiencias, por ello esta forma de trabajo será innovador y actualizado.

En cuanto al desarrollo de los ejercicios realizados nos permiten establecer una producción discursiva, que reúne elementos relacionados con las proyecciones y limitaciones, demostrando la interrelación entre los aspectos disciplinares, pedagógicos y didácticos para una mejor comprensión sobre el aporte del trabajo en la huerta escolar. Al considerar estos elementos, podemos diseñar

experiencias de aprendizaje donde los estudiantes se involucren en la construcción de su propio proceso de aprendizaje. Ya que provee de herramientas a los docentes para crear ambientes de aprendizaje más enriquecedoras, mejorando su práctica al lograr la motivación y un mejor desempeño académico del estudiante.

En el siguiente diagrama, les presentamos nuestro diseño de trabajo aplicado para esta profundización.

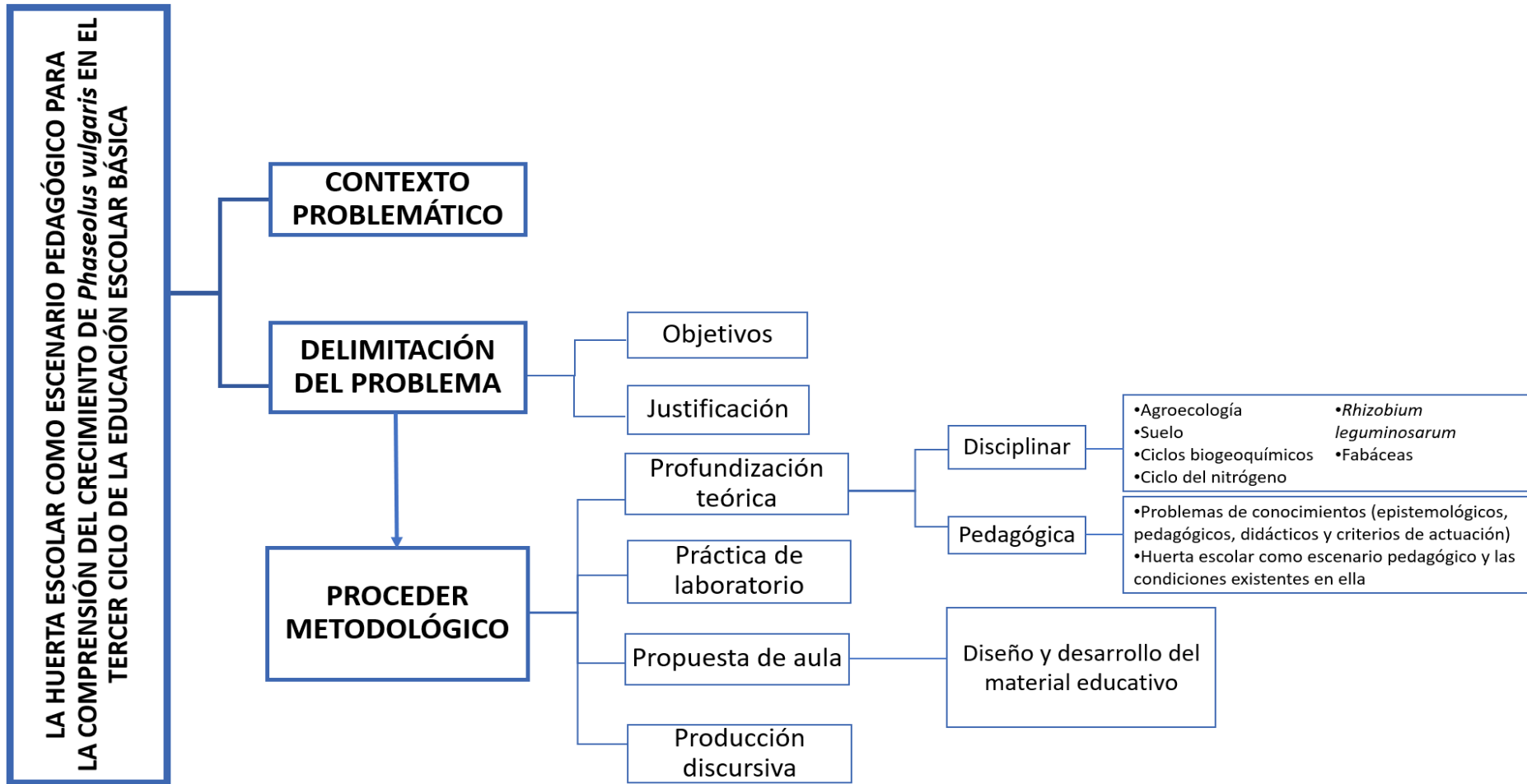


Diagrama 1. Diseño de trabajo de grado. Fuente: elaboración propia

3. PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA

El desarrollo de la profundización teórica compone un factor fundamental en el desempeño docente, sobre todo en la enseñanza de las ciencias naturales. Ya que permite determinar y organizar elementos de orden disciplinar y pedagógico que contribuyen al saber del docente modificando la práctica. Al presentar elementos y herramientas para la enseñanza de las ciencias naturales con planteamientos de innovación, éstos favorecen a los procesos de formación de los estudiantes.

En este capítulo se abordan referentes de orden disciplinar y pedagógico, que pueden establecer un enfoque particular sobre la huerta escolar como escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en el tercer ciclo de la educación escolar básica. Para dar inicio, relacionamos la agroecología y su aplicación en la huerta escolar. También estudiamos el suelo como un ecosistema dinámico y su importancia para el cultivo de las plantas, destacando su organización, estructura y los ciclos biogeoquímicos que lo sustentan, centrándonos en el ciclo del nitrógeno que es un proceso esencial para el crecimiento de las plantas y su estrecha vinculación con las bacterias *Rhizobium leguminosarum*.

En nuestro estudio caracterizamos el poroto, una leguminosa perteneciente a la familia de las fabáceas. Esta planta, mediante la asociación simbiótica con las bacterias *Rhizobium* realiza la fijación biológica del nitrógeno, esta relación permite que las plantas obtengan nitrógeno a partir del aire, un elemento esencial para su crecimiento y como consecuencia de este proceso se enriquece el suelo mejorando su fertilidad. Estas profundizaciones con bases teóricas disciplinares son de utilidad al momento de nuestro desempeño como docente en las actividades con los estudiantes.

Cuando nos referimos al orden pedagógico relacionado con el problema de conocimiento, como una situación compleja en el estudio de la huerta como escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris*, comprendemos que la huerta es un espacio educativo apropiado para el diálogo de saberes. Pues en este espacio convergen referentes

epistemológicos, pedagógicos y didácticos. Sin embargo, la comprensión integral del crecimiento de esta leguminosa nos confronta con un sistema complejo de factores interrelacionados, que parten desde las condiciones agroecológicas del entorno hasta las actividades simbióticas de las bacterias fijadoras de nitrógeno, lo que nos permite reflexionar sobre cuáles son los criterios de actuación más convenientes para abordar los problemas de conocimiento que se presentan en este tipo de contexto.

3.1 PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR

La profundización disciplinar se fundamenta en aquellos elementos que se consideran como necesarios abordar en el aula, para trabajar con los estudiantes del tercer ciclo de la educación escolar básica. Temas como la agroecología y su relación con la huerta escolar, el suelo, su organización, los ciclos biogeoquímicos nos permiten dar cuenta que, al centrarse en el proceso del ciclo del nitrógeno, conocer las bacterias fijadoras de nitrógeno que actúan por medio de las fabáceas, estamos estableciendo conexiones significativas entre los conocimientos teóricos y las prácticas cotidianas que pueden facilitar nuestra labor docente para la enseñanza de las ciencias.

3.1.1 La agroecología-agricultura urbana y sus relaciones con la huerta escolar

La combinación de estos enfoques de agroecología y agricultura urbana permiten a las escuelas crear espacios de enseñanza y producción, en donde los docentes fomentan la experimentación para lograr el aprendizaje de los estudiantes y a la vez implementan prácticas sostenibles en la huerta escolar.

La creación de huertos ecológicos escolares puede constituirse como un recurso de aprendizaje de las ciencias y, fomentando conocimientos en torno a la sustentabilidad ambiental, seguridad alimentaria, desarrollo sustentable, consumo responsable de alimentos, y al uso de plantas medicinales (Manrique, 2020, p.24). Creando estos espacios en las instituciones educativas, los estudiantes pueden observar los procesos biológicos que ocurren allí, convirtiéndose en una herramienta de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, promoviendo la conservación y preservación del ambiente.

Degenhart, (2016) habla sobre la multifuncionalidad de la agricultura urbana, especificando su importancia a partir de sus distintas funciones y su implementación en los sistemas social, económico y ecológico de las zonas urbanas, manifestando algunas limitaciones como la disponibilidad de agua y espacios, constituyéndose de esta manera en una estrategia para configurar y mejorar de forma sostenible la calidad de vida de las personas que habitan las ciudades (p.145). La agricultura urbana puede presentarse como una opción de implementación por medio de los huertos familiares y urbanos en la comunidad, en donde los docentes podrán dar las herramientas necesarias a los estudiantes mediante el diseño y construcción dentro de las instituciones educativas para después llevarlos a la práctica en sus comunidades.

La agroecología y la huerta han hecho una combinación con efectos conservacionistas. En efecto, Cómbita, (2014) destaca que:

La huerta desde una visión agroecológica se transforma en un espacio donde se opta por la vinculación de las familias y la comunidad en general, generando escenarios donde los estudiantes y todos los participantes aprendan de manera significativa a través del diálogo y la construcción de conocimiento en cuanto a la huerta en la escuela, buscando la autosuficiencia, la conservación del ambiente y una mejora en el nivel de vida. (p.20)

De hecho, los docentes debemos inculcar la participación de las familias y la comunidad para el fomento de trabajo en equipo, cooperación e intercambio de conocimientos entre los diferentes actores educativos. Según Francis (como citó Burbano, 2016):

La agroecología debe sustentarse en una educación con visión integradora y de interacción de componentes en el espacio y en el tiempo, que al comprender los beneficios de la diversidad, los incorpore para ganar resiliencia y sostenibilidad del sistema, condiciones que hacen viable la seguridad alimentaria, aunque debe advertirse que los sistemas agroecológicos deben alcanzar altos niveles de productividad frente a los sistemas de agricultura convencional, para efectos de aceptación por parte de los productores. La educación inscrita en lo agroecológico debe ser de doble vía, que propugne por una acción basada en el conocimiento y por un conocimiento basado en la acción, que invite a una acción sinérgica de la teoría y de la práctica. (p.122)

De acuerdo con estos autores, la agroecología requiere una educación integral que conecte la teoría con la práctica. Al comprender los beneficios de la

diversidad biológica y las interacciones entre los diferentes componentes de los agroecosistemas, podemos diseñar sistemas agrícolas más resilientes y productivos. Esta educación debe demostrar que la agroecología no solo es una alternativa más sostenible, sino también una opción viable desde el punto de vista económico.

Como se ha dicho, la huerta escolar es un escenario pedagógico que permite a los estudiantes el desarrollo de técnicas, procedimientos en relación con el cultivo y la obtención de productos que pueden utilizarse para alimentos de los estudiantes en la institución. Además, es un laboratorio que involucra a los docentes en procesos de enseñanza aprendizaje relacionando aspectos biológicos, ecológicos y ambientales a partir del cultivo de las plantas que da cuenta el proceso fenológico y cómo éstos se ven influenciados por el tipo de nutrientes, el tipo de suelo que caracterizan esa huerta en particular.

La huerta escolar es un espacio propicio que establece relaciones entre el crecimiento de la planta del poroto y las condiciones externas. Igualmente puede hacer el estudio sobre las complejas dinámicas que se dan en el suelo y las interacciones con el material biológico que hace posible el crecimiento de las plantas.

3.1.2 El suelo como ecosistema

Un suelo es un sistema que alberga una increíble biodiversidad, en donde ocurren procesos vitales (descomposición de materia orgánica, ciclos biogeoquímicos, formación del suelo, entre otros). Al comprender y entender el suelo como un ecosistema nos permite apreciar su fragilidad y complejidad ante aquellos eventos que se producen en él, como la provisión de alimentos, la regulación del clima y la protección de la biodiversidad. Según CONABIO; Silva y Correa; OBIO; Montanarella (como citó Burbano, 2016):

El suelo es un recurso natural finito y no renovable que presta diversos servicios ecosistémicos o ambientales, entre ellos y a manera de ejemplo, el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que continuamente y por efecto de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. No obstante, lo más conocido, es que el

suelo es el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial (p.118).

Según lo mencionado por los autores, es necesario que los docentes implementen actividades experimentales relacionados con el suelo para que puedan comprobar sus funciones y observar que también se pueden debilitar con un mal uso, ya que el suelo es denominado un recurso natural finito e invaluable que sustenta la vida en el planeta, demostrar su importancia y adoptar prácticas sostenibles que garanticen su conservación a largo plazo.

El suelo se ha convertido en un elemento fundamental para la sobrevivencia en la Tierra. Por ello, la FAO (2015) afirma que:

El suelo es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza y uno de los hábitats más diversos de la tierra; alberga una infinidad de organismos diferentes que interactúan entre sí y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida. No hay ningún lugar de la naturaleza con una mayor concentración de especies que los suelos; sin embargo, esta biodiversidad apenas se conoce al estar bajo tierra y ser, en gran medida, invisible para el ojo humano. (p.1)

A partir de esto, es fundamental darle importancia al suelo por su complejidad y diversidad, reflexionando sobre su conservación y uso sostenible, fomentando su inclusión en los currículos escolares de todos los niveles.

Todos los ecosistemas presentan características únicas, en este caso, el suelo se distingue por ser dependiente, y necesita de otros organismos para la descomposición de la materia orgánica. Según Nebel y Wrigth, (1999):

Si vemos los ecosistemas como agrupaciones de seres vivos en un lugar específico, el suelo se vuelve un ecosistema en sí mismo, así como otros ecosistemas, tiene sus propias y únicas condiciones de vida, sin embargo, a diferencia de muchos ecosistemas, el suelo para tener disponibilidad de alimentos depende de la materia orgánica y su proceso de descomposición. Por esta razón, se le llama un ecosistema de detritos, por consiguiente, sigue siendo una parte importante del ecosistema más grande. (p.212)

Por lo tanto, los autores al referirse al suelo como ecosistema, sostienen que para tener un buen campo de cultivo el suelo debe tener un suministro adecuado de nutrientes y poseer la capacidad de retenerlos, permitir la infiltración y tener buena capacidad de retención de agua, así como resistencia a las pérdidas por evaporación, contar con una estructura porosa que facilite la

aeración, tener un pH más o menos neutral y poseer un contenido bajo de sales. (p.215)

De acuerdo con estos autores y según las informaciones presentadas sobre el suelo como ecosistema nos ofrece una base sólida para enriquecer la enseñanza de las ciencias, proponiendo actividades estratégicas en los espacios de huertas escolares que permitan comprender la dinámica del suelo y desarrollar habilidades para su conservación. La imagen que se muestra a representa la complejidad del suelo y la gran diversidad de organismos que lo habitan.

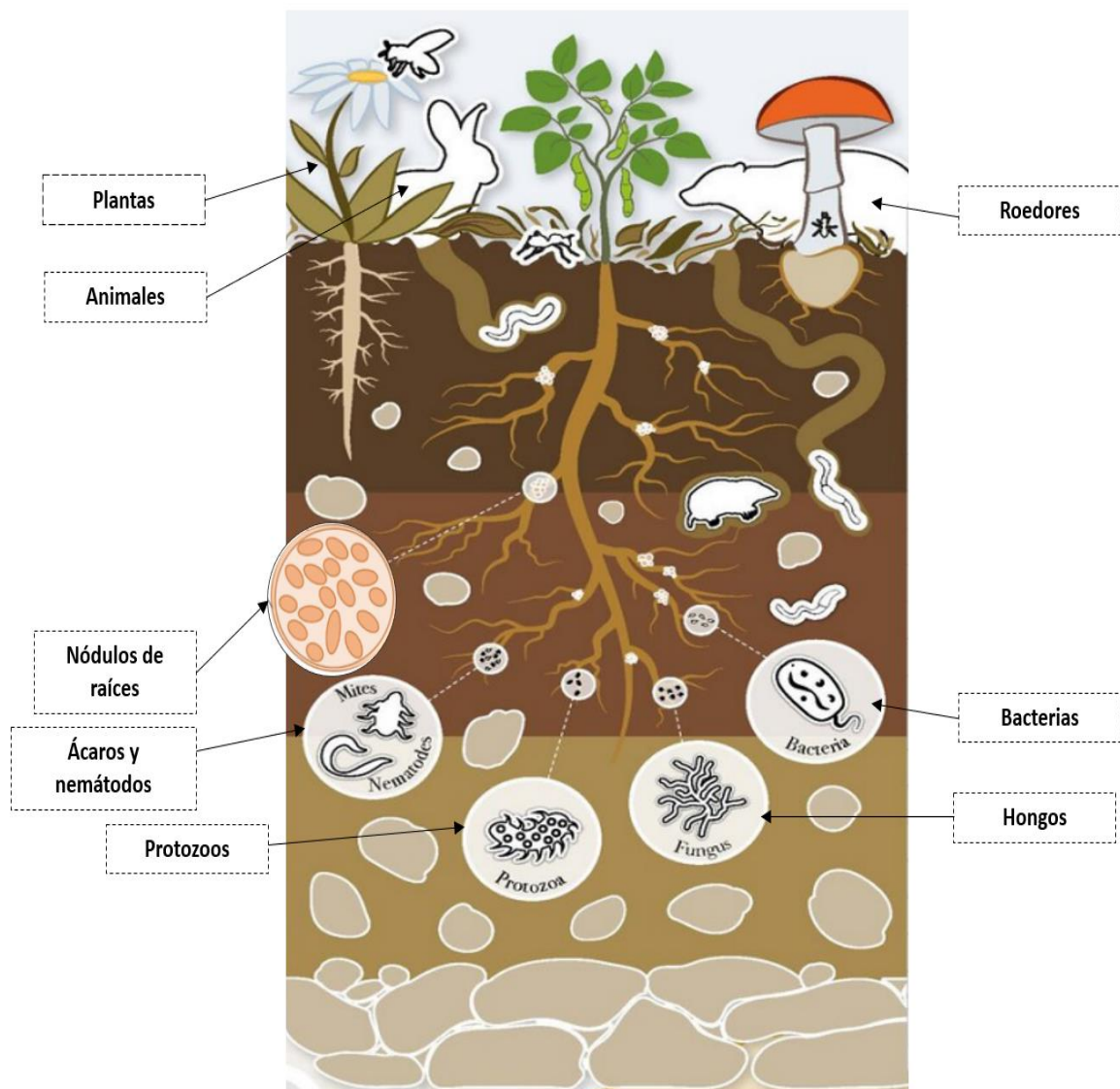


Ilustración 8. El suelo como ecosistema. Fuente: Bolaños y Bautista, (2023)

Este ecosistema alberga una gran cantidad de organismos que se encargan de la descomposición de la materia orgánica y convertirla en nutrientes asimilables

para las plantas, así también participan en la formación del suelo y en el ciclo de nutrientes contribuyendo a la diversificación del ecosistema terrestre.

3.1.3 Suelo para el cultivo de plantas

En cuanto al cultivo de plantas, el suelo es el principal recurso natural sobre el cual se basa la agricultura, en donde se albergan los nutrientes, agua y el soporte necesario para su crecimiento y desarrollo. Su calidad y disponibilidad determinan en gran parte la productividad de los cultivos, por eso es esencial promover prácticas agrícolas sostenibles dentro de la huerta escolar, que garanticen su conservación. Según Nebel y Wrigth, (1999):

Para que crezcan mejor las plantas, las raíces necesitan un ambiente que les suministre las cantidades óptimas de nutrientes minerales, agua y aire (oxígeno). El pH (acidez relativa) y la salinidad (concentración de sales) del suelo también son cruciales. En consecuencia, la capacidad del suelo de recoger y de retener iones de nutrientes hasta que los absorban las raíces es tan importante como el propio suministro de los iones. Esta propiedad es la capacidad de retención de nutrientes del suelo o su capacidad de intercambio de iones. (p.213)

Cabe destacar que, en los sistemas agrícolas, es inevitable retirar nutrientes del suelo con cada cultivo, porque éstos son absorbidos por las plantas que se cultivan. Por eso los sistemas agrícolas requieren suministros de nutrientes para reemplazar los perdidos con la cosecha, lo que se logra con la aplicación de fertilizantes (o abonos) materiales que contienen uno o más nutrientes necesarios, ya sean orgánicos o inorgánicos. Los fertilizantes orgánicos son desechos de plantas y animales; el estiércol y la composta (materia orgánica descompuesta) son dos ejemplos. Los fertilizantes inorgánicos son sustancias químicas de los nutrientes requeridos sin añadir materia orgánica. Estos fertilizantes son mucho más proclives a lixiviar el suelo que los orgánicos. (p.213)

Estas afirmaciones que hacen los autores, están estrechamente vinculadas con las huertas escolares, pues, las plantas que son cultivadas en ese lugar necesitan la provisión adecuada de nutrientes para cumplir con sus procesos vitales, los docentes pueden enseñar a los estudiantes sobre la importancia de evitar la lixiviación y la importancia de la materia orgánica en el suelo. Además, tienen la posibilidad de observar y conocer de qué manera las diferentes características del suelo influyen en el crecimiento de las plantas, estableciendo una relación estrecha con la teoría y la práctica.

3.1.4 La organización del suelo

La organización del suelo, también es conocida como la estructura del suelo, refiriéndose a la manera en que se agrupan las partículas (arena, limo y arcilla) y ordenan para la formación de los agregados. Mediante esta organización podemos saber sobre la retención de agua, aireación, infiltración y actividad biológica del suelo, estos procesos influyen en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Entonces, según Hernández, (2019):

La estructura del suelo se ha definido como la disposición de las partículas elementales que forman partículas compuestas, las partes contiguas, y las propiedades de una masa igual de partículas elementales sin agregación. La capacidad estructural del suelo se define como su capacidad para formar terrones se dividan en pedazos pequeños, granos o agregados, sin la intervención del hombre. Otra característica importante de la estructura del suelo, desde el punto de vista de la agricultura, es una capacidad que tiene los granos de retener su forma cuando se humedecen y permiten el paso del agua a través del suelo. (p.60)

Carrasco et al., (s.f.) mencionan que para que exista estructura, se requiere del proceso de agregación, que es el acercamiento y unión de las partículas de suelo, por medio de agentes y elementos aglutinantes, tales como la materia orgánica. La estructura considera tres aspectos:

- Forma, que se refiere al tipo de estructura formada, que puede ser laminar, prismática columnar, de bloque, subangular o granular.
- Tamaño, que puede ser muy fino, fino, medio, grueso, o muy grueso.
- Grado o nitidez, que considera la dificultad de observar a simple vista la formación de la estructura como unidad.

En la siguiente tabla, Nebel y Wrigth (1999) demuestran cuál es la relación entre la textura y las propiedades del suelo. (p.216)

Textura del suelo	Infiltración de agua	Capacidad de retener el agua	Capacidad de retener nutrientes	Aireación	Viabilidad
Arenosa	Buena	Escasa	Escasa	Buena	Buena
Limosa	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Arcillosa	Escasa	Buena	Buena	Escasa	Escasa
Marga	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular

Tabla 1. Relación entre textura y las propiedades del suelo (Nebel y Wrigth, 1999)



Ilustración 9. Tipos de suelo según su estructura. Ceibal (s.f.)

La textura del suelo influye en la facilidad con la que se puede cultivar, esto lo relaciona con la agricultura. Los suelos arcillosos son muy difíciles de cultivar, porque aun con cambios modestos en el contenido de humedad, pasan de ser pegajosos y lodosos a duros como la piedra. En cambio, los suelos arenosos resultan fáciles de arar porque no se vuelven lodosos si se mojan, ni se endurecen al secarse (Nebel y Wrigth, 1999, p.217). En este sentido, para tener bien definida la relación e influencia entre la textura y las propiedades del suelo, Rucks et al. (2004) afirman que:

Las propiedades físicas de los suelos, determinan en gran medida, la capacidad de muchos de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo determina, la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, en qué medida y cómo la actividad

humana puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles. (p.2)

Además de lo señalado por los autores, es relevante destacar que, un suelo saludable proporciona un ambiente óptimo para el crecimiento de las plantas, almacena agua y nutrientes de manera eficiente, y resiste la erosión.

Comprender estas propiedades es esencial para gestionar el suelo de manera sostenible y garantizar su productividad a largo plazo.

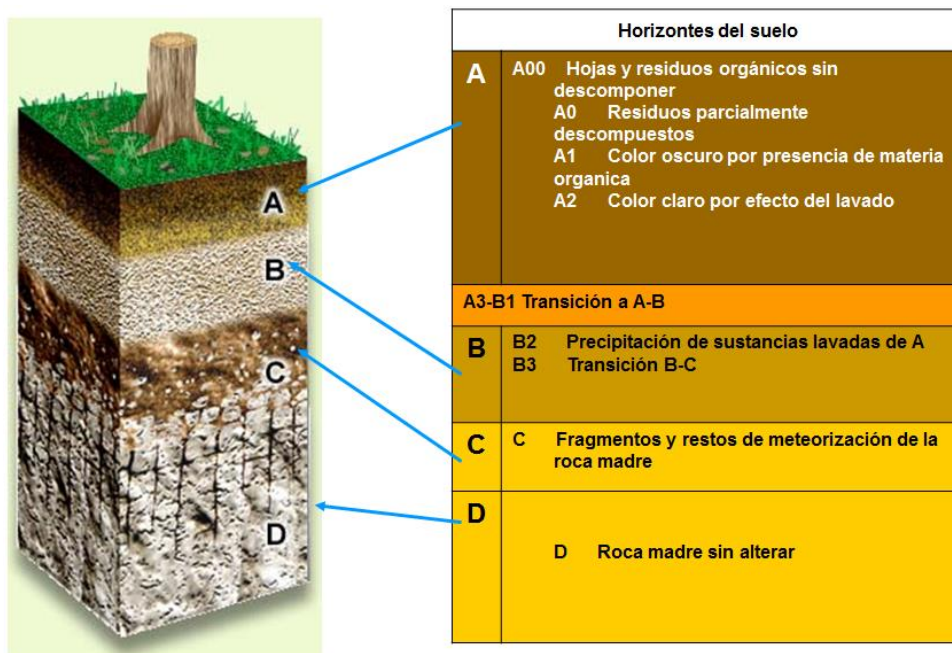


Ilustración 10. Horizontes del suelo. CFAPE, (s.f.)

Por lo tanto, utilizar la huerta escolar para enseñar sobre la estructura del suelo no solo implica compartir y presentar bases teóricas, sino también aplicar la observación e investigación. En nuestras prácticas docentes podemos incluir actividades en donde los estudiantes puedan analizar la textura de distintos tipos de suelo, observar la infiltración y como se desarrollan los procesos de crecimientos de las raíces en distintos tipos de suelos, a través de estas experiencias los estudiantes pueden ir construyendo un conocimiento más integral sobre los ecosistemas.

3.1.5 Ciclos biogeoquímicos en el suelo

Los ciclos biogeoquímicos son procesos naturales que se presentan en el sistema del suelo, cuyo efecto regula la disponibilidad de nutrientes para la alimentación de las plantas, a su vez, influyen en la calidad de agua y favorecen la formación del suelo, se considera fundamental comprender cómo funcionan estos ciclos para poder implementar prácticas agrícolas sostenibles y proteger el entorno natural. En efecto, Esteve y Jáen, (2013) afirman que:

Los ciclos biogeoquímicos representan un sistema complejo de relaciones con un gran potencial para proyectar la realidad dinámica de los ecosistemas. Permiten incorporar las conexiones con el suelo, biosfera, la atmósfera y la hidrosfera, así como las interacciones entre todos estos elementos, generando un mapa de profusas relaciones en el que se puede evidenciar de forma clara la interdependencia existente entre los componentes de los ecosistemas y así promover un enfoque sistémico de los procesos naturales. (p.79)

Este medio natural, es el escenario donde se desarrollan varios fenómenos que permiten la subsistencia en la Tierra. Burbano (2016) menciona que:

Los ciclos biogeoquímicos que ocurren en la naturaleza son mecanismos indispensables para que haya condiciones estables en la Tierra y para que se dé la vida. Estos ciclos que involucran elementos como carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, entre otros. son vitales y el suelo tiene una posición central e insustituible en los mismos. Sin estos ciclos no se daría el paso continuo de los elementos químicos de los sistemas vivos del planeta a otros que no lo son. (p.119)

Según estos autores los ciclos biogeoquímicos ofrecen un marco conceptual para analizar las complejas interacciones entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas. Cada elemento químico esencial para la vida transita por medio de estos ciclos, uniendo a organismos tan diversos como bacterias, plantas y animales. Los ciclos biogeoquímicos son la base de la fertilidad del suelo para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por ello, es importante estudiarlos en las prácticas de experimentación en las huertas escolares.

3.1.6 Caracterización del ciclo del nitrógeno

El ciclo del nitrógeno es uno de los ciclos biogeoquímicos más importantes para la sobrevivencia en la Tierra, especialmente para las plantas. Por medio

de este ciclo, el nitrógeno se transforma en compuestos disponibles para las plantas que pueden absorber y utilizar del suelo para llevar a cabo otros procesos vitales. La disponibilidad de nitrógeno en el suelo influye en la diversidad de especies, estructura y productividad de ecosistemas. Según menciona Calvo, (2011):

El crecimiento de todas las plantas está determinado de forma directa o indirecta por la disponibilidad de nutrientes minerales, en especial del nitrógeno. Una vez cubiertas las necesidades de agua, el factor limitante más importante es el nitrógeno. Una planta con deficiencia de nitrógeno sufrirá clorosis, manifestando una coloración amarillenta de tallos y hojas, falta de desarrollo y debilidad. Por el contrario, cuando la planta tiene suficiente nitrógeno, sus hojas y tallos crecen rápidamente. En agricultura el nitrógeno es el principal nutriente para el crecimiento de las plantas y, así, en suelos carentes de nitrógeno los rendimientos de los cultivos son bajos. (p.174)

El ciclo del nitrógeno es uno de los principales ciclos biogeoquímicos, que a la vez son la base para la comprensión de las relaciones entre la materia y la Tierra, la materia y la vida, la materia y el agua y la materia y el hombre. La comprensión del flujo de la materia en los ecosistemas hace parte del marco conceptual necesario para la posterior comprensión de los procesos de nutrición, descomposición, metabolismo, contaminación, eutrofización y formación de suelos, entre otros (Luengas, 2014).

En los ecosistemas naturales, el ciclo del nitrógeno involucra múltiples procesos biológicos y químicos interconectados. En este sentido, Enriquez y Cremona (2022), mencionan que:

El N [nitrógeno] que está en el suelo proviene originalmente del gas N [nitrógeno] que está en la atmósfera y cuya molécula es N_2 . Es gracias a un grupo muy específico de microorganismos del suelo que ese N_2 gaseoso puede ser capturado (fijado) y transformado en N [nitrógeno] orgánico, pasando a formar parte de la materia orgánica del suelo. Aunque existen otras vías de ingreso natural, son cuantitativamente menos significativas que la fijación microbiana. El 90-95 % del N [nitrógeno] total del suelo deriva de la materia orgánica del suelo y se encuentra en forma orgánica. Por lo tanto, los restos de hojas y/o animales que mueren y se descomponen en el suelo y aportan materia orgánica también aportan N [nitrógeno] orgánico al suelo. Mediante el proceso de mineralización, el N [nitrógeno] orgánico pasa a ser N [nitrógeno] mineral y queda disponible para ser consumido por las plantas. (p.36)

El nitrógeno pasa por diferentes transformaciones en la naturaleza y en el suelo se presenta de varias formas, en este caso Frioni, (2005) argumenta que:

La mayor proporción del nitrógeno del suelo es orgánica (98% del total) y menos del 2% son formas minerales, N_2 , N_2O , NO , amonio, nitritos y nitratos, de muchas de las cuales depende la nutrición vegetal, esta pequeña fracción resulta muy importante porque es empleada como nutriente, intermediarios metabólicos, donadores o aceptores de electrones o son productos finales de muchas transformaciones de este elemento. (p.169)

De acuerdo con lo manifestado por estos autores, los argumentos teóricos presentados sobre el ciclo del nitrógeno se encuentran vinculados con la práctica en la huerta escolar, convirtiéndola en un laboratorio viviente en donde los estudiantes puedan experimentar estos procesos de cómo los nutrientes del suelo, específicamente el nitrógeno, es absorbido y transformado por las bacterias. Estas experiencias generan beneficios educativos y ambientales para el conocimiento de los estudiantes.

3.1.7 Fases del ciclo del nitrógeno

A lo largo de este ciclo, el nitrógeno atmosférico se convierte en distintos compuestos químicos, este proceso comprende varias fases muy complejas en donde ocurren actividades biológicas y químicas que la sostienen. En la siguiente ilustración se presentan las distintas fases que ocurren en este ciclo (CICEANA, sf).

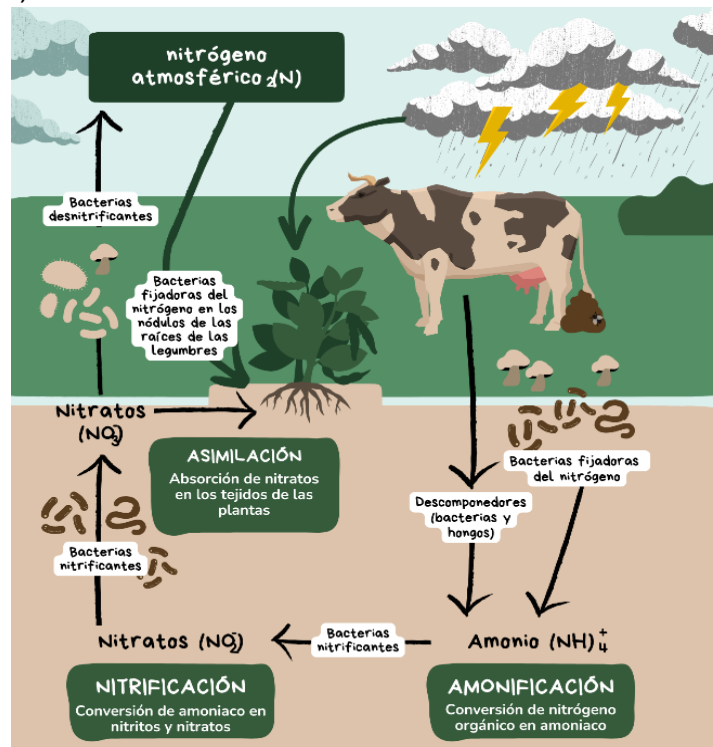


Ilustración 11. Fases del ciclo del nitrógeno. Fuente: Canva

Si no se presentará la simbiosis entre el *Rhizobium leguminosarum* y el *Phaseolus vulgaris* no sería posible los procesos de fijación del nitrógeno atmosférico. El nitrógeno cumple una función importante, fundamental dentro del crecimiento de las plantas porque está vinculada con la constitución de proteínas que permiten la formación de ciertas estructuras y sustancias dentro de las plantas.

En una huerta escolar es fundamental conocer y comprender lo que ocurre en las fases del ciclo del nitrógeno, ya que de este proceso depende la nutrición y el crecimiento de las plantas. El nitrógeno es un elemento que se encuentra disponible en la atmósfera y al ser asimilado por las raíces se transforma en nitrato o amoníaco, asegurando la disponibilidad de estos compuestos en la forma y cantidad adecuada.

Implementar prácticas a partir de los conocimientos teóricos en una huerta escolar para enseñar a los estudiantes sobre la importancia de la naturaleza y de los procesos ecológicos, adquieren conocimiento amplio sobre la relación entre los seres vivos y su entorno.

3.1.8 *Rizhobium leguminosarum*

El rhizobio es una bacteria, a la que se lo conoce como un huésped natural del suelo. Según Duhoux y Nicole (como se citó en Frioni, 2005):

Son bacilos Gram negativos², de 0,5 a 0,9 micras por 1,2 a 3,0 micras, aislados o de a pares, generalmente móviles cuando jóvenes por flagelos peritricos, polares o subpolares. No forman endosporas, pero sus células contienen gránulos de ácido poli- β - hidroxibutírico (PHB) que se tiñen de negro con negro Sudán y aparecen refráctiles al microscopio de fase. (p.204)

Existen varias informaciones sobre las características morfológicas y genéticas de estas bacterias del suelo, principalmente para su clasificación y estudio.

Aguado (2013), afirma que:

La familia *Rhizobiaceae* está constituida por bacterias del suelo con forma de bacilos móviles, Gram negativos, aerobios, con presencia de flagelos y sin endosporas. La aplicación de métodos de taxonomía molecular ha revelado la

² Conjunto de bacterias que, al ser teñidas por la técnica de tinción de Gram, desarrollada por Hans Christian Gram en 1884, adquieren una coloración rosada que las diferencia de las gram-positivas, que se colorean, por la misma técnica, en morado. (Diccionario médico, Clínica Universidad de Navarra, (s.f.).

existencia de una gran diversidad de simbioses rizobianas. Dentro de estos métodos, se estudia en primer lugar el gen 16S rRNA (16S RNA ribosómico) que codifica para la subunidad pequeña del ribosoma bacteriano. Este gen está muy conservado en todas las bacterias y permite la adscripción a los diferentes géneros e incluso a la especie concreta. (p.3)

Los rizobios ha desarrollado una notable adaptación a ambientes con niveles bajos de oxígeno. Según Frioni (2005) son organismos aeróbicos, los cuales, sin embargo, son capaces de crecer a una tensión de oxígeno menor de 0,001 atmósfera, no presentan ningún mecanismo de protección de la nitrogenasa frente al O₂ (p.205). En este sentido, esta capacidad de adaptación según señala la autora, permite colonizar varios hábitats y de esta manera contribuir a la fertilidad de los suelos.

La simbiosis entre las leguminosas y rizobios se inicia cuando estas bacterias ingresan al sistema radicular. Para afirmarlo, Westermeyer (2006) refiere que el género *Rhizobium* se caracteriza por tener la capacidad de penetrar a los pelos radicales de leguminosas de las zonas templadas y algunas tropicales e incitar el desarrollo e hipertrofia celular radical, convirtiéndose en un simbionte intracelular (p.9). Por lo tanto, a partir de ese momento, se inicia una serie de acontecimientos que conducen a la formación de nódulos radiculares y la fijación biológica de nitrógeno.

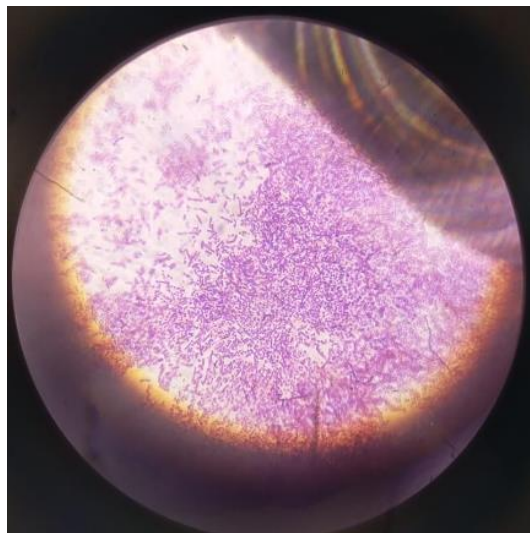


Ilustración 12. Microfotografía de bacterias *Rhizobium*. Fuente: Elaboración propia

Las plantas leguminosas emplean una estrategia eficaz para asegurar la provisión de nitrógeno. En este sentido, Aguado (2013) manifiesta que:

La interacción entre la planta y la bacteria (*Rhizobium-leguminosa*) se basa en el establecimiento de la simbiosis entre ambos, donde el simbiote vegetal es quien regula el proceso y los rizobios reconocen de forma específica la leguminosa huésped. En esta simbiosis, las plantas reciben el nitrógeno fijado por los rizobios y estos reciben los carbohidratos generados por la planta durante la fotosíntesis, así como un entorno favorable para la fijación de nitrógeno, mediante la formación de un nuevo órgano: el nódulo. (p.3)

Como resultado de la simbiosis entre leguminosas y rizobios, se forman en las raíces estructuras especializadas, denominadas nódulos, las cuales presentan una complejidad en su morfología y fisiología. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1988) afirma que:

Los nódulos de las raíces de las leguminosas varían en su forma (esféricos, alargados o ramificados) y en su tamaño (de 0.5 a 50 mm de diámetro), pero siempre se destacan fácilmente de las raíces. El color interno de un nódulo vivo y activo varía de rojo claro a rojo oscuro, su consistencia es firme, y al abrirlo, sus tejidos liberan una savia de color rojo. Los nódulos muertos tienen consistencia esponjosa y coloración interna oscura o negra. Los nódulos vivos que tienen una coloración interna verde o blanca son inactivos; los nódulos con coloración roja a rosada no siempre son activos, pero tienen mayor probabilidad de serlo. La localización de los nódulos en el sistema radical depende de la especie hospedante y de las condiciones ambientales, en la mayoría de las leguminosas de uso agronómico los nódulos se encuentran cerca de la raíz principal. (p.2)

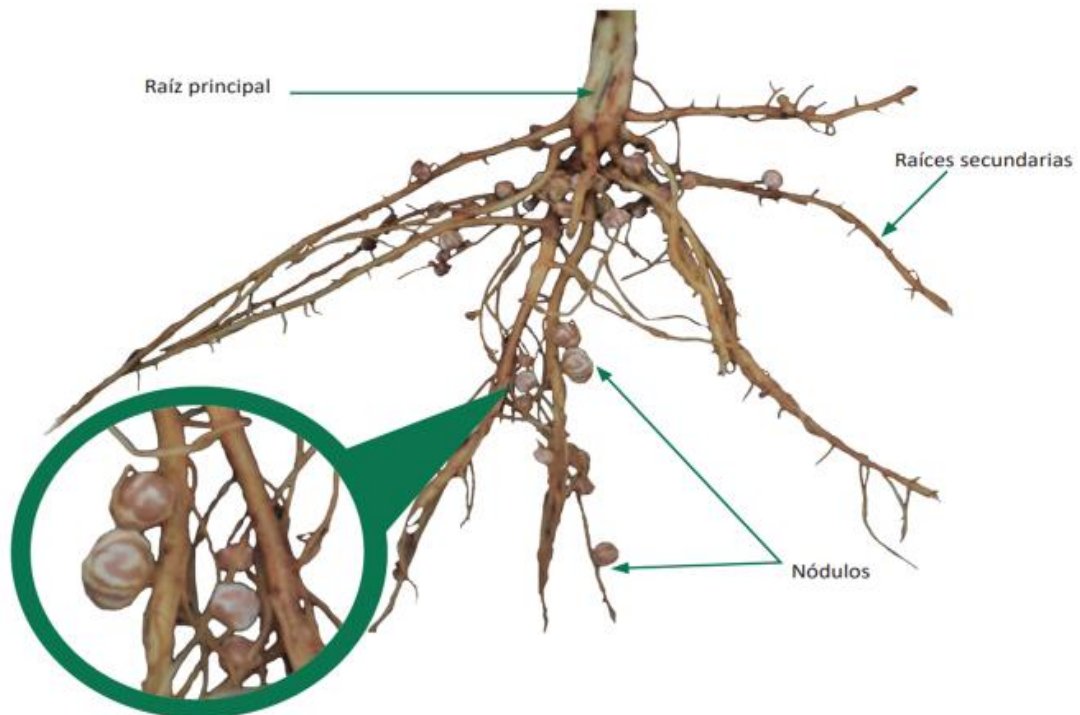


Ilustración 13. Raíz de *Phaseolus vulgaris* con desarrollo de nódulos. Vásquez et al. (2023)

Nódulos efectivos	Nódulos inefectivos
Pocos y situados sobre todo en la raíz primaria	Numerosos y repartidos en todo el sistema radical
voluminosos de superficie lisa o rugosa	Pequeños, de superficie lisa
Actividad meristemática y nodular prolongada	Actividad meristemática y nodular corta
Infección generalizada, zona bacteriana grande, con bacteroides	pocas células infectadas, pocos o sin bacteroides, presencia de gránulos de almidón
Interior rojo por la leghemoglobina	no pigmentados de rojo

Tabla 2. Diferencia entre nodulación efectiva e inefectiva (Frioni, 2005)

En las raíces de las leguminosas, específicamente en *Phaseolus vulgaris*, se da la formación de nódulos, mediante la división de células en respuesta a la presencia de las bacterias *Rhizobium*. Por lo tanto, Dazzo (como citó Barrientos, 1989):

El proceso de infección comprende eventos previos a la infección, entrada del rizobio a la raíz, nodulación y formación de los bacteroides. Los eventos previos a la infección incluyen una atracción, no específica, de los rizobios de la rizósfera, seguida por una proliferación y adherencia a las células de las paredes de los pelos radiculares. Posteriormente, los pelos radiculares se curvan o ramifican. El reconocimiento de la raíz de la leguminosa por el rizobio involucra lectinas radiculares, las cuales contienen sitios receptores complementarios que interactúan con heteropolisacáridos complejos de la superficie de los rizobios, y así unen la bacteria a la superficie radicular. La infección, en muchas leguminosas, es vía una invaginación de las células del pelo radicular, que forman un canal o cordón de infección. El cordón de infección invade varias células de la corteza radicular por repetidas invaginaciones. (p.25)

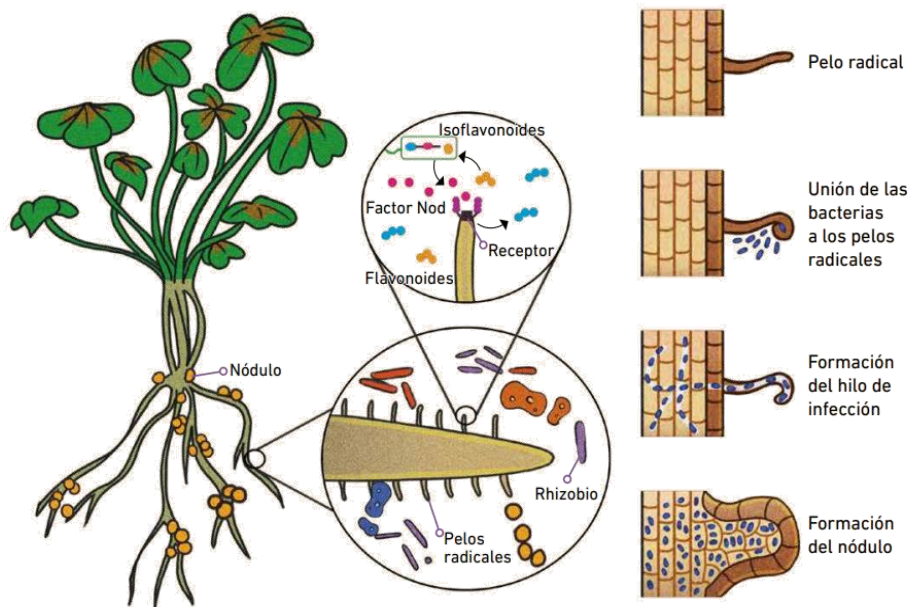


Ilustración 14. Procesos de formación de nódulos por parte de rizobios en leguminosas. Romero y González (2021).

Fases	Requerimientos	Observaciones
Multiplicación en suelo y raíz	Secreciones radicales pueden estimular o inhibir	Especificidad variable
Encorvamiento de pelos radicales	Compatibilidad entre planta y rizobio	Especificidad variable
Entrada de la bacteria	Invaginación y/o disolución o debilitamiento de la pared celular de la planta (enzimas)	La planta puede tener factor genético no-nodulante. Muy afectada por el ambiente (T° , pH)
Cordón de infección	Sincronismo entre crecimiento de la bacteria y pared celular de la planta	En nódulos perennes, los cordones son también perennes
Formación de nódulos	Balance entre factores de crecimiento del rizobio y la planta	Rh-bacteria específico inhibido alta temperatura y nitratos
Formación células infectadas	Liberación rh del cordón, sincronismo en el crecimiento de la membrana de la célula vegetal y la multiplicación del rizobio	Inhibida por factores ambientales y nutricionales que afectan el crecimiento vegetal
Formación bacteroides, síntesis N_2 asa y leghemoglobina	Intercambio de señales y complementación genética	Combinación planta y rizobio específicos
Mantenimiento del tejido nodular con bacteroides	Intercambio de metabolitos (HdeC, N-org)	Afectada por altas temperatura, alto nitratos, baja H%

Tabla 3. Interacción entre el rizobio y leguminosa en la formación de nódulos (Frioni, 2005).

Frioni, (2005) afirma que, la falta de alguna de estas delicadas etapas mencionadas en la tabla 3 conduce a simbiosis deficientes o abortivas.

La tabla incluye elementos relevantes que se pueden seguir con los estudiantes al momento de caracterizar los nódulos de *Rhizobium* y vincular con el crecimiento de la planta del poroto. Esta relación simbiótica es un ejemplo clásico de cooperación biológica que beneficia a ambas partes.

Las leguminosas no sólo son capaces de la formación de nódulos, sino también se encargan la autorregulación de esas formaciones. Según Frioni (2005):

Con mucho N [nitrógeno] combinado en el suelo, la planta regula la nodulación. La planta puede también controlar la formación de nódulos en ausencia de nitrógeno combinado: se habla de autorregulación. La zona susceptible de las raíces no puede soportar futuras nodulaciones luego del establecimiento de la primera infección. Existe evidencia de que la emergencia de nódulos en leguminosas está controlada por mecanismo de señal y respuesta. Las siguientes hipótesis pueden explicar la autorregulación: los rizobios inducen divisiones celulares en la corteza; estas divisiones producen una señal transtocable que actúa directamente o por la parte aérea para suprimir la actividad de división celular en la corteza. (p.271)

3.1.9 Las fabáceas como caso de estudio para comprender el ciclo del nitrógeno

Las plantas leguminosas o las fabáceas han experimentado una evolución excepcional, mediante su adaptación en distintos hábitats. Por lo que, Frioni (2005) refiere que:

Las plantas de la familia de las Leguminosas o *Leguminoaseae* son muy numerosas (entre 16.000 y 19.000 especies). También se la designa como *Fabaceae* o Fabales. De origen tropical arborescente cuyos más recientes derivados son pequeñas matas o hierbas de las regiones templadas. Representan la tercera familia de plantas de flor, superadas por las *Compositae* y las *Orchidaceae*. Una de las principales características que evidencian el carácter evolutivo de las leguminosas se relaciona con las modificaciones en su forma y tamaño: desde árboles tropicales muy altos, pasando por arbustos, a trepadoras leñosas, hierbas perennes o hierbas anuales. (p.260)

Las leguminosas poseen una característica generalizada que es albergar en sus raíces bacterias fijadoras del nitrógeno atmosférico, asociación que origina los nódulos radicales que presentan. Estas bacterias aportan a la planta el

nitrógeno necesario y como consecuencia las leguminosas no solo no necesitan fertilizantes para alcanzar un desarrollo normal, sino que se usan en los cultivos alternantes, un año una leguminosa y al siguiente otra planta diferente, para tener las tierras de cultivo siempre fertilizadas de forma natural (Llamas y Acedo, 2018).

Una vez que las leguminosas fijan el nitrógeno atmosférico, no solo satisfacen sus propias necesidades nutricionales, sino que también enriquecen al suelo. Por ello, Isidra y Valdés (2022) manifiestan que:

Las leguminosas tienen la capacidad de asociarse simbióticamente con bacterias fijadoras de nitrógeno (rizobios). El establecimiento de esta simbiosis no sólo permite a las leguminosas crecer en suelos deficientes de nitrógeno, sino que también permite incorporar nitrógeno asimilable para los posteriores cultivos a través de cultivos rotatorios. Obtener nitrógeno asimilable a través de la simbiosis con rizobios, implica un gran gasto energético para la leguminosa. (p.51)

3.1.10 *Phaseolus vulgaris*

Desde tiempos remotos, el frijol (*Phaseolus vulgaris*) ha sido un elemento principal en la dieta de los pueblos, su cultivo data de hace miles de años, convirtiéndolo en uno de los alimentos más antiguos de la humanidad. Según Voysest (2000) menciona que:

El origen americano del frijol común (*Phaseolus vulgaris*) se acepta sin el menor asomo de controversia desde finales del siglo XIX. Investigaciones arqueológicas han permitido ubicar restos en diversos sitios de Estados Unidos, México y Perú (p.9). Es difícil precisar con exactitud cuándo se inició el mejoramiento de frijol en América Latina como una actividad organizada. Aunque los testimonios escritos son escasos, hay indicios de que esos trabajos de mejoramiento son posteriores a 1930. En las primeras etapas de mejoramiento se seleccionaron, sobre todo, materiales nativos cultivados por los agricultores; de ahí nacieron las variedades de frijol identificadas con nombres generalmente asociados con el color del grano, ya sea directamente (Negro, Rojo, Amarillo) o en forma figurada (Canario, Azufrado, Pintado). También se identificaban las variedades por alguna característica fenológica (Cuarentano, Huasca). (p.16)

En el caso de Paraguay, el fríjol se conoce como poroto que deriva del quechua “purutu”, es usual en América del Sur (Argentina, Uruguay, Chile y

Bolivia) (Voysesst, 2000, p.11). En la segunda lengua oficial de Paraguay, el guaraní el poroto se denomina “kumanda”.

El frijol es una leguminosa caracterizada por su gran variedad morfológica, según Acevedo (2021):

Es una planta anual herbácea que presenta variaciones en cuanto a hábito de crecimiento, color de la flor, tamaño, forma y color de sus vainas y semillas. Su sistema radical está compuesto por una raíz pivotante de la cual nacen múltiples raíces secundarias las que se subdividen a su vez hasta llegar a los pelos radiculares absorbentes. Como todas las leguminosas, las raíces presentan nódulos bacterianos de forma esférica. (p.12)

La planta de frijol tiene unas características relevantes, Rodríguez (2013) las detalla así:

El frijol poroto es una planta autógama; esto es, la apertura de las anteras (aparato reproductor masculino), tiene lugar en los botones florales, generalmente, antes de la apertura de las flores. Se reporta que en el frijol poroto existe polinización cruzada por insectos en un bajo porcentaje. El hábito de crecimiento de las plantas de frijol poroto puede ser de dos tipos: determinado e indeterminado, lo cual está definido fundamentalmente por las características de la parte terminal del tallo y de las ramas. Si al empezar la fase reproductiva, el tallo y las ramas terminan en un racimo, la planta es de hábito determinado y si termina en un meristema vegetativo, la planta es de hábito indeterminado. La diferenciación entre estos dos hábitos de crecimiento es estrictamente genético y no ambiental. (p.13)

En cuanto al crecimiento y desarrollo del frijol (*Phaseolus vulgaris*) existen fases y condiciones en ese proceso. Fernández et al., (1985) presentan dos fases: la vegetativa y la reproductiva, en las cuales influyen algunas condiciones como: el hábito de crecimiento, el clima, el suelo y el genotipo. Las fases se describen a continuación:

Fase vegetativa, se inicia en el momento en que la semilla tiene las condiciones favorables para la germinación y termina cuando aparecen los primeros botones florales. En esta fase además se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción. Sus etapas son:

Fase	Evento que ocurre en cada fase
V0 (germinación):	La semilla está en condiciones favorables para iniciar la germinación
V1 (emergencia):	Los cotiledones del 50% de las plantas aparecen al nivel del suelo
V2 (hojas primarias):	Las hojas primarias del 50% de las plantas están desplegadas
V3 (Primera hoja trifoliada):	La primera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada
V4 (Tercera hoja trifoliada):	La tercera hoja trifoliada del 50% de las plantas está desplegada

Tabla 4. Etapas de desarrollo de la fase vegetativa de un cultivo de frijol común. Fernández et al. (1985)

Fase reproductiva, se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha. Durante esta fase reproductiva podemos identificar cinco etapas:

FASE	Eventos que ocurre en cada fase
R5 (prefloración):	Los primeros botones o racimos han aparecido en el 50% de las plantas
R6 (floración):	Se ha abierto la primera flora en el 50% de las plantas
R7 (formación de las vainas):	Al marchitarse la corola, en el 50% de las plantas aparece por lo menos una vaina
R8 (llenado de las vainas):	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas
R9 (maduración):	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50% de las plantas (del verde al amarillo uniforme o pigmentado)

Tabla 5. Etapas de desarrollo de la fase reproductiva de un cultivo de frijol común. Fernández et al. (1985)



Ilustración 15. Planta de frijol en su fase reproductiva de la planta de frijol. CIAT (1994)

Cabe destacar que, las condiciones internas y externas interactúan entre sí de manera compleja para determinar el desarrollo y crecimiento de la planta. Por ejemplo, un genotipo con un alto potencial de crecimiento puede verse afectado o limitado a la falta de agua o escasez de nutrientes en el suelo. Las fases fenológicas se inician a partir de un órgano principal, la semilla. Martínez (2020), afirma que:

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas; y desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. El proceso de germinación empieza cuando la semilla que se ha sembrado absorbe agua y se hincha, y una vez dispone de estas condiciones emerge de esta en primer lugar la radícula, la cual se alarga para convertirse en raíz primaria, y sobre ella, cerca de la superficie del suelo aparecen luego raíces secundarias y terciarias, posteriormente se alarga el hipocótilo y los primeros cotiledones se pueden observar. (p.71)

Existen varias etapas de desarrollo de la plántula cuyas características varían, dependiendo del tipo de germinación que presenta cada especie. Hay básicamente dos tipos de germinación que son la epigea y la hipogea. El frijol tiene germinación epigea, que se caracteriza porque el hipocótilo se alarga y aleja a los cotiledones del suelo y las hojas que aparecen tienen con frecuencia

color verde y realizan funciones fotosintéticas durante el crecimiento temprano de la plántula (Fernández et al., 1985).

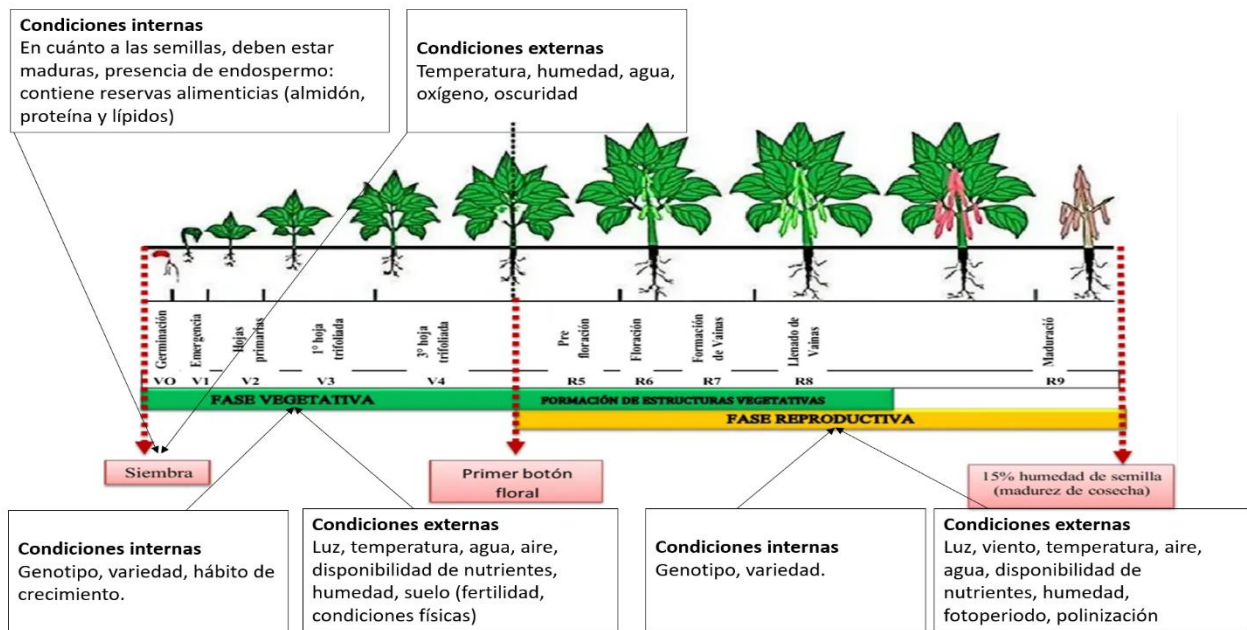


Ilustración 16. Fase fenológica del frijol y sus condiciones. Yanac (2019)

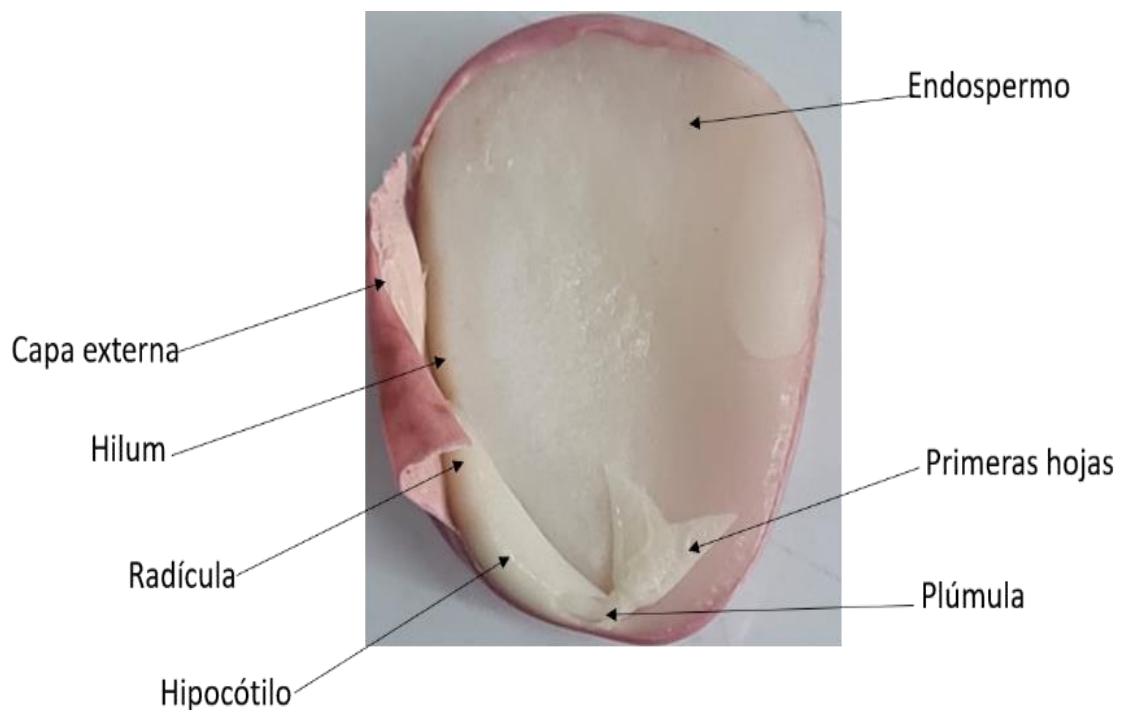


Ilustración 17. Partes de una semilla de frijol. Fuente: elaboración propia



Ilustración 18. Proceso de germinación de la semilla de frijol. Intagri (2022)

Para establecer una simbiosis *Rhizobium* – leguminosa depende en gran medida de las características del rizobio, debe poseer una serie de habilidades que le permitan sobrevivir en el suelo, incluso en ausencia de la planta hospedera, infectar las raíces de la planta y formar nódulos. Esta resistencia, garantiza que el rizobio pueda establecerse y realizar su función de fijación de nitrógeno de manera eficiente. (Barrientos, 1989, p.27)

Como el enriquecimiento de los suelos y la formación de colonias de *Rhizobium leguminosarum* termina constituyéndose en una estrategia alternativa al uso de abonos que es una problemática³.

Con esta profundización disciplinar se puede deducir que el suelo desempeña un papel fundamental en una huerta escolar, no es solo el sustento para las plantas, sino también se convierte en una herramienta o recurso educativo que permite ampliar conocimientos, habilidades y actitudes para el desarrollo integral de los estudiantes, fomentando el trabajo colaborativo y la cooperación entre los mismos. Así también, es un ecosistema dinámico y complejo que alberga una enorme diversidad de organismos que desempeñan funciones vitales en el ecosistema que guardan relación estrecha con el crecimiento de

³ Una forma sostenible de incorporar N a los sistemas agrícolas es la inserción dentro de la rotación de cultivos, de plantas en simbiosis con microorganismos capaces de realizar la FBN. Entre estos tipos de plantas, las leguminosas empleadas como abono verde reúnen varias ventajas, pues además del aporte considerable de nitrógeno que realizan, también son capaces de reciclar otros nutrientes y mejorar algunas propiedades físicas y biológicas de los suelos (Martín y Rivera, 2004). <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193217894011.pdf>

las plantas, ya que a partir de ahí obtienen los nutrientes necesarios para su sobrevivencia.

El ciclo del nitrógeno es un proceso necesario y vital para el suelo y las plantas, ya que elabora y provee el alimento que la planta necesita para su crecimiento y desarrollo. En este caso es fundamental comprender el ciclo del nitrógeno para identificar y conocer las condiciones que el suelo necesita para que ocurra dicho proceso y, por ende, obtener los nutrientes necesarios para la planta. Por ello, se torna importante realizar actividades experimentales en la huerta que dan a entender en qué momento ocurre este proceso.

Las leguminosas o fabáceas, son un grupo de plantas especialistas en la fijación biológica del nitrógeno, que entran en simbiosis con las bacterias *Rhizobium* mediante los nódulos radiculares en donde se encargan de convertir el nitrógeno atmosférico en nitrato o amoníaco para la absorción de las plantas. Esta asociación que ocurre entre ambos, leguminosa y bacterias rizobios enriquece al suelo y contribuye a una agricultura sostenible.

3.2 PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA

El trabajo en la huerta permite la profundización de la práctica pedagógica estableciendo conexiones interdisciplinarias con el currículo. Sin embargo, las implicaciones pedagógicas son más complejas, pues contribuyen al desarrollo integral de los estudiantes.

En este apartado se retoman algunos puntos fundamentales para el desarrollo del contexto pedagógico que contribuyen en el diseño de la intervención en el aula, haciendo referencia a los problemas de conocimiento como un enfoque donde los estudiantes sean protagonistas de su propio aprendizaje y no sólo receptores de la transmisión de conocimiento. Del mismo modo, las explicaciones y experiencias propias en el aula para la enseñanza de las ciencias en la Educación Escolar Básica, Valencia et al., (2003), mencionan que:

Los problemas de conocimientos emergen como una categoría alternativa para comprender la construcción de conocimiento en ciencias. Desde esta categoría es posible pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad de la cultura, en donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-

experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico.

A partir de lo anterior, en relación con los problemas de conocimiento, consideramos que la búsqueda de explicaciones partiendo de la experiencia, es un aspecto que se transforma de la simple transferencia de conocimientos hacia la producción discursiva y de la práctica para la construcción del aprendizaje.

A continuación, se hablará de los referentes de los problemas de conocimiento y de la huerta en el aula.

3.2.1 Referentes Epistemológicos y Pedagógicos de los Problemas de Conocimiento

Cuando hablamos de referentes epistemológicos y pedagógicos en los problemas de conocimiento, nos referimos a las bases teóricas y prácticas que guían la manera en que abordamos y resolvemos las preguntas que surgen en el proceso de aprender y conocer. Según Valencia et al. (2003):

Desde este punto de vista, el interés por el papel de las representaciones en la construcción de conocimiento, no se centra en determinar si dichas representaciones son o no verdaderas o si se corresponden con un modo de representar dominante, sino en mostrar que es posible transformar las formas de relación que se establecen entre los sujetos y entre ellos y los saberes que circulan en la escuela, haciendo posible la coexistencia de múltiples formas de representar. En este sentido, las representaciones circulantes en la escuela configuran territorios de conflicto cultural que propician formas de relación equitativas y democráticas.

En este sentido, las representaciones que tenemos sobre la huerta escolar influyen en la manera en que los estudiantes aprenden y relacionen esto con el mundo natural, una vez identificado y dando valor a aquellas diversidades de representaciones, podemos crear espacios de aprendizajes más equitativos y democráticos para propiciar en ellos mismos, la oportunidad de construir su propio conocimiento.

Las transformaciones epistemológicas implican un cambio en la manera en que nos relacionamos con nuestro entorno y con nosotros mismos, fomentando la escucha activa de otras opiniones y la importancia de la construcción colectiva del conocimiento. Valencia et al., (2003), manifiestan:

Dos aspectos que caracterizan la actividad del pensamiento contemporáneo son: la creciente complejización de los saberes y la constitución de relación sujeto-objeto como una unidad dialéctica de mutua constitución. Estos aspectos implican ciertas concesiones epistemológicas que cambian la forma como el sujeto se sitúa frente al mundo y las pretensiones desde las que orienta sus posibilidades de conocer.

Relacionando la implicancia de estos dos aspectos en la educación, podemos destacar que la huerta no es solo un espacio para cultivar plantas, sino un sistema de complejidad donde interactúan varios factores como el suelo, el agua, el clima, la biodiversidad y otros, de manera que los estudiantes puedan investigar y comprender que el conocimiento científico es constante y dinámico, además se encuentran en la construcción de su propio conocimiento a través de la experiencia directa.

A partir de experiencias iniciales, procedemos a la construcción de nuestro propio significado del mundo. Entonces, Valencia et al. (2003) afirman que:

La experiencia básica es la primera aproximación a los eventos del mundo natural. Ella permite sorprenderse con aquello que se reconoce novedoso, inquietarse con lo desconocido, maravillarse del universo que se habita. Este panorama en que se sumerge el pensamiento matiza la dificultad que comporta renunciar a las seguridades de una primera aproximación a los fenómenos y desde la que cobra sentido hablar de ellos como meras descripciones de una realidad dada e inmutable.

La huerta escolar al ser un laboratorio vivo se convierte en un lugar para fomentar experiencias básicas, al interactuar de manera directa con las plantas, suelo y otros, los estudiantes pueden realizar observaciones que se van presentando dentro de ellas, experimentar mediante la siembra, el trasplante, los riegos y abonamientos, para que puedan aprender de manera activa y construir su propio conocimiento. La huerta se convierte en un objeto de curiosidad en donde surge el deseo de ir aprendiendo más, mediante la formulación de preguntas. Los estudiantes pueden ir observando y captando fenómenos que surgen de manera sorpresiva que los pueda llevar a la comprensión de la complejidad y belleza del mundo natural.

Al cuestionar nuestras primeras impresiones, aumentamos nuestros conocimientos y nuestra comprensión del mundo. Según Valencia et al., (2003), otra instancia del pensamiento es la condición desde la cual el sujeto se

distancia de la experiencia básica en su interés por artificializar el mundo natural al imponerle condiciones e interrogarlo para obtener mayor información de él.

Relacionando lo que estos autores refieren, la artificialización es la capacidad de intervenir en los procesos naturales con un fin específico. En este caso, está representada por la huerta escolar en donde se puede desarrollar la experimentación e intervención para desarrollar el pensamiento científico. Al transformar este entorno natural, los estudiantes van adquiriendo conocimientos teóricos-prácticos y en cierto modo, artificializando el suelo en el que se encuentra la huerta.

Nuestras ideas sobre el mundo tienen gran influencia en la forma que percibimos y, a su vez, nuestras experiencias transforman nuestras concepciones. Valencia et al. (2003) hablan sobre:

La vinculación de los fenómenos al tiempo, la emergencia de nuevas relaciones, el reconocimiento de conexiones multicausales, el carácter complementario de las explicaciones, las codeterminaciones sujeto-objeto, las interrelaciones sistema-contexto, la recursividad de las concepciones y la naturaleza provisional de las teorías son expresiones de una manera compleja de ver el mundo.

La huerta permite a los estudiantes comprender la dimensión temporal como es el ciclo de vida de las plantas, los procesos lentos y rápidos que se presentan en el crecimiento de estas. Así también el reconocimiento de los factores que influyen en ese crecimiento y las interacciones entre organismos, de esta manera comprender que la huerta es un ecosistema complejo donde todos los elementos están interconectados y que existe una influencia del contexto, y por medio de ella lograr la construcción de un conocimiento de manera colaborativa. Según Valencia et al. (2003):

El reconocimiento de estos nuevos escenarios para la acción pedagógica permite señalar algunos referentes para orientar prácticas alternativas de enseñanza de las ciencias que configuran la dinámica del aula como un espacio para: Por un lado, la constitución de sujetos sociales de conocimiento y con ello asistir a la emergencia de nuevas subjetividades y por otro, hacer significativa la actividad del aula desde la construcción de problemas de conocimiento.

En referencia a lo anterior, los nuevos escenarios pedagógicos, como la huerta escolar, presentan oportunidades para la transformación de la enseñanza de las ciencias, lo que posibilita la construcción de sujetos sociales de conocimientos. La experiencia en actividades de trabajo de la huerta permite a los estudiantes desplegar una nueva relación con el mundo natural, generando un sentido de pertenencia y responsabilidad hacia el entorno, de tal modo, que al hacer una conexión con los contenidos teóricos y prácticos el aprendizaje se volverá más relevante y notable para los estudiantes. Consecuentemente, Valencia et al. (2003) resaltan que:

Los problemas de conocimiento emergen como una categoría alternativa para comprender la construcción de conocimiento en ciencias. Desde esta categoría es posible pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad de la cultura, en donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones del mundo físico.

Haciendo alusión a lo mencionado por los autores, los enfoques de los problemas de conocimiento presentan una opción más dinámica y significativa para la enseñanza de las ciencias. Al centrarse en la construcción activa del conocimiento, promueve un aprendizaje más profundo y duradero, induciendo a la preparación de los estudiantes para enfrentar los desafíos de su entorno.

3.2.2 Referentes Didácticos y criterios de actuación en los Problemas de Conocimiento

En la actualidad, la educación se enfoca en formar estudiantes capaces de pensar críticamente, resolver problemas y construir su propio conocimiento. Para lograr esto, los docentes necesitan herramientas y orientaciones que les permitan diseñar experiencias de aprendizaje significativas. Los referentes didácticos y los problemas de conocimiento son dos conceptos clave en este proceso. Según Valencia et al, (2003):

En la definición y el diseño de propuestas para la enseñanza es importante tomar en cuenta: el papel de los intereses de los estudiantes, las motivaciones que permiten definir las temáticas y problemas a trabajar; el tipo de relaciones con los textos, el uso de material audiovisual, las salidas pedagógicas y las socializaciones, entre otros. La reflexión sobre estos aspectos permite definir algunos referentes didácticos que están en relación con los referentes

epistemológicos y pedagógicos desde los que se orientan prácticas alternativas para la enseñanza.

Los autores destacan la relevancia de tomar en cuenta una serie de factores al diseñar propuestas educativas, específicamente en el área de ciencias. Estos factores no solo influyen en el proceso de aprendizaje, sino que también están estrechamente relacionados con la forma en que concebimos el conocimiento y cómo lo transmitimos. Los referentes didácticos son aquellas estrategias y recursos que se aplican para facilitar el aprendizaje y mantienen una estrecha relación con los epistemológicos y pedagógicos, ya que se refieren a la concepción de conocimiento y cómo se adquiere, así también hacen mención sobre las teorías y modelos sobre cómo se produce el aprendizaje.

Los docentes deben propiciar un entorno colaborativo, en donde se pueda promover el conocimiento compartido. Por ello, Valencia et al. (2003) destacan que:

Configurar un ambiente de trabajo en el aula, en donde las responsabilidades individuales, los intereses, las opiniones y el deseo de saber se conjuguen en una búsqueda común, propicia el diseño y el desarrollo de proyectos. En esta nueva organización se generan las condiciones para la construcción de explicaciones, el desarrollo de argumentaciones y la solución de problemas significativos. Esto es posible desde actividades como: salidas pedagógicas, desarrollo de planes de trabajo, realización de talleres, elaboración de materiales de divulgación.

Según estos autores, proponen crear y transformar el aula en un espacio donde los estudiantes sean los constructores de su propio conocimiento, creando un ambiente de colaboración donde cada estudiante aporta y presenta sus ideas, intereses y habilidades para trabajar en proyectos comunes. Mediante la huerta escolar, los estudiantes pueden llegar a planificar que plantaciones realizar, cómo organizar los espacios y que herramientas necesitarán, buscar informaciones sobre la misma, experimentar mediante la siembra y trabajos de mantención de cultivos; crear vídeos, presentaciones y blog para compartir sus experiencias con otros.

3.2.3 La huerta escolar un escenario para el diálogo de saberes

La huerta escolar representa un escenario pedagógico transformador que facilita a los docentes desarrollar estrategias activas y participativas. Por medio de la huerta, se pueden abordar otras áreas del currículo combinado con las ciencias y así promover un aprendizaje más eficiente. Según Erazo y Ruano (2020):

La huerta escolar como escenario pedagógico brinda al estudiante la oportunidad de interactuar directamente con su entorno y su realidad, relacionando en ella los conocimientos aprendidos desde las diferentes áreas. Se convierte en el espacio ideal para salir de la monotonía de las clases dentro de las cuatro paredes de un salón y permite utilizar herramientas del entorno para la asimilación de saberes en el proceso de enseñanza aprendizaje. (p.7)

En este aspecto, los autores mencionan que la huerta es un espacio ideal en el que se le da la oportunidad a los estudiantes de salir de la sala de clases para desarrollar actividades diversas. Cabe destacar, que concordamos en que resulta interesante y dinámico trasladar el espacio pedagógico a otro lugar para que el proceso de enseñanza aprendizaje sea más significativo. Así también, desde el momento de utilizar el método de la observación, las herramientas hasta que el estudiante relaciona con su realidad de vida, van adquiriendo aprendizajes nuevos en un escenario diferente a la sala de clases y atractivo por el estilo de trabajo que se plantea.

Por medio de la investigación y el trabajo en equipo, los estudiantes aprenden a valorar el trabajo cooperativo, a valorar la naturaleza y a construir un sentido de pertenencia a su institución. Esto está asociado a un compromiso compartido que de alguna manera va formando un proceso de aprendizaje continuo, donde los saberes se construyen colectivamente desde la realidad en la que viven los estudiantes. Zambrano-Quintero et al. (2018), refieren que:

Se espera conseguir mediante la realización de la huerta escolar mediada por la investigación como estrategia pedagógica, que los alumnos se adecuen al entorno escolar, adopten aprendizajes de acuerdo con procesos de clasificación, categorización, indagación, creación de opiniones críticas propias de los conocimientos. Esto beneficia el desarrollo integral del alumno, propiciando un compromiso coordinado con cada uno de los integrantes de la comunidad educativa, en un proceso permanente de construcción de saberes a partir de su realidad latente.

Los mismos autores, enfatizan que resulta importante lograr la creación de la huerta escolar, como una estrategia principal que abarca todas las áreas del saber. Facilitando el alcance desde las mallas curriculares y así, otorgarle continuidad en el transcurso del tiempo para fortalecer desde los niveles más básicos de educación. En cuanto al aprendizaje, potencializa habilidades sociales y científicas, necesarias para la vida escolar en la secundaria y a nivel profesional.

Estos autores recalcan la importancia de la huerta escolar como una táctica para formar y preparar al estudiante para que puedan apropiarse de habilidades como clasificar, ordenar, investigar, hacer preguntas, reflexionar sobre su realidad y que hacer, cómo hacer de lo que tiene a su alcance. Este tipo de espacios permite al estudiante que pueda desarrollarse en todos los aspectos de su ser de una manera amplia pero puntual como, por ejemplo: reforzar las habilidades emocionales con la práctica de la escucha, la paciencia, la empatía; también habilidades físicas como la maniobra en la huerta con las herramientas ya sea, la azada para arar la tierra, la pala para hacer el hoyo en el suelo, el machete para sacar las malezas.

De la misma forma las habilidades cognitivas, se desarrolla ya que todo ese conocimiento teórico lo utiliza en la práctica. Así desde las realidades sociales y culturales que cada uno vivencia al practicar la responsabilidad, el trabajo en equipo, la tolerancia, la apertura y el intercambio de conocimiento desarrollan habilidades que permiten al estudiante adquirir aprendizajes significativos elevando su nivel y calidad de desarrollo como persona.

Al cultivar sus propios alimentos en la huerta, los estudiantes establecen una conexión directa con su entorno y adquieren conocimientos prácticos que pueden aplicar en sus actividades cotidianas. Entonces, Burbano y Gómez (2020) mencionan que al:

Proporcionar la interacción de los alumnos con la producción de la huerta, permite más que conocer cómo se realiza un cultivo en pequeña escala, apropiarse del contexto del progreso de dicha actividad. Desde la transversalidad que brinda múltiples posibilidades formativas y enriquecedoras, articula los saberes y estudios de diferentes ámbitos en los procesos de

aprendizaje, proporcionando una conexión entre lo pedagógico, lo formativo y la aplicación a futuro.

En este aspecto los autores enfatizan la importancia de la huerta escolar como un espacio de aprendizaje integral y experiencial. Más allá de simplemente conocer los procesos de cultivo, los estudiantes se involucran de manera activa desde la siembra hasta la cosecha, permitiéndoles la comprensión de las dinámicas de la producción en la huerta.

Al mencionar la transversalidad, hace referencia a que la huerta integra varias disciplinas como ciencias naturales, matemáticas, literatura castellana y guaraní y algunas disciplinas del área de ciencias sociales fomentando un aprendizaje más completo y significativo. Con respecto a la conexión entre lo pedagógico y lo práctico, esos conocimientos adquiridos en el aula se aplican de manera directa en la huerta, lo que refuerza el aprendizaje y facilita la comprensión de conceptos abstractos. Asimismo, la formación para el futuro que la experiencia en la huerta escolar proporciona a los estudiantes con las habilidades y conocimientos valiosos que pueden aplicar en su vida, es la huella del aprendizaje significativo que se pretende instalar aplicando este tipo de técnicas de enseñanza.

Asimismo, la huerta ofrece un ambiente óptimo para desarrollar proyectos interdisciplinarios que conectan la teoría y la práctica, fomentando así un aprendizaje más profundo. Partiendo de esto, Llantén et al. (2021) destacan a:

La huerta escolar como escenario, es decir, como medio, método y técnica fomenta en los estudiantes de educación escolar básica, el razonamiento para el desarrollo innovador e interdisciplinar de las ciencias naturales y educación ambiental con los procesos comunicativos oral y escrito de los estudiantes. La riqueza y fortaleza del razonamiento lógico lograda por los alumnos, en la interacción directa con los procesos de germinación de las plantas en la huerta escolar, revoluciona y afianza la planificación moderna de las actividades curriculares y extracurriculares. Estas actividades tienen como eje central el desarrollo de espacios de interacción directa y experimental que permiten despertar la atención del estudiante al convertirlo en un actor activo de proceso de formación.

Considerando esto es integral la acción en conjunto de cada actor educativo y el aprendizaje que se genera en el alumno a más de ser instructivo, lo fortalece en sus habilidades sociales y estructura mental científica. Por esto resulta

importante implementar esta estrategia pedagógica porque fomenta el razonamiento científico estimulando el pensamiento lógico desde la observación y el análisis. Así como también convierte al estudiante en protagonista de su propio aprendizaje desde su curiosidad y motivación.

El problema de conocimiento se centra en la manera de cómo adquirimos, representamos y justificamos el conocimiento. La huerta escolar construye una serie de respuesta a este problema. Según Ariza (2020):

La huerta escolar es una estrategia innovadora que contribuye a nuevos aprendizajes, proponiendo la interacción activa entre docente, alumnos y medio natural, que permite ejercitar las competencias básicas de las diferentes disciplinas, profundizando los aprendizajes teóricos en la práctica. Las actividades, como la siembra, preparación de abono, talleres nutricionales, conocimiento de las plantas, creación de textos, talleres de resolución de problemas matemáticos, impacto ambiental, son asertivas para adquirir saberes, desarrollo interdisciplinar y plan de estudios de los grados en general.

Con respecto a lo que el autor menciona sobre la huerta escolar, es apropiado destacar que es una herramienta muy valiosa para fomentar la interacción activa en el que tanto los estudiantes como el docente, que es un guía dentro de un espacio activo y colaborativo, se involucran de manera directa en el proceso de enseñanza aprendizaje en un entorno natural. Desarrollando competencias básicas desde diferentes disciplinas, profundizando y reforzando los conocimientos adquiridos en el aula.

Es importante reconocer que en las instituciones educativas exista un plan de acción en función de la interdisciplinariedad para pensar en la huerta como una estrategia didáctica y pedagógica que aumente el nivel de participación y atención en las actividades agrónomas. Pues es trascendental elegir cuáles serían el conjunto de conocimientos necesarios para que se adentren en el cultivo de sus tierras, en pro de acercarse a una experiencia significativa de aprehensión de nuevas experiencias.

Al abordar el problema de conocimiento desde una mirada experiencial e interdisciplinaria, la huerta contribuye a la formación de los estudiantes para el logro de un conocimiento más profundo y eficiente. Entonces, Murillo (2023) enfatiza que:

La huerta se puede concebir como un laboratorio vivo para experimentar el ciclo de la vida, y un estado de conciencia más profunda frente a las maneras de cómo se está relacionando con nosotros mismos y con los demás seres humanos y no humanos. Si bien, se aprende de la biología, química, matemática y física, entre otras disciplinas, el valor sustantivo de la huerta al parecer está en que invita a permanecer atentos a lo que sucede con un proceso.

El saber pedagógico está aliado con la huerta escolar para llegar a una educación de sostenibilidad, mediante la conexión con la naturaleza y los seres humanos. Maldonado y Pinzón (2016), aseguran que:

La huerta escolar no solo contribuye a la formación del saber disciplinar sino al desarrollo humano integral que influye en los comportamientos individuales y colectivos, a través de los cuales se pueden fortalecer las competencias ciudadanas y científicas. Formando sujetos participativos y responsables que sean capaces de saber hacer en contexto y que asuman posturas críticas en torno al conocimiento científico, capaces de interactuar en sociedad y transformar esquemas culturales en beneficio de la sostenibilidad ambiental. Su relación con el ambiente y su participación responsable en el cuidado y preservación de su entorno, con el fin de promover una cultura ambiental a través de un pensamiento crítico, reflexivo y participativo.

En estos casos, los autores enfatizan que la huerta escolar es mucho más que un espacio para aprender ciencias naturales, es como un laboratorio vivo donde los estudiantes pueden experimentar el ciclo de la vida y desarrollar una conexión más profunda con el medio natural en la institución educativa. Así, al observar y cuidar las plantas cultivadas, los estudiantes no solo adquieren conocimientos científicos, sino que también adoptan una actitud consciente y crítica sobre su relación con el mundo que le rodea.

3.2.4 La huerta escolar desde el análisis de las condiciones existentes en ella

Es fundamental analizar la huerta escolar, considerando aquellas condiciones específicas del entorno en el que se encuentra, pues todas esas condiciones influyen directamente en el crecimiento de las plantas, así también en la labor de los docentes para que las actividades presentadas a los estudiantes puedan llevarse a cabo y llegar a la comprensión. Según el Centro de Educación e Investigación Didáctico Ambiental (CEIDA, 1998):

Una huerta es un sistema integrado de elementos que están interrelacionados y se influyen mutuamente. Estas interacciones se dan de diversas maneras. Por una parte, los seres vivos se adaptan al medio que les rodea y a las exigencias de ese medio (clima, humedad, suelo, etc.); a su vez la ausencia o presencia de seres vivos en el ambiente puede determinar cambios en el sistema concreto; por otra parte, los seres vivos se necesitan y se influyen. Para comprender la dinámica del huerto tendremos pues que comprender las interacciones que se dan entre sus distintos elementos. (p.9)

Una huerta es un sistema vivo donde cada elemento, desde las plantas hasta los microorganismos del suelo, está interconectado. Las plantas se adaptan a las condiciones del suelo y el clima, mientras que a su vez influyen en estos factores. Esta compleja red de relaciones crea un ecosistema dinámico y autosuficiente. De hecho, Erazo y Ruano (2020) afirman que:

Las huertas son pequeños espacios en las instituciones educativas donde se siembran algunas plantas útiles y cuyo objetivo principal es que el estudiante tome conciencia acerca de las relaciones de interdependencia que existen entre las plantas, los ecosistemas y su medio circundante mediante la observación de los cambios que sufren a causa de la luz, el agua, el suelo, la temperatura y otros factores físicos, químicos y biológicos que intervienen en su crecimiento y desarrollo; También, acerca de la relación entre nuestras conductas y el equilibrio del ambiente. (p.6)

Las huertas escolares son montajes experimentales dentro de las instituciones educativas, diseñados para que los estudiantes experimenten de primera mano la maravilla de la naturaleza. Al cultivar plantas y observar su crecimiento, los alumnos desarrollan una profunda comprensión de las interconexiones entre los seres vivos y su entorno, fomentando así una conciencia ambiental activa.

El suelo es el lugar donde están los nutrientes que la planta necesita, el agua lleva los nutrientes desde el suelo a toda la planta, la luz aporta la energía necesaria para que la planta crezca, y el calor regula las relaciones del suelo-agua-planta acelerando o desacelerando los procesos (Chiappella, s.f. p.2).

El suelo es la base sobre la cual las plantas construyen su vida. A través del agua, las plantas absorben los nutrientes del suelo que, junto con la energía de la luz solar, les permiten crecer y desarrollarse. El calor a su vez, influye en la velocidad de estos procesos, creando un equilibrio delicado.

Creemos que el estudio de componentes bióticos y abióticos, relaciones ecológicas, dinámicas energéticas, transformación de materia y energía, entre otros procesos que acontecen en una huerta escolar, constituye un aporte significativo en la enseñanza de las ciencias, y particularmente en lo referente al crecimiento y desarrollo de plantas como el poroto, en tanto que los estudiantes y profesores, además de tener una experiencia directa, involucran su contexto cotidiano, para comprender las condiciones que favorecen tales procesos.

4. INTERVENCIÓN EN EL AULA

La intervención en el aula surge a partir de la profundización teórica, tanto pedagógica y disciplinar con el fin de aproximar a los estudiantes a la comprensión del ciclo del nitrógeno en el suelo, cómo influye en el crecimiento de las plantas, en este caso el poroto. Además, aportar una solución a aquellas problemáticas que se presentan en el aula, como la dificultad para la comprensión y construcción de explicaciones sobre la instalación y manejo de una huerta escolar. Para tal efecto, se realizó un recorrido por varios referentes disciplinares y pedagógicos que contribuyeron dimensiones importantes para la construcción y delimitación de las fases o capítulos, las acciones y actividades que se presentan en la propuesta de aula, así como la duración de las sesiones, los materiales y recursos necesarios para su implementación.

Durante el proceso de construcción y definición de la profundización teórica se fueron ampliando y mejorado los apartados que componen la intervención en el aula, lo que ha generado algunos cambios en las actividades y propósitos.

Después de todo esto, se formuló un título a la intervención en el aula denominado: “*La profesora Lapacho y el secreto del poroto perdido*”, la cual será desarrollada como un relato corto que contiene una historia, en la que, a partir de referentes teóricos se establece cómo la huerta escolar aporta a la comprensión del ciclo del nitrógeno y su relación con el crecimiento de las fabáceas.

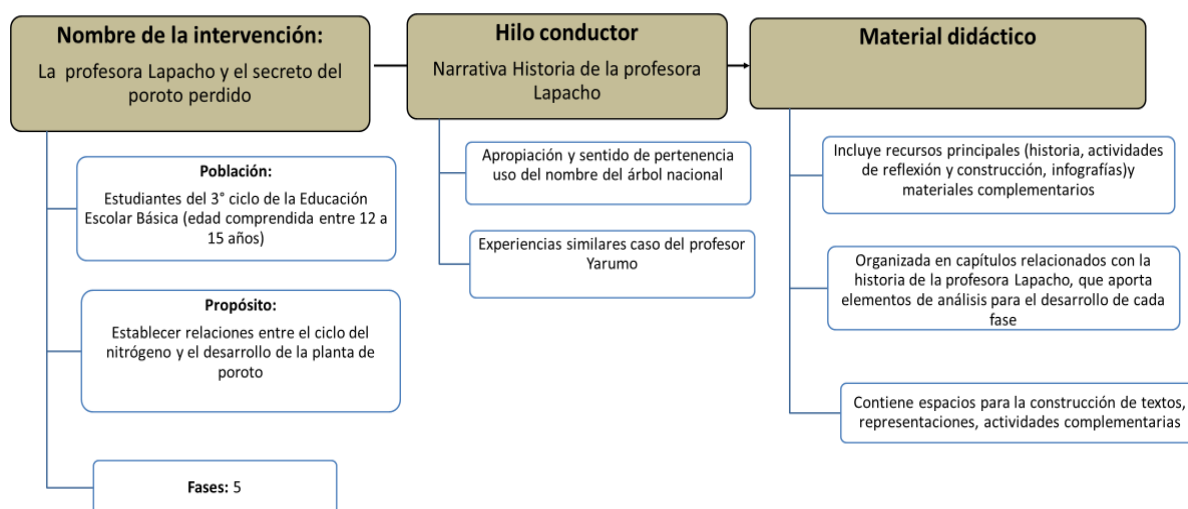


Diagrama 2. Ruta de la intervención en el aula

4.1 CONTEXTO INSTITUCIONAL

Las reflexiones para la intervención en el aula se definen a partir de pensamientos compartidos y derivados de los espacios de formación de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, según las necesidades institucionales de la Escuela Básica N° 966 Mariscal Francisco Solano López, ubicada en el barrio Mbo'ehára (en español Maestro) de la ciudad de Dr. Juan Manuel Frutos, Departamento de Caaguazú de la República de Paraguay, situada hacia el este a 203 km de la capital de Asunción. En esta institución será desarrollada la intervención, en donde asisten estudiantes del 7°, 8° y 9° grado del tercer ciclo de la Educación Escolar Básica, que comprenden entre 12 a 15 años de edad, con una población total de 40 estudiantes en ese ciclo.



Ilustración 19. Mapa de Paraguay, indicando el Departamento de Caaguazú



Ilustración 20. Mapa del Departamento de Caaguazú, indicando la ciudad de Dr. Juan Manuel Frutos



Ilustración 21. Mapa de la ciudad de Dr. Juan Manuel Frutos

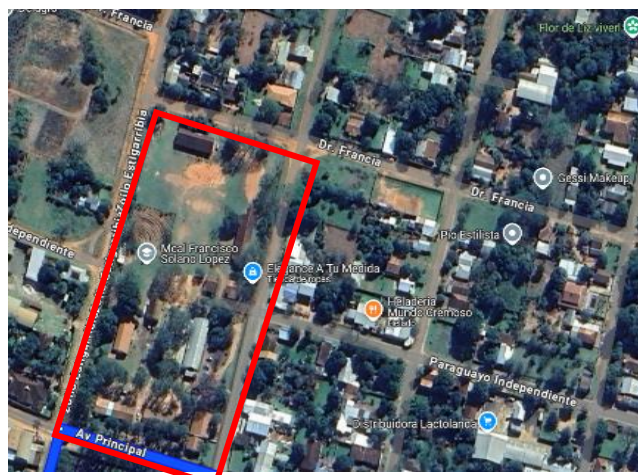


Ilustración 22. Ubicación de la Escuela Básica N°966 Mcal. Francisco Solano López



Ilustración 23. Escuela Básica N°966 Mcal. Francisco Solano López, institución donde se implementará la intervención en el aula

La ubicación geográfica de la institución es una zona urbana, pero recibe a alumnos de zonas periurbanas. Esta institución cuenta con la modalidad de Iniciación Profesional Agropecuaria (I.P.A.), en donde los alumnos aprenden a cultivar la tierra, producir sus propios alimentos y a proteger el ambiente.

En el Proyecto Educativo Institucional (PEI)⁴ se propone elevar el nivel de aprendizaje académico de los niños en las específicas de Comunicación, Matemática y Ciencias Naturales, mediante la aplicación de técnica y metodologías innovadoras que favorezcan al aprendizaje activo en las áreas mencionadas, desarrollar un estilo pedagógico que produzca valores humanos como la comprensión, cooperación y responsabilidad, concienciar a los padres sobre la importancia de la participación activa en el quehacer educativo, crear espacio personalizado con aquellos alumnos que no logran alcanzar las capacidades de grado, buscar espacios con autoridades competentes que coadyuve al mejoramiento y equipamiento de la institución a través de mobiliarios y otras prioridades. Tiene como visión que los niños desarrollen pensamientos críticos, reflexivos capaces de desenvolverse con autenticidad en el mundo globalizado y la misión de ofrecer una educación abierta y de calidad que respondan a las necesidades emergentes actuales, implementando estrategias activas haciendo partícipe a todos los actores para concretar los objetivos dentro de la planificación del P.E.I.

4.2 SENTIDOS ORIENTADORES DE LA PROPUESTA

Los sentidos orientadores de esta intervención en el aula, parten de los problemas de conocimiento, problematizando el papel de la experiencia del docente en la construcción de explicaciones sobre los fenómenos que se presentan para el estudio, las formas de proceder y de concebir. Según Valencia et al. (2003):

En los contextos escolares es cada vez más sentida la necesidad de diseñar propuestas de innovación e investigación, que pongan en juego alternativas

⁴ PEI, (Proyecto Educativo Institucional, 2019), es un instrumento que guía la gestión y la práctica pedagógica, y que permite organizar las actividades educativas, que corresponde a la Escuela Básica N° 966 Mcal. Francisco Solano de Dr. Juan Manuel Frutos, Caaguazú-Paraguay, siendo directora la Lic. Nilsa Antonia Coronel.

didácticas y metodológicas, que permitan a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción. (p.1)

El recurso de la estructuración de un relato corto como elemento conductor para el desarrollo de una propuesta debido a que este tipo de ejercicios resulta dinámico, interesante, en el que la creatividad del docente juega un papel muy importante, para lograr implementar una práctica innovadora y significativa, basándose en contenido epistemológico, didáctico y pedagógico. En esta estrategia se recurre a la narración, a la construcción de un relato con una serie de personajes y situaciones que recrean el contexto para su avance, en el que se proponen actividades, tanto de indagación teórica como prácticas y técnicas de laboratorio. Las propuestas de intervención en el aula facilitan en las actividades del docente un proceso de reflexión sobre la práctica y las formas de proceder en el aula que aportan de manera significativa a los estudiantes. La intervención en el aula está orientada desde los referentes epistemológicos, pedagógicos, didácticos y criterios de actuación en los problemas de conocimiento. Según Valencia et al. (2003):

Asumir la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva de los problemas de conocimiento, implica trascender la mirada del programa como el desarrollo de contenidos, hacia su comprensión como un proceso que se construye a partir de unas intenciones iniciales que se concretan y transforman en el devenir de las prácticas escolares.

Cuando hablamos de enseñar ciencias a partir de los aspectos de los problemas de conocimiento, estamos cambiando la manera tradicional de ver el currículo. Ya no sólo se trata de una recepción por parte del alumno de informaciones, sino él es el protagonista de su la construcción de su propio aprendizaje, permitiéndose reflexionar y ejercitar el pensamiento crítico.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta de intervención de aula tiene como nombre “**La profesora Lapacho y el secreto del poroto perdido**”, presentada como una narración corta, cuyo propósito es establecer relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto. Abarca un total de ocho sesiones, la cual consta de cinco momentos o fases de implementación, que se orientan a partir

del cuestionamiento de la experiencia básica y la complejización de las relaciones con el medio, destinada a una población de estudiantes del 3° ciclo de la Educación Escolar Básica, edad comprendida entre 12 a 15 años. Esta intervención de aula tiene un hilo conductor que trata sobre un relato corto de la profesora Lapacho, presentado como una apropiación y sentido de pertenencia en el uso del nombre del árbol nacional de Paraguay, comparado con experiencias similares en el caso del profesor Yarumo muy conocido en Colombia. Incluye recursos principales como la historia relatada, actividades de reflexión y construcción, infografías, así como también materiales complementarios que van organizados en capítulos relacionados con la historia de la profesora Lapacho. El desarrollo de la historia aporta elementos de análisis para la aplicación de cada fase, contiene espacios para la construcción de textos, representaciones, actividades complementarias.

La intervención en el aula tiene una estructura y se organiza en acciones en cada fase, las cuales se corresponden con un conjunto de intenciones pedagógicas, didácticas como una manera de concebir el quehacer en el aula y de la forma de construir conocimiento que reúnen distintos tipos de procedimientos para lo cual se requiere ciertos recursos.

4.3.1 Fases de la Intervención

La intervención en el aula cuenta con cinco fases, planteada desde el mes de marzo a noviembre del año 2025. Las fases constituyen unidades de sentido didáctico, pedagógico y disciplinar, siendo los aspectos teóricos que los estudiantes deben desarrollar y que están constituidas por diferentes acciones, que se articulan entre ellas y permite la construcción de los sentidos particulares, frente al papel del ciclo del nitrógeno y su relación con el cultivo de las fabáceas. Dentro de las acciones se cuentan con trabajo en equipo, construcción de textos, todas ellas ambientadas en la narrativa denominada ***“La profesora Lapacho y el secreto del poroto perdido”*** y con el apoyo de un material didáctico, cuyo propósito es establecer relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto; cada fase estará conformada por una aventura que les presentará retos para ir desarrollando las actividades tanto teóricas como experimentales.

A continuación, se presentan de manera detallada cada una de las fases de la propuesta de intervención, sus propósitos, actividades, materiales y sesiones en la que se desarrollarán.

En la **fase 1 “La profesora Lapacho de visita”**, la narración se inicia con la visita de la profesora Lapacho a la escuela para expresar sus conocimientos acerca del cultivo del poroto y su conexión con la naturaleza. El propósito de esta fase es dar cuenta sobre la importancia cultural, nutricional y agronómica del poroto por medio del trabajo en equipo realizando actividades prácticas y reflexivas. Las acciones se inician con la presentación del personaje de la narración, retomando la importancia del poroto como una de las plantas alimenticias más usadas en Paraguay, sobre sus usos y llevando algunas muestras de alimentos preparados con el poroto. Luego se continúa con el diálogo de saberes, haciendo preguntas sobre algunos elementos que permitan reconocer particularidades del poroto. Seguidamente, se procede a la constitución de equipos de trabajo y reconocimiento de las diferentes herramientas que se manipularán en la huerta. Para el desarrollo de estas acciones se utilizarán como recursos: visita a la huerta y cuestionarios, así también la construcción de un jingle relacionado al tema.

Para la **fase 2 “El poroto un tesoro por descubrir”**, la profesora Lapacho invita a los alumnos a hacer un recorrido por la huerta para realizar observaciones sobre el cultivo de poroto, conocer e identificar las partes de la planta. En esta fase el propósito es promover habilidades de observación y representación gráfica sobre las características de la planta del poroto. Teniendo como acciones el reconocimiento de dichas características de la planta, en el crecimiento y desarrollo, así también la observación de la semilla, claves para comprender su organización en los diferentes momentos, la caracterización de la semilla y de la planta adulta. Para la realización de las observaciones mencionadas se utilizará lupa en el campo y microscopio en el laboratorio, luego representar esas características observadas por medio de dibujos e infografías, tanto para las partes de las plantas como para las semillas.

La **fase 3 “Las masas misteriosas en la raíz del poroto, ¿enfermedad o dinámica de la vida?”**, aquí se inician las exploraciones de las raíces del poroto, donde la profesora Lapacho junto con los alumnos hacen extracciones de las raíces para realizar las observaciones y compararlas con las raíces de otras plantas que no son leguminosas, encontrando los pequeños nódulos. El propósito de esta fase es incentivar la capacidad de observar, analizar y representar de manera gráfica las características de las raíces de la planta de poroto, específicamente los nódulos radiculares, promoviendo la comprensión de su importancia en el crecimiento del poroto. Como primera acción se realizarán las observaciones de las raíces para el reconocimiento de sus características, así también de los nódulos y realizar comparaciones con otras plantas que no sean fabáceas, seguidamente se procederá a la representación gráfica de esas raíces y nódulos. Los recursos que se utilizarán para estas acciones son la lupa, la producción escrita de las características y el diseño por medio de dibujo para las comparaciones, así también la construcción de una maqueta tridimensional de las raíces y los nódulos por cada grupo de trabajo.

En cuanto a la **fase 4 “El proceso en las raíces del poroto: las bacterias *Rhizobium* transforman el aire en nutrientes”**, la profesora Lapacho reúne a sus alumnos para hablarles sobre la producción de nutrientes por parte de las bacterias rizobios, los beneficios que producen a la planta y al suelo. Esta fase tiene como propósito construir una comprensión del proceso de fijación biológica del nitrógeno y su importancia en los ecosistemas, fomentando habilidades de comunicación, colaboración a través de actividades de intercambio de ideas y representación visual. Surge como primera acción el intercambio de ideas, comentarios y explicaciones sobre el proceso de transformación del nitrógeno en nutrientes para las plantas. Luego se realiza la representación visual por medio de ilustraciones el proceso de la fijación biológica del nitrógeno. Los recursos que se utilizan en esta fase son el microscopio en el laboratorio para la observación de los nódulos radiculares y las bacterias rizobios, luego realizar una explicación por medio de carteles informativos sobre las observaciones obtenidas. Del mismo modo, se experimentará con las muestras de suelo para conocer sus características en cuanto a la permeabilidad, pH y materia orgánica disponible. Posteriormente se

harán montajes experimentales para demostrar la influencia que tiene las diferentes concentraciones de sales de nitrógeno en el crecimiento de las plantas por medio de siembras de semillas en macetas aplicándoles fertilizantes nitrogenados (nitrato de amonio y urea), para ello se registrará el tiempo que tarda para germinar la semilla, medir la altura de la planta, observar los colores de las hojas y el desarrollo de las raíces. Finalmente hacer una representación gráfica de los resultados obtenidos.

Para finalizar, con la **fase 5 “Cosechando los frutos de nuestro aprendizaje”**, aquí la profesora Lapacho reúne a sus alumnos para realizar la cosecha del cultivo de poroto. Esta fase tiene como propósito identificar las etapas del cultivo de poroto, desde la siembra hasta la cosecha, promoviendo habilidades prácticas, el trabajo en equipo y la valoración de la agricultura y la alimentación saludable. Las acciones se realizan con actividad en el campo, cosechando las semillas de poroto, detallando los pasos a seguir para la recolección de manera adecuada sin dañar la planta. Como actividades de cierre se plantea la creación de un diario de crecimiento del cultivo, como el registro de las diferentes etapas de crecimiento, desde la siembra hasta la cosecha por medio de ilustraciones y describiendo los cambios. Así también, la realización de un taller de cocina, para preparar diferentes platos con los porotos cosechados, mediante la ayuda de docentes y padres de familia, investigar las recetas tradicionales y crear sus propias versiones. Los recursos para esta actividad final son: las cestas para las semillas recolectadas, producción escrita de las etapas de crecimiento y desarrollo del cultivo, por último, la elaboración, exhibición y degustación de los platos típicos. Del mismo modo, la presentación de los productos obtenidos en la huerta en una feria estudiantil.

La intención de esta intervención en el aula por medio de un material didáctico presentado en forma de narración corta es brindarles a los docentes una ruta o guía de trabajo que les permita hacer un estudio de la huerta escolar de manera más organizada y práctica, comprendiendo que los alumnos del tercer ciclo de la educación escolar básica son parte de este proceso como autores de la construcción de su propio conocimiento.

NOMBRE DE LA INTERVENCIÓN	La profesora Lapacho el secreto del poroto perdido	POBLACIÓN	Estudiantes del 3° ciclo de la Educación Escolar Básica (edad comprendida entre 12 a 15 años)
PROPÓSITO	Establecer relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto (fríjol)		
FASES	S	ACCIONES	RECURSOS
1. LA PROFESORA LAPACHO DE VISITA	1	1.1 Presentación del personaje narración inicial, retomando la importancia del poroto y sus usos. 1.2 Diálogo de saberes: retomar a través de preguntas algunos elementos que permitan reconocer particularidades del poroto. 1.3 Constitución de equipos y reconocimiento de las diferentes herramientas a tener en cuenta.	Video. Visita a la huerta. Cuestionario.
2. EL POROTO UN TESORO POR DESCUBRIR	2	2.1. Observando plantas de poroto: reconocer las características de la planta de poroto y su desarrollo, observaciones con lupa y representación de la planta de poroto. 2.2 La semilla del poroto, constitución de una infografía con lo diferentes momentos de desarrollo del poroto y la caracterización de semillas y plantas adultas.	Observación con lupa. Dibujo. Infografía.
3. LAS MASAS MISTERIOSAS EN LA RAÍZ DEL POROTO, ENFERMEDAD O DINÁMICA DE LA VIDA?	2	3.1. Observando las raíces de poroto: reconocer las características de las raíces de poroto, la formación de nódulos, observaciones con lupa y hacer comparaciones con raíces de otro tipo de planta. 3.2. Representación gráfica de los nódulos de las raíces, para su comprensión realizar un mural con dibujos de la formación de nódulos en las raíces del poroto.	Observación con lupa. Producción escrita.
4. EL PROCESO EN LAS RAÍCES DEL POROTO: LAS BACTERIAS <i>Rhizobium</i> TRANSFORMAN EL AIRE EN NUTRIENTES	1	4.1 Intercambio de ideas: presentación de ideas, comentarios y explicación sobre el proceso de transformación del nitrógeno en nutrientes para las plantas. 4.2. Representación visual por medio de un mural sobre del proceso de fijación del nitrógeno y la relación de las bacterias <i>Rhizobium</i> con las raíces.	Socialización de ideas de manera grupal. Exposición de dibujos.
5. COSECHANDO LOS FRUTOS DE NUESTRO APRENDIZAJE	2	5.1 Actividades de campo: cosecha de las semillas de poroto, detallando los pasos a seguir para recolectar las semillas de manera adecuada, sin dañar la planta. 5.2 Creación de un diario de crecimiento: registrar las diferentes etapas de crecimiento del cultivo de poroto, desde la siembra hasta la cosecha por medio de ilustraciones, describiendo los cambios. 5.3 Taller de cocina: preparar diferentes platos con los porotos cosechados, mediante la ayuda de docentes y padres de familia, investigar las recetas tradicionales y crear sus propias versiones.	Cosecha Producción escrita. Cocción, elaboración y degustación de platos típicos de platos.

Tabla 6. Descripción de las fases de la ruta de intervención. Fuente: elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra la ruta de intervención que se utilizó para la creación del material educativo que se implementará en el aula, donde se presenta el título, el objetivo y la población donde será destinada. Así también las fases con sus propósitos y acciones que se realizarán mediante la utilización de diferentes recursos que facilitarán la enseñanza de las ciencias en la educación escolar básica.

4.3.2 Descripción del material educativo

El material educativo es una cartilla que tiene como hilo conductor una narración de relato corto, que hace referencia a las aventuras de la profesora Lapacho, su visita a una institución educativa y su conocimiento del cultivo poroto. En cada capítulo va desarrollando reflexiones e informaciones sobre el cultivo de poroto, la formación de nódulos, las bacterias *Rhizobium* y el ciclo del nitrógeno. Así también se presentan retos que corresponden a cada capítulo, con varias actividades, ya sean producciones escritas, trabajos de observación, construcción de gráficos, maquetas, procedimiento en el laboratorio y actividades experimentales para el montaje en la huerta.

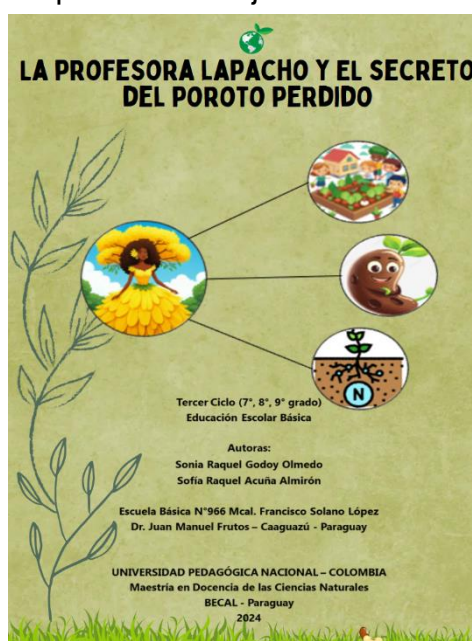


Ilustración 24. Portada del material educativo. Fuente: Elaboración propia

Aquí se inicia la aventura del material educativo, iniciando con una portada, en donde se presenta el título de la narración, a quienes va dirigido y en qué institución será aplicada.



Ilustración 25. Iconos de identificación de actividades de la cartilla. Fuente: Elaboración propia

En este apartado se presentan los íconos que se utilizan en el material educativo para la identificación de las tareas en cada reto de la siguiente manera:



Este representa la narración que cuenta la profesora Lapacho, en donde se encontrará informaciones, pistas y datos divertidos que ayudarán a realizar las actividades.



Con este ícono se representa los retos y las reflexiones que se debe cumplir mediante la construcción de escritos y gráficos.



Este ícono representa los diferentes materiales que pueden ayudar para continuar con la aventura.



Por medio de este ícono se identificará las actividades de observación en laboratorio.



Y con este, se logrará identificar los montajes experimentales y actividades en la huerta del colegio.



Ilustración 26. Capítulo de narración del relato corto por el personaje. Fuente: Elaboración propia

En este caso, se inicia la narración de la profesora Lapacho sobre la huerta y el cultivo del poroto, así como su manejo, siembra, cuidados y cosecha, en donde se irá presentando informaciones útiles para la realización y construcción de los retos.



Ilustración 27. Actividades escritas y de representación gráfica. Fuente: Elaboración propia

Integrándote en la aventura, forma parte de las actividades luego de las narraciones de la profesora Lapacho, en donde se irán realizando retos que

constituyen la construcción de escritos por medio de preguntas y respuestas, así también el diseño gráfico.

Reto 1 Laboratorio de observación y análisis de la morfología de la semilla de poroto

Protocolo de laboratorio: observación y análisis de la morfología de la semilla de poroto

Objetivo: Observar y analizar la estructura morfológica de la semilla de poroto en sus distintas etapas de desarrollo, con el fin de comprender su función y relacionarlas con el ciclo de vida de la planta.

Materiales:

- Semillas de poroto
- Lupa, microscopio, estereoscopio
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Navaja
- Pinzas
- Gotero
- Solución de lugol
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de laboratorio

PROCEDIMIENTO

01 OBSERVACIÓN A SIMPLE VISTA
 Observa cuidadosamente las semillas de poroto a simple vista. Describe su forma, tamaño, color u otra característica que puedas identificar.

02 OBSERVACIÓN CON LUPA
 Utiliza una lupa para examinar detalladamente la semilla. Identifica las siguientes partes: tegumento, hilum, micropilo, embrión y cotiledones.

03 OBSERVACIÓN CON ESTEREOSCOPIO
 Corta la semilla con la navaja, hidrata con agua destilada, colócala sobre un portaobjetos limpio y seco, luego colócala sobre la platos del estereoscopio y observa detenidamente las estructuras.

04 OBSERVACIÓN CON MICROSCOPIO
 Con un gotero agrega una gota de solución de Lugol sobre la muestra; espera unas segundos para que la tinción penetre en el tejido; con un papel absorbente retira el exceso de Lugol alrededor del cubreobjetos y observa las estructuras.

05 ANÁLISIS DE LO OBSERVADO
 Hacer comparaciones de las cuatro observaciones, identifica las partes de la estructura de la semilla y analizar la influencia del Lugol en la observación.

Ilustración 28. Actividades experimentales de laboratorio. Fuente: Elaboración propia

El material educativo también cuenta con este apartado que se trata de actividades experimentales en el laboratorio, presentado los materiales a utilizar y el procedimiento que se irá realizando.

Reto 3. Descifrando el papel del nitrógeno

En esta aventura nos convertiremos en pequeños científicos investigando la influencia de diferentes concentraciones de sales de nitrógeno en el crecimiento de las plantas.

Objetivo: Demostrar la influencia que tiene las diferentes concentraciones de sales de nitrógeno en el crecimiento de las plantas.

Materiales

- Semillas de poroto
- Macetas o vasos de plástico
- Sustrato para macetas
- Tierra, Agua
- Fertilizante nitrogenado (nitrato de amonio, urea)
- Balanza, cinta métrica
- Etiquetas, jeringa

PROCEDIMIENTO

01 Cargar seis macetas con la tierra y el sustrato, mezclar bien, humedecerlo suavemente con agua.

02 Etiquetar las macetas en el siguiente orden: dos serán Testigo (sin aplicación), a dos se les aplicará nitrato de amonio y a las dos últimas urea. Posteriormente se realizarán las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados, por cada 100 ml de agua se mezclará 0,1 g de cada fertilizante, para la aplicación se utilizará una jeringa midiendo 1 ml para cada maceta. Luego se realizará la siembra de dos semillas de poroto en cada maceta, cubrir las y ubicarlas en la oscuridad. Regarlas.

02 Una vez que germinen y emerjan las plántulas ubicarlas en lugar con luminosidad, regarlas todos los días. Medir la altura de la planta cada semana desde su emergencia durante 7 semanas, luego extraer de la maceta la planta para medir la longitud de crecimiento de la raíz y observar la formación de nódulos.

Ilustración 29. Actividad experimental de campo. Fuente: Elaboración propia

Por último, se presentan las actividades experimentales y montajes que se realizarán en la huerta, los materiales necesarios y las instrucciones de procedimientos para la construcción de los mismos.

Cada actividad puede ser identificada mediante los íconos que aparecen en cada reto, los cuales facilitarán a los estudiantes para realizar los trabajos que surgen en esa actividad. Como tarea final, los estudiantes tendrán que realizar un diario de anotaciones sobre los procesos que han obtenido desde la siembra hasta la cosecha del cultivo de poroto, así también las presentaciones de sus productos y derivados en una feria escolar, cada equipo tendrá un tema específico que deberá presentar de acuerdo a las experiencias durante el trabajo en la huerta escolar.

Este material educativo⁵ facilitará a los docentes a desarrollar sus actividades educativas y los estudiantes tendrán facilidad para la comprensión de los procesos que surgen durante los trabajos en la huerta escolar, de tal manera, serán constructores de su propio conocimiento.

⁵ Link del material educativo:
https://issuu.com/ssonia.goddoy/docs/material_educativo_la_profesora_lapacho_y_el_secre

5. PRODUCCIÓN DISCURSIVA

Este último capítulo recoge las reflexiones finales del trabajo que contemplan la problemática elegida, los objetivos desarrollados y del material diseñado como propuesta para su desarrollo. Asimismo, presentamos algunas recomendaciones y algunas dificultades encontradas en relación con la problemática desarrollada en este trabajo de grado. Creemos que algunos aportes del trabajo con la huerta escolar en la comprensión del ciclo del nitrógeno tienen que ver con aspectos que se desarrollan de la siguiente manera.

En primer lugar, encontramos los ejercicios de profundización disciplinar que los docentes realizan en su práctica profesional. Tales como el trabajo organizado a nivel teórico, biológico y ecológico sobre la estructura del suelo, de sus componentes, el ciclo del nitrógeno, las fabáceas y en particular la historia de vida del poroto como un aspecto dinámico y atractivo que el docente puede implementar en los procesos de enseñanza de las ciencias. Ya que el docente que domina a profundidad lo disciplinar y conceptual en relación con los sujetos que enseña, puede proponer a sus estudiantes actividades que sea mucho más significativas e innovadoras.

En segundo lugar, encontramos el diseño de una narración como otro de los aspectos creativos que realiza el docente. Un cuento corto que busca de manera creativa, imaginativa y artística recoger elementos del contexto. Como en este caso, el árbol nacional, haciendo un contraste con la tradición y el papel que juega el docente como una figura importante en las comunidades educativas, de manera a proponer a los estudiantes actividades académicas, pedagógicas, relacionándolo con la huerta escolar. Este material elaborado es muy importante para nosotras porque aparece como un hilo conductor para el desarrollo de las actividades que se proponen a los estudiantes de manera dinámica, innovadora y significativa.

En tercer lugar, hallamos el tipo de actividades que se plantea dentro de esta propuesta, que va mucho más allá de simplemente hacer un trabajo instrumental en la huerta, como se presenta en el contexto problemático, donde los estudiantes realizan actividades manuales. Sino lo que se plantea es una profundización teórica sobre aspectos de las relaciones ecológicas que se dan en el suelo, profundizando la relación con los ciclos biogeoquímicos y la importancia que tiene en el crecimiento de la planta, particularmente el poroto. Se realizan ejercicios de observación en el laboratorio, sobre germinación y el crecimiento de las plantas, utilizando el estereoscopio y microscopio con respecto a lo que tiene que ver con el *Rhizobium*.

Creemos que la aplicación y el uso de los problemas de conocimientos como estrategia didáctica y pedagógica para la enseñanza de las ciencias en relación con la recuperación de experiencias, de las actividades desencadenantes, del trabajo de la artificialización de la naturaleza. Que es significativo cuando dota al docente de recursos para poder dirigir su acción en el aula y le aporta al estudiante sentidos para poder comprender las actividades que el profesor le propone.

Finalmente, teniendo en cuenta que este material que se produce como resultado de este trabajo se encuentra a nivel de diseño, por las circunstancias del convenio con BECAL, no se ha podido realizar la implementación en el aula. Sin embargo, nosotras tenemos el compromiso académico e institucional de realizar las aplicaciones en algunas instituciones del Paraguay y realizar la sistematización correspondiente. Por lo pronto consideramos que este material es interesante porque ofrece dinamismo al proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias en el aula.

En cuanto a las limitaciones con que nos encontramos es el no haber podido hacer las implementaciones en el aula para poner a prueba el material si efectivamente resulta. Como concedoras del contexto en nuestras instituciones, con respecto a los materiales y equipos, en términos de manejo y disponibilidad de los recursos, para observación vemos algunas limitaciones ya que la propuesta está estructurada para observaciones al microscopio y

estereoscopio, y al no contar con esos instrumentos, el docente puede recurrir a herramientas digitales como simuladores del microscopio.

No basta con que el profesor domine los aspectos biológicos, ecológicos y agronómicos relacionados con la huerta, los ciclos biogeoquímicos, el suelo y el crecimiento de las plantas. Es fundamental que posea un profundo conocimiento pedagógico que le permita diseñar experiencias de aprendizaje significativas y accesibles para todos los estudiantes. Esto implica emplear una variedad de enfoques didácticos, como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo y el uso de la tecnología.

Además, es esencial que el docente realice una evaluación continua y formativa que permita identificar las fortalezas y debilidades de los estudiantes para ajustar su enseñanza en consecuencia. Al crear un ambiente de aprendizaje motivador y enriquecedor, el docente puede despertar en los estudiantes una genuina curiosidad por la naturaleza y promover su compromiso con la sostenibilidad ambiental.

Un elemento muy importante es el innovador diseño de un material educativo para la enseñanza de las ciencias que está constituido como una narración corta. Esta narración corta, producto de la creatividad docente, se constituye como un recurso invaluable. Estas historias, que pueden adoptar diversas formas como cuentos, comics o videos, sirven como hilo conductor para introducir conceptos científicos de manera amena y comprensible.

Al integrar diferentes lenguajes y fomentar la participación activa de los estudiantes, las narraciones cortas estimulan la creatividad, la curiosidad y el pensamiento crítico. Además, conectando los contenidos con situaciones reales, hacen que el aprendizaje sea más relevante y motivador. De esta manera, las narraciones cortas no solo facilitan la adquisición de conocimientos, sino que también contribuyen al desarrollo integral de los estudiantes.

Este material educativo, fruto de nuestra propuesta innovadora y creativa, se convierte en un recurso invaluable para el aprendizaje de las ciencias. Un aspecto fundamental de este trabajo es la diversidad de actividades que se

llevan a cabo en la huerta, las cuales van desde la observación detallada de los procesos naturales hasta la realización de experimentos sencillos. A través de métodos como la observación, la experimentación y la socialización, los estudiantes desarrollan habilidades básicas como la investigación, la comunicación y el trabajo en equipo. Al vincular estas actividades con otras áreas del currículo, se fomenta un aprendizaje integral y significativo.

Asimismo, con la adaptación de las actividades a los intereses de los estudiantes, se garantiza una mayor participación y motivación, lo que a su vez genera un mayor respeto por la naturaleza y el ambiente. Gracias a la observación detallada y sistemática durante el proceso de trabajo de campo, los estudiantes adquieren una comprensión profunda de los ciclos de vida de las plantas y de los factores que influyen en su crecimiento. Con la utilización de una variedad de herramientas, desde lupas hasta microscopios, los estudiantes pueden observar cambios sutiles en la morfología y fisiología de las plantas, identificar plagas y enfermedades, y analizar las interacciones con otros organismos.

La elaboración de este trabajo no sólo representa un esfuerzo particular, sino que constituye una valiosa contribución a la comunidad educativa. Asimismo, al reflexionar sobre nuestra práctica docente y buscar evidencias de su efectividad, fomentamos una cultura de mejora continua. Los resultados de este trabajo pueden servir como modelo para otros docentes y contribuir a la transformación de nuestras aulas en espacios de aprendizaje más dinámicos y significativos, donde los estudiantes se sientan motivados a aprender y a desarrollar todo su potencial.

6. BIBLIOGRAFÍA

Acevedo González, C. (2021). Identificación de *Fusarium oxysporum* causando la amarillez y declinación del poroto (*Phaseolus vulgaris*) en la Región del Maule. Tesis de pregrado de Agronomía. Universidad de Talca, Chile.

<http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12547/3/2021A000279.pdf>

Aguado Culebras, L. (2013). Aislamiento y caracterización de rizobias de leguminosas crecidas en suelos contaminados con mercurio para su uso en biorremediación [Tesis de maestría en microbiología. Universidad Autónoma de Madrid, España]

<https://digital.csic.es/bitstream/10261/200288/1/496380.pdf>

Ariza Angulo, D. (2020). La Huerta Escolar como Estrategia Didáctica de Aprendizaje para el Desarrollo de Competencias con Estudiantes de Primaria Sede "A" del Instituto Agrícola Alto Jordán en Corregimiento Alto Jordán, Municipio Vélez, Santander [Tesis de Licenciatura en Biología con énfasis en Educación Ambiental. Universidad Santo Tomás de Tunja, Colombia] <http://hdl.handle.net/11634/31514>

Barrientos, L. (1989). Antecedentes de la fijación de nitrógeno en leguminosas. V Seminario Nacional de leguminosas de grano, Temuco. Biblioteca INIA.

<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/93725bce-d3c0-4202-9582-b1f402afea72/content>

Benítez de Lezcano, D., Trinidad, S., Agüero, A., Aquino, T. (2000). Programa de Estudio. Currículum Nacional Área Ciencias Básicas y sus Tecnologías. Ministerio de Educación y Ciencias de Paraguay.

https://www.mec.gov.py/cms_v2/adjuntos/5006

Burbano Orjuela, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(2), 117-127. <https://doi.org/10.22267/rcia.163302.58>

Burbano Delgado, A., Gómez, F. (2020). La Huerta Escolar, como estrategia pedagógica para fomentar la cultura ambiental en los estudiantes del grado sexto dos de la Institución Educativa Escuela Normal Superior San Carlos [Tesis para Licenciatura en Biología con énfasis en Educación Ambiental. Universidad Santo Tomás de San Juan de Pasto, Colombia].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/29352/2020angieburbanofrancisco Gomez.pdf?sequence=1>

Calvo García, S. (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. *Biblioteca Digital Dialnet*. Cuadernos del Tomás, ISSN 1889-5328, (3), 173-186. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3761553.pdf>

Carrasco, J., García, J., Valenzuela, F. (s.f.). El suelo y su relación con el manejo. *Boletín INIA* (207), 47-69.

<https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/c9a78826-7957-4521-a580-3581b31a73ea/content>

Centro de Educación e Investigación Didáctico Ambiental, (1998). Huerto Escolar. Primera Edición.

https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/inn_doc_ed_ambiental/es_def/adjuntos/800001c_huerto_escolar_c.pdf

Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A.C, (s.f.). Saber más...Ciclo del Nitrógeno.

http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm_send/109

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1988). Simbiosis leguminosa-rizobio; manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico. Ed. rev. Proyecto CIAT-UNDP de evaluación, selección y manejo de la simbiosis leguminosa-rizobio para aumentar la fijación de nitrógeno. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/SB203.S541_Simbiosis_leguminosa-

[rizobio Manual de m%C3%A9todos de evaluaci%C3%B3n, selecci%C3%B3n y manejo.pdf](#)

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1994). Problemas de producción del frijol en los trópicos. 2ª ed, Pastor-Corrales, M, y Schwartz, H. F. (eds.). [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.P76_Problemas de produccion del frijol en los tropicos.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB327.P76_Problemas_de_produccion_del_frijol_en_los_tropicos.pdf)

Chaparro Neira, J., Ruiz, S., Leiva, D. (2016). Estrategia didáctica para la construcción de conceptos relacionados con las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo: un punto de vista desde la educación ambiental [Trabajo de grado de Licenciatura en Química. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia] <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2268>

Chiappella, J. (s.f.). Riego y Protección de cultivos en la huerta. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25847/mod_resource/content/1/script-tmp-inta-publicacion-riego-y-proteccion-de-cultivos.pdf

Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América, A.C, (s.f.). Saber más...Ciclo del Nitrógeno. http://www.divulgacion.ccg.unam.mx/webfm_send/109

Cómbita Daza, J. (2014). La huerta escolar tradicional agroecológica una herramienta para la aproximación a la soberanía alimentaria en la Institución Educativa Técnica Los Naranjos de Sutatenza – Boyacá [Trabajo de grado de Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia] <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1816>

Degenhart, B. (2016). La agricultura urbana: un fenómeno global. *Revista Nueva Sociedad* (262), 133-146.

https://static.nuso.org/media/articles/downloads/9.TC_Degenhart_262.pdf

Enriquez, A., Cremona, M. (2022). El nitrógeno del suelo y sus formas químicas. Ejemplo de su aplicación como indicador de deterioro de ecosistemas. *Revista Presencia* 33(77), 36-40.

<http://hdl.handle.net/11336/214391>

Erazo Rengifo, N., Ruano, H. (2020). La huerta escolar como estrategia pedagógica interdisciplinar en la construcción del concepto de ecosistema terrestre con los estudiantes de grado sexto de la I. E. San Antonio del municipio de Inzá – Cauca [Tesis de Especialista en Educación Ambiental. Fundación Universitaria Los Libertadores]

<http://hdl.handle.net/11371/3539>

Esteve, P., Jaén, M. (2013). El papel de los ciclos biogeoquímicos en el estudio de los problemas ambientales en Educación Secundaria. *Investigación En La Escuela*, (80), 77–88.

<https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/6917/6110>

FAO. (2015). Suelos y biodiversidad. Los suelos albergan una cuarta parte de la biodiversidad de nuestro planeta.

<http://www.suelos2015.es/sites/default/files/a-i4551s.pdf>

Fernández, F., Gepts, P., López, M. (1985). Etapas de desarrollo en la planta de frijol. En M. López, F. Fernández, A. van Schoonhoven. (Eds.). *Frijol: Investigación y Producción* (pp. 61-78). Centro Internacional de Agricultura Tropical. <http://ciat->

[library.ciat.ciar.org/Articulos_ciat/2015/26201.pdf#page=68](http://ciat-library.ciar.org/Articulos_ciat/2015/26201.pdf#page=68)

Froni, L. (2005). Microbiología básica, ambiental y agrícola. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay.

https://www.ciaorganico.net/documypublic/382_infoagronomo.net_-_Microbiologa_basica_ambiental_y_agricola_lilian_froni_2006.pdf

- Hernández Ramos, J. (2019). Determinación de propiedades de suelos agrícolas a partir de mediciones eléctricas realizadas en campo y en laboratorio [Tesis de Maestro en Geociencias Aplicadas. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C. de México] <https://repositorio.ipicyt.edu.mx/handle/11627/5080>
- Intagri, (2022). Ciclo de germinación del frijol. https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQwSQ_EabppggT_0MtnHIArrbyHhpk1at5u2g&s
- Isidra Arellano, M., Valdés, O. (2022). ¿Cómo controlan las leguminosas el número de nódulos para evitar comprometer su crecimiento y desarrollo?. *Revista de Educación Bioquímica* 41(2), 51-65. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revedubio/reb-2022/reb222b.pdf>
- Kimura, G., Murto, M., Silvero, M. (2016). Contexto Local: una mirada desde la escuela. Guía para la elaboración del Proyecto Comunitario. https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/12269783_02.pdf
- Llamas, F., Acedo, C. (2018). Las leguminosas (Leguminosae o Fabaceae): una síntesis de las clasificaciones, taxonomía y filogenia de la familia a lo largo del tiempo. *Ambiociencias Revista de Divulgación Científica*, (14), 5–18. <https://doi.org/10.18002/ambioc.v0i14.5542>
- Llantén Erazo, C., Muñoz, Y., Caicedo, H. (2021). La huerta escolar como escenario de argumentación en biología: su aporte al aprendizaje de la germinación en los estudiantes de básica primaria [Proyecto de grado para Magíster en Enseñanza de las Ciencias. Universidad Autónoma de Manizales de Colombia] https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/1236/1/La_Huerta_Escolar_Como_Escenario_Argumentación_Biología.pdf
- Luengas Caicedo, N. (2014). El ciclo del nitrógeno, propuesta para ciclo tres de educación media rural [Trabajo de grado para Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia] <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/51937>

- Maldonado Wilches, D., Pinzón, L. (2016). La huerta escolar como medio para el desarrollo de competencias científicas y ciudadanas en estudiantes de un colegio público en Bogotá D.C. [Trabajo de grado para Magíster en Pedagogía. Universidad de la Sabana de Colombia] <https://repositoriosed.educacionbogota.edu.co/server/api/core/bitstreams/a63e7202-de9a-48dd-9076-e997b3c23a19/content>
- Manrique Zabala, A. (2020). La huerta escolar como un ambiente de aprendizaje para aportar en la comprensión de la sustentabilidad ambiental [Trabajo de Grado para Magíster en Educación. Universidad Distrital Francisco José Caldas de Colombia] <http://hdl.handle.net/11349/24374>
- Martínez Rodríguez, K. (2020). Estudio de la luz como condición ecológica que influye en el crecimiento de una planta de frijol, *Phaseolus vulgaris* con niños de tercer grado [Trabajo de grado para Especialista en Docencia de las Ciencias para el nivel básico. Universidad Pedagógica Nacional de Colombia] <http://hdl.handle.net/20.500.12209/13159>
- Murillo Rivas, D. (2023). La Huerta Escolar Desde el Enfoque Etnoeducativo y su Impacto en el Plan de Aula de Ciencias Naturales y Educación Ambiental [Trabajo de grado de Maestría en Educación-Énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Universidad del Valle de Colombia] <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/c5ef27f1-2bcb-465a-a2a3-d7df348d26b7/content>
- Nebel, B., Wrigth, R. (1999). Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible (F. Dávila, Trad.; 7ª ed.). Pearson Prentice Hall.
- Rodríguez, E. (2013) Manual técnico producción de semilla de frijol poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) con tecnología amigable con el ambiente. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/22609>

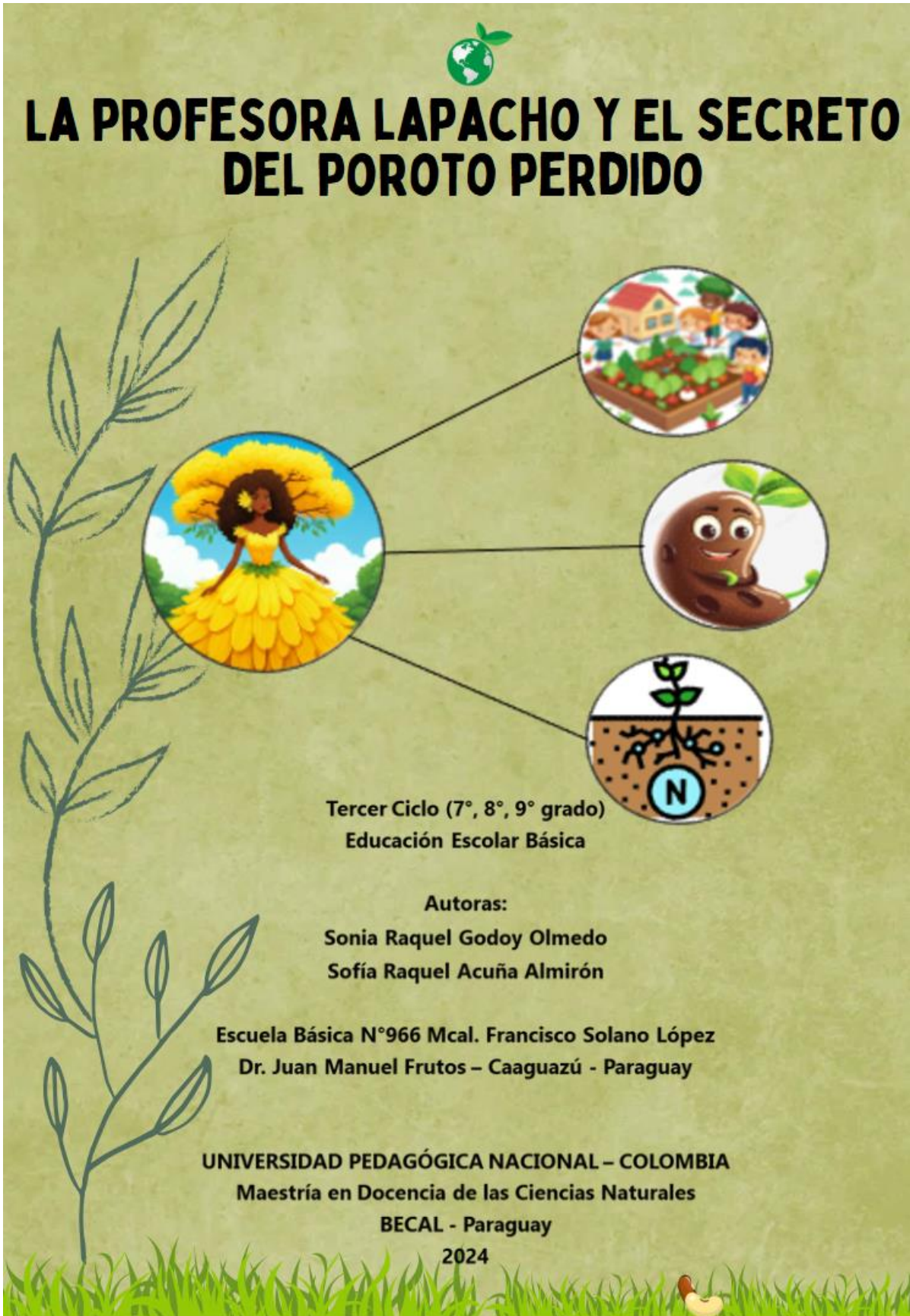
- Romero López, B., González, G. (2021). Mecanismos de promoción del crecimiento vegetal por rizobios simbióticos y asimbióticos.
<http://hdl.handle.net/20.500.12324/36981>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República de Uruguay.
<https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Silva, J. (2013). Huerta Escolar Ecológica” Ka’avoty mbo’ehao hesãiva. Ministerio de Educación y Cultura de Paraguay.
<https://aprendizaje.mec.edu.py/dw-recursos/system/content/ff0789c/Desarrollo%20del%20PEI/Fasciculo%201%20Huertas.pdf>
- Valencia, S., Orozco, J.C., Méndez, O., Giménez, G., Garzón, J.P. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Vásquez García, J., Vilca, N., Malqui, R. (2023). Manual de manejo agronómico de frijol en regiones andinas. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://hdl.handle.net/20.500.12955/2070>
- Voysest, O. (2000). Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de Agricultura Tropical. http://ciat-library.ciar.org/Articulos_CIAT/Digital/SB327.V67_Variedades_de_fr%C3%ADjol_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_su_origen.pdf
- Westermeyer Izquierdo, M. (2006). Efecto de *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* (Frank) y *Pantoea agglomerans* (Beijerinck) inoculadas a la rizósfera de *Trifolium pratense* L. [Tesis de grado de Licenciatura en Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile]
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/faw527e/doc/faw527e.pdf>

Yanac Méndez, L. (2019). Fenología del frijol.

<https://es.scribd.com/document/427573231/fenologia-frijol>

Zambrano Quintero, Y., Rocha, C., Flórez, G., Nieto, L., Jiménez, J., Núñez, L. (2018). La huerta escolar como estrategia pedagógica para fortalecer el aprendizaje. *Cultura. Educación y Sociedad* 9(3), 457-464. <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.9.3.2018.53>

7. ANEXOS



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL - COLOMBIA



MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES

BECAL – PARAGUAY

MATERIAL DIDÁCTICO

“La profesora Lapacho y el secreto del poroto perdido”

Este material didáctico es el producto de la profundización disciplinar y pedagógica del trabajo de grado titulado “La huerta escolar como escenario pedagógico para la comprensión del crecimiento de *Phaseolus vulgaris* en el tercer ciclo de la educación escolar básica”, como requisito para optar al título de Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales

Autoras

Sonia Raquel Godoy Olmedo

Sofía Raquel Acuña Almirón

Asesores

Steiner Valencia Vargas

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales

Universidad Pedagógica Nacional

Ingrid Vera Ospina

Magíster en Docencia de las Ciencias Naturales

Universidad Pedagógica Nacional

Se autoriza su uso con fines exclusivamente educativos, sujeto a referencia de la autoría del mismo.

PRESENTACIÓN

Este material educativo busca establecer las relaciones entre el ciclo del nitrógeno y el desarrollo de la planta de poroto. Para lo cual la profesora Lapacho hará una visita a tu escuela para expresarte sus conocimientos sobre el cultivo mediante explicaciones y demostraciones experimentales en la huerta, además te presentará varios retos en cada aventura para que puedas resolverlos.

Para ello, tendrás tu equipo de trabajo conformado por tus compañeros de clase, con quienes realizarán las actividades teóricas y las prácticas experimentales tanto en la huerta como en el laboratorio, en donde utilizarán herramientas, instrumentos y técnicas que les facilitará llegar a la comprensión de los acontecimientos que se presenten.



Hola. Soy la Profesora Lapacho y vengo a invitarte a vivir una aventura por el maravilloso universo del poroto. Para ello encontrarás en este material los siguientes íconos



Este ícono representa la narración que te cuento en ella podrás encontrar, información, pistas y datos divertidos que te ayudarán en la aventura



Este ícono representa los retos y las reflexiones escritas que debes cumplir para avanzar en nuestra búsqueda



Este ícono representa los diferentes materiales que te pueden ayudar en tu aventura



Este ícono representa los actividades de observación que realizaremos



Este ícono representa los montajes experimentales y la actividad en la huerta de nuestro colegio





Capítulo 1.

LA PROFESORA LAPACHO DE VISITA

En el corazón de un pequeño pueblo paraguayo, donde la tierra fértil y productiva se extendía bajo un cielo azul intenso, vivía la profesora Lapacho. Caracterizada por su amor y entusiasmo por la enseñanza y su inigualable conexión con la naturaleza, la profesora Lapacho era una persona muy querida, de espíritu contagiante, con una sonrisa tan radiante como el sol y una pasión por la historia y la cultura de su país.

Un día radiante y soleado, la profesora Raquel, encargada de la producción de la huerta en la Escuela Mariscal Francisco Solano López del pueblo, en donde acuden varios niños de las zonas aledañas, anunció a sus alumnos que recibirán una visita muy especial de la experta en el cultivo de poroto: la profesora Lapacho, para tratar varios puntos en relación con el tema. A lo largo de su camino descubrió la relación que existe entre el poroto y la cultura paraguaya, su importancia como fuente de sustento para las comunidades rurales.



La profesora Lapacho comenzó la clase hablando sobre la importancia del cultivo de poroto como una de las plantas alimenticias más usadas en Paraguay. El poroto es un alimento rico en proteínas, vitaminas y minerales, que ha sido parte de nuestra cultura y gastronomía durante siglos, dijo la profesora. Es un ingrediente adaptable que se puede utilizar en una gran variedad de comidas, desde sopas y guisos hasta ensaladas y postres.

Para demostrar la practicidad del poroto, la profesora Lapacho invitó a los alumnos a probar algunas muestras de alimentos preparados con poroto. Había sopa de poroto con verduras y queso, empanadas, ensalada y dulces de poroto. Los alumnos disfrutaron de los deliciosos manjares y estilo de los platos, se sorprendieron de todo lo que puede hacerse con este simple ingrediente.



INTEGRÁNDOTE EN LA AVENTURA

La profesora Lapacho quiere que hagas parte de su equipo y para ello trabajando en equipo te propone tres retos



RETO 1 ¿Cómo te imaginas a la profesora Lapacho y por qué quieres hacer parte de su equipo?

Elabora un retrato de la Profesora Lapacho empleando la información del cuento y lo que imaginas acerca de ella



a. ¿Por qué crees que su nombre es Lapacho?
¿Qué tiene que ver con nuestro país?

b. ¿De dónde viene la profesora Lapacho?

c. ¿Cuál crees que es su profesión?

d. ¿Qué experiencia crees que tiene ella?

e. ¿Qué te gustaría aprender de ella?

f. Con tu equipo inventa un jingle para la profe Lapacho, puedes tener en cuenta este caso en Colombia

<https://www.youtube.com/watch?v=9HKYlxZyaXw>





RETO 2 ¿Por qué Lapacho?

Observa detalladamente la siguiente infografía de la *Ceiba pentandra*

Nombre del árbol y descripción general y taxonomía

Descripción de sus estructuras

La Ceiba

Es un árbol del bosque tropical que puede crecer hasta 40 m de altura en algunas comunidades selváticas

Las hojas están dispuestas en espiral, aglomeradas en las puntas de las ramas y miden de 11 a 40 cm de largo



Los frutos son cápsulas ovoides y contienen numerosas semillas negras de 4 a 8 mm de largo, rodeadas de abundante vello sedoso blanco o plateado



Las fibras que se obtienen de los frutos se utilizan para relleno de almohadas, cojines, colchones y algunos artículos de mueblería



Para la cultura maya el árbol de Ceiba es sagrado y aparece en algunas de sus esculturas y murales

Se usa como planta ornamental, ya que su abundante follaje proporciona buena sombra

De las semillas se obtiene un aceite de color amarillento que se usa para cocinar o para fabricar jabones

La corteza es ligeramente fisurada, gris plomiza a verdosa, su madera es consistente y las raíces crecen hacia abajo

Brinda cobijo a un gran número de especies animales como tucanes, serpientes, ranas, cazamoscas, insectos e incluso monos



f t i xeva Tabasco xeva.com.mx • Fuente: Blog Xcaret

Importancia cultural

Importancia ecológica

Ahora, elabora una infografía similar con el árbol de Lapacho, puedes incluir información adicional específica para el árbol (dibujos, datos curiosos, usos, distribución, importancia comercial, etc...)

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to create an infographic about the Lapacho tree. The box is centered on the page and occupies most of the vertical space below the text.

RETO 3 ¿Cuál es la relación del poroto con nuestra escuela?

Elabora un mapa del lugar donde se encuentra nuestra escuela utilizando para ello herramientas como google maps o google earth

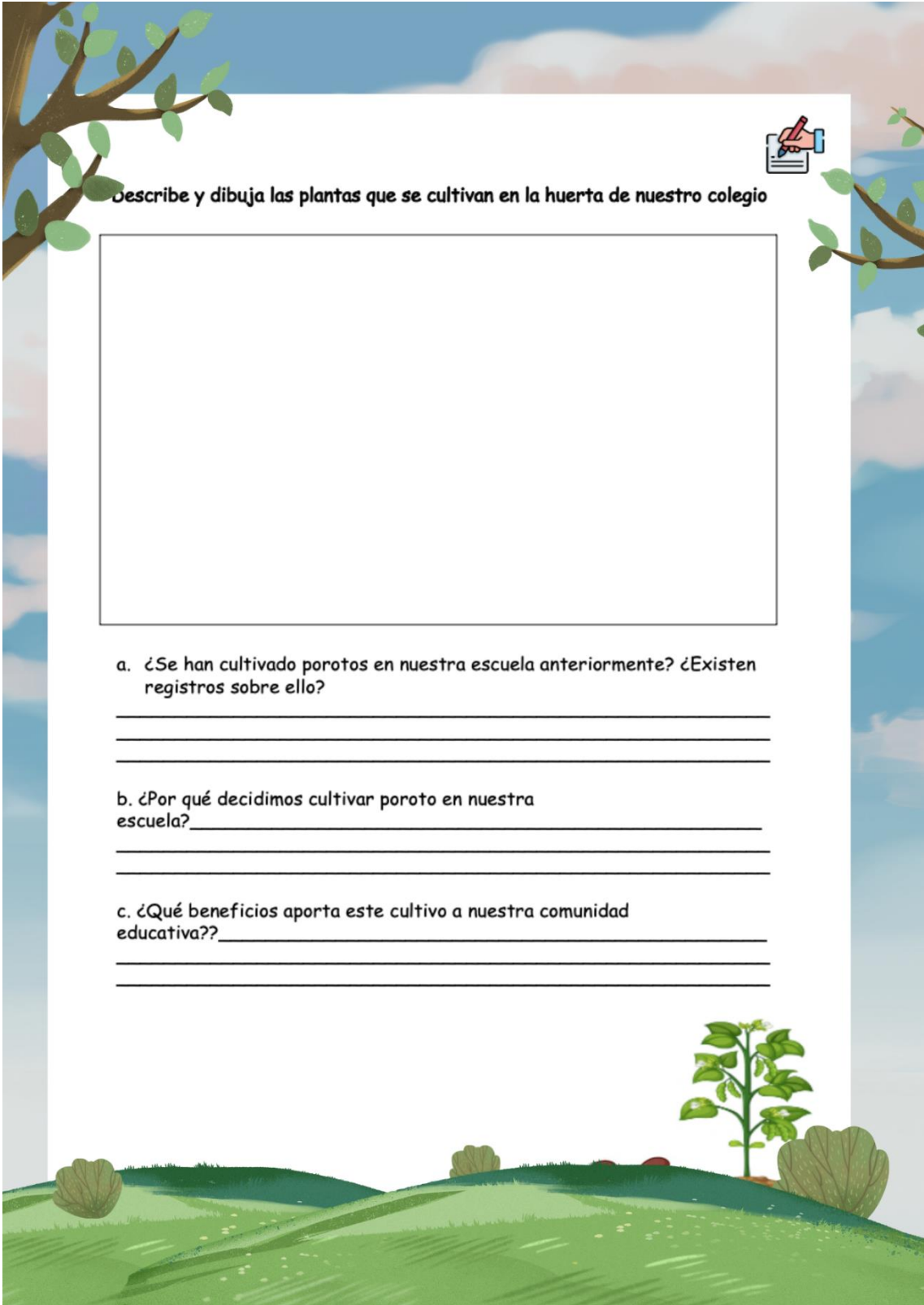


Luego de reconocer el lugar donde está nuestra escuela...
¿Qué es una huerta escolar?



Visita la huerta de la escuela y elabora un plano donde representes su organización, las plantas que encuentras y los diferentes materiales presentes en ella





Describe y dibuja las plantas que se cultivan en la huerta de nuestro colegio



a. ¿Se han cultivado porotos en nuestra escuela anteriormente? ¿Existen registros sobre ello?

b. ¿Por qué decidimos cultivar poroto en nuestra escuela?

c. ¿Qué beneficios aporta este cultivo a nuestra comunidad educativa??

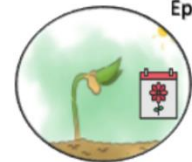


Características del cultivo de poroto en la huerta

La Profesora Lapacho comenzó a hablar sobre el cultivo del poroto en una huerta: "es una planta fácil de cultivar, no requiere mucho espacio ni cuidados especiales, y es adaptable a diversos climas y tipos de suelo".

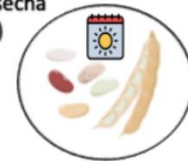
Para reflexionar sobre el tema, la profesora Lapacho invitó a los alumnos a responder y formular algunos cuestionamientos como: "¿Si conocen, qué tipos de porotos existen?", un alumno respondió que en Paraguay existen varios tipos, como el poroto negro, el rojo, el pinto y el blanco". Otro alumno preguntó: "¿Cuándo se siembra el poroto?", a lo que la Profesora Lapacho respondió: "El poroto se siembra en primavera, cuando el clima es cálido y la tierra está húmeda". Finalmente, otro alumno preguntó: "¿Cuándo se cosecha el poroto?", y la profesora Lapacho respondió: "El poroto se cosecha cuando las vainas se secan y las semillas están maduras".

Tipos de poroto



Época de siembra
(primavera)

Época de cosecha
(verano)



Después de los cuestionamientos, la Profesora Lapacho dividió la clase en equipos y a cada uno les asignó una tarea con relación al cultivo de poroto. Un equipo se encargaría de preparar la tierra para la siembra, otro equipo sería responsable de sembrar las semillas, y el tercer equipo se encargará de regar y cuidar las plantas.



La Profesora Lapacho guió a cada equipo en el uso de las herramientas necesarias para las labores de campo. Enseñó a los alumnos cómo preparar el suelo para la siembra, cómo sembrar las semillas de manera correcta, utilizando sustratos y almácigos requeridos y cómo regar las plantas sin ahogarlas, rociándolas con pequeñas gotas de agua. También les explicó la importancia de controlar las plagas y enfermedades que pueden afectar al cultivo, utilizando productos caseros y los recursos disponibles en la huerta.

Mientras los alumnos trabajaban en equipo, la profesora Lapacho y la profesora Raquel realizan un recorrido, observando el trabajo de los equipos y respondiendo a sus preguntas. La profesora Lapacho aprovecha la oportunidad para reforzar el aprendizaje teórico, relacionándolo con la práctica que realizan los alumnos, preguntándoles ¿Qué aprendieron?

"En la teoría aprendimos sobre los diferentes tipos de porotos, cuándo se siembran y cómo se cosechan", dijo un alumno. "Pero ahora, al trabajar en la huerta, estamos poniendo en práctica todo lo que hemos aprendido", agregó otro. La profesora Lapacho destaca que por medio de estas prácticas de campo, se demuestra la conexión que existe entre los aprendizajes teóricos y experimentales.

CONOCIENDO AL POROTO Y LAS HERRAMIENTAS DE LA HUERTA

La profesora Lapacho quiere diligenciar el siguiente material, para reconocer las necesidades del cultivo del poro

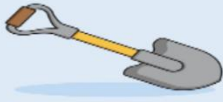
FICHA DE NECESIDADES DE LA PLANTA POROTO



NECESIDADES DE LA PLANTA DE POROTO	TIPO DE SUELO	RIEGO	ILUMINACIÓN
SIEMBRA DEL POROTO	ÉPOCA	ESPACIO DISPONIBLE	
COSECHA DEL POROTO	TEMPORADA	FORMA DE RECOLECCIÓN	

Reto 5 Luego de realizar las labores de campo, procede a completar el siguiente cuadro mencionando y dibujando las herramientas habituales empleadas para la preparación de terreno de una huerta



		
<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA: Pala</p>	<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA:</p>	<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA:</p>
<p>USOS: Se utiliza para cavar el suelo, remover y hacer hoyos.</p>	<p>USOS:</p>	<p>USOS:</p>
<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS Alejar extremidades de la base. Luego de utilizarla se debe lavar, secar y guardarla en el depósito.</p>	<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS:</p>	<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS:</p>
<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA:</p>	<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA:</p>	<p>NOMBRE DE LA HERRAMIENTA:</p>
<p>USOS:</p>	<p>USOS:</p>	<p>USOS:</p>
<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS:</p>	<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS:</p>	<p>PRECAUCIONES Y CUIDADOS:</p>



Capítulo 2. EL POROTO UN TESORO POR DESCUBRIR

Un día reluciente y soleado, la Profesora Lapacho invitó a los alumnos a hacer un recorrido dentro de la huerta para realizar observaciones sobre el cultivo de poroto. Los alumnos se dirigían por los senderos de la huerta y de repente fijaron su mirada en las pequeñas plantas de poroto que brotaban con vigor entre la tierra fértil, quedaron fascinados y encantados por sus bellezas, por lo que decidieron convertirla en el centro de una nueva aventura científica.



Con lupa en mano, se acercaron por equipo a la planta de poroto para examinarla de cerca. Sus ojos se abrieron de par en par al percibir los detalles diminutos que antes habían pasado desapercibidos. Observaron las hojas verdes y brillantes, con su textura suave y venas complejas que parecían un mapa de un mundo desconocido.



Los días se tornaron largos y las plantas de poroto crecieron con fuerza y vigor. Sus tallos se extendían como brazos buscando el sol, mientras que sus hojas se desplazaban como abanicos captando la luz. Otro día, volvieron a hacer un recorrido, en donde descubrieron pequeños brotes blancos en las axilas de las hojas, eran las flores de la planta, delicadas y hermosas, parecían unas pequeñas estrellas que han brotado de la tierra.

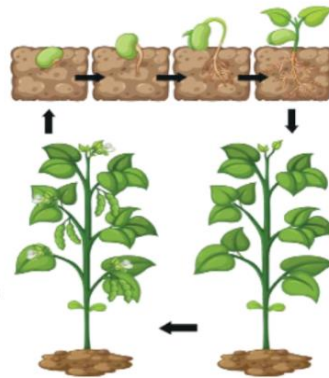
Pasó el tiempo, volvieron a realizar las observaciones, en donde vieron que las flores se marchitaron y en su lugar aparecieron unas vainas verdes alargadas, colgadas en cada ramita de la planta. Los alumnos observaban con atención, notando cómo iban creciendo y cambiando de color. Un día, las vainas se abrieron, revelando en su interior un tesoro de semillas brillantes, las recogieron con cuidado, sintiendo su textura suave y lisa en sus manos.



La profesora Lapacho les indicó que hagan una infografía para ilustrar el viaje mágico de las semillas de poroto. En ella, dibujaron cada etapa del desarrollo de la planta, desde la siembra hasta la cosecha de las semillas. Sus dibujos fueron acompañados de descripciones detalladas y observaciones científicas que habían realizado a lo largo del proceso.

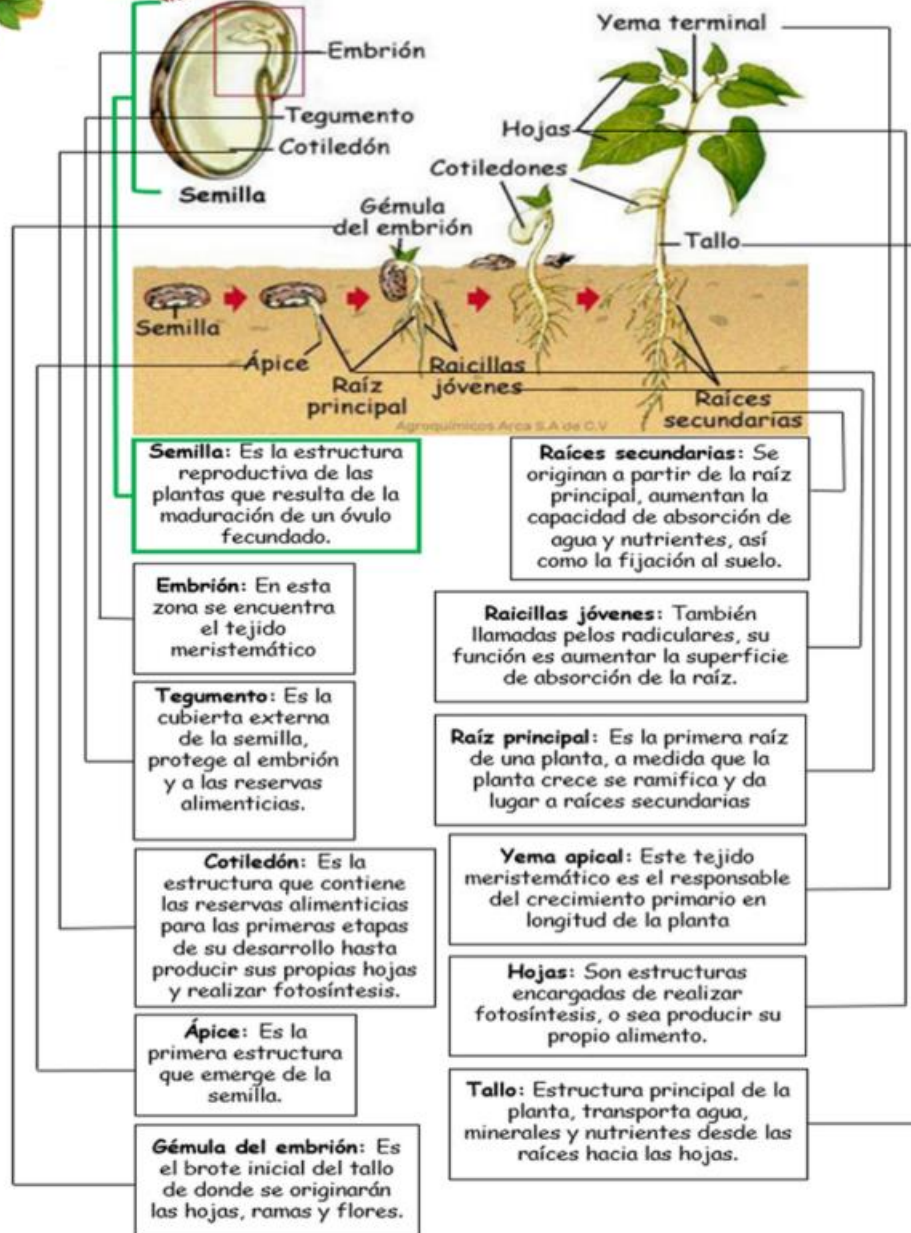
La infografía se convirtió en un mapa del tiempo, una guía que les permitió comprender la transformación de una pequeña semilla en una planta robusta y fructífera. Cada etapa del desarrollo era un capítulo en la historia de la vida, una prueba de la increíble capacidad de la naturaleza para crear belleza y abundancia.

Por medio de la aventura con la planta de poroto, los alumnos descubrieron un mundo de conocimientos y encantos. Aprendieron sobre la importancia de la observación, la investigación y la representación científica. Pero, sobre todo, descubrieron la magia de la naturaleza y el poder que tiene la curiosidad para abrirnos las puertas a un universo de posibilidades incalculables.





Este es el diagrama que construimos mis estudiantes aventureros y yo te invito a que lo leas y lo analices



Rojas, U. (2017). Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/344222222/Organogratia-vegetal-194666666>





Reto 1 Laboratorio de observación y análisis de la morfología de la semilla de poroto

Protocolo de laboratorio: observación y análisis de la morfología de la semilla de poroto

Objetivo: Observar y analizar la estructura morfológica de la semilla de poroto en sus distintas etapas de desarrollo, con el fin de comprender su función y relacionarlas con el ciclo de vida de la planta.

Materiales:

- Semillas de poroto
- Lupa, microscopio, estereoscopio
- Portaobjetos, cubreobjetos
- Navaja
- Pinzas
- Gotero
- Solución de lugol
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de laboratorio

PROCEDIMIENTO

OBSERVACIÓN A SIMPLE VISTA 01

observa cuidadosamente las semillas de poroto a simple vista. Describe su forma, tamaño, color u otra característica que puedas identificar.



02 OBSERVACIÓN CON LUPA



utiliza una lupa para examinar detalladamente la semilla. Identifica las siguientes partes: tegumento, hilum, micropila, embrión y cotiledones.

OBSERVACIÓN CON ESTEREOSCOPIO 03

corta la semilla con la navaja, hidrata con agua destilada, coloca sobre un portaobjetos limpio y seco, luego colócala sobre la platina del estereoscopio y observa detenidamente las estructuras.



04 OBSERVACIÓN CON MICROSCOPIO



con un gotero agrega una gota de solución de Lugol sobre la muestra, espera unos segundos para que la tinción penetre en el tejido, con un papel absorbente retira el exceso de Lugol alrededor del cubreobjetos y observa las estructuras.

ANÁLISIS DE LO OBSERVADO 05

hacer comparaciones de las cuatro observaciones, identifica las partes de la estructura de la semilla y analizar la influencia del Lugol en la observación



La profesora Lapacho quiere que el trabajo realizado en el laboratorio sea conocido por todos en el pueblo, por ello habló con el encargado del periódico local y nos permitieron presentar una primera plana con nuestros hallazgos. Emplea el siguiente formato para construir la primera plana de tu equipo



TÍTULAR DE LA NOTICIA: _____	
Imagen de la semilla a simple vista y lupa	Descripción detallada de las observaciones: _____ _____ _____
_____ _____ _____ _____	Imagen de la semilla usando estereoscopio
Imagen de la semilla usando microscopio y con tinción de lugol	_____ _____ _____
Escribe tres conclusiones a las que llegas luego de realizar la observación de semillas de fríjol con tinción de Lugol _____ _____ _____	





Reto 2 Laboratorio de Germinación y seguimiento

Protocolo de laboratorio: Observación y documentación de las etapas de crecimiento de la planta de poroto.

Objetivo: Observar y documentar las etapas del desarrollo de una planta desde la semilla hasta la plántula, identificando las estructuras involucradas en cada fase.

MATERIALES



Semillas de poroto



Algodón



2 vasos transparentes



Agua



Caja

PROCEDIMIENTO

01

Humedece con agua el algodón y colócalo en los dos vasos.



02

Coloca 3 semillas de poroto sobre el algodón en cada vaso, esto es en caso de que alguna no germine. Rotula los vasos 1 y 2.



Con luz

Sin luz

03

Coloca el vaso 2 dentro de una caja y tápala para que no reciba luz. Abra la caja solo para humedecer el algodón cada dos días y la vuelves a cerrar.



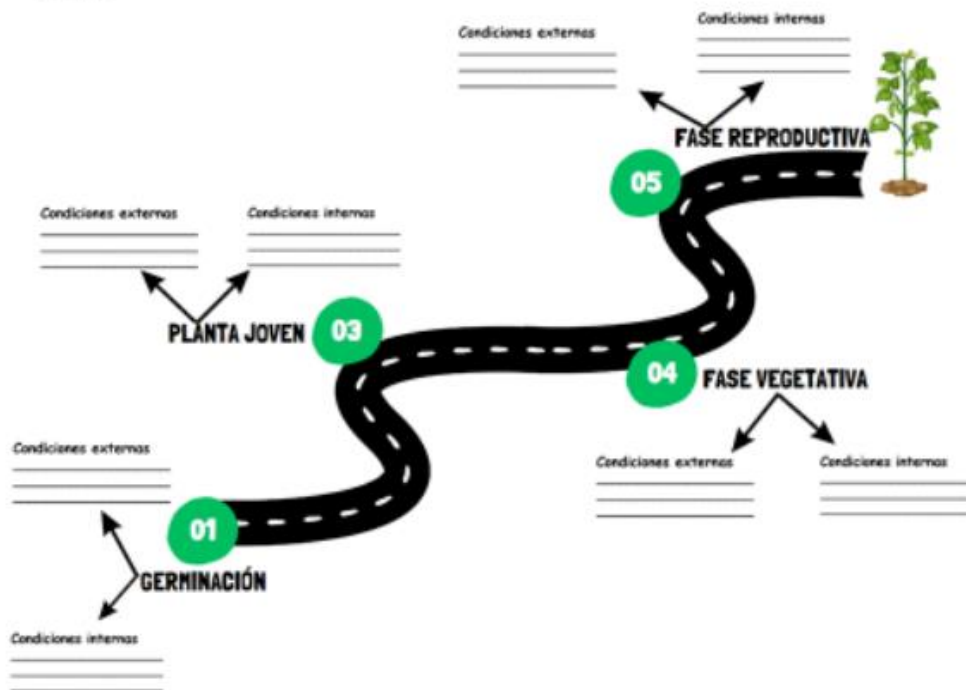
04

Ubica la caja con el vaso 2 y el vaso 1 en un lugar ventilado y donde reciban luz solar. Humedece el algodón de los vasos cada dos días



Aprendo en casa (s.f.). Recuperado de: <https://recursosaprendoencasa.pe/real/modality/abr/level/primaria/grade/2/speciality/0/sub-speciality/0/recursos/s27-primaria-2-guia-dia-2.pdf>

La profesora Lapacho quiere que construyas una línea del tiempo con las observaciones y descripciones realizadas. Ten en cuenta que debes detallar las condiciones internas de cada momento, es decir las estructuras presentes y las condiciones externas como irradiación, temperatura, agua... Emplea el siguiente formato para construirla con tu equipo





Capítulo 3. LAS MASAS MISTERIOSAS EN LA RAÍZ DEL POROTO, ENFERMEDAD O DINÁMICA DE LA VIDA?

Un día, mientras los alumnos exploraban la huerta escolar, descubrieron algo asombroso: en las raíces de los porotos, había unos pequeños bultos redondos, como nudos de un collar.

¡Miren! ¡Qué raro! exclamó Juan, señalando uno de los bultos.

¡Parecen pequeñas bolitas de tierra! añadió Juan, maravillado.

La profesora Lapacho, al ver el entusiasmo de sus alumnos, decidió que era el momento justo para el desarrollo de una clase especial en la huerta. Con sus lupas y sus cuadernos de campo, los alumnos observaron las raíces de los porotos para examinar las misteriosas bolitas.

Niños, estos bultos redondos o bolitas de tierra son llamados nódulos, explicó la profesora. Pero, ¿qué creen que son? ¿Una enfermedad? ¿O algo que ayuda a la planta a crecer?

Los niños comenzaron a formular sus propias ideas. Algunos pensaban que eran nidos o huevos de insectos pequeños, otros que eran bolitas formadas de tierra. La profesora Lapacho escuchaba atentamente cada una de sus opiniones, estimulando la curiosidad y el pensamiento crítico de los alumnos.



Vásquez et al., (2023). Recuperado de:
https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2070/1/V%c3%a1squez_et-al_2023_manual_frijol.pdf

seguimos descubriendo....



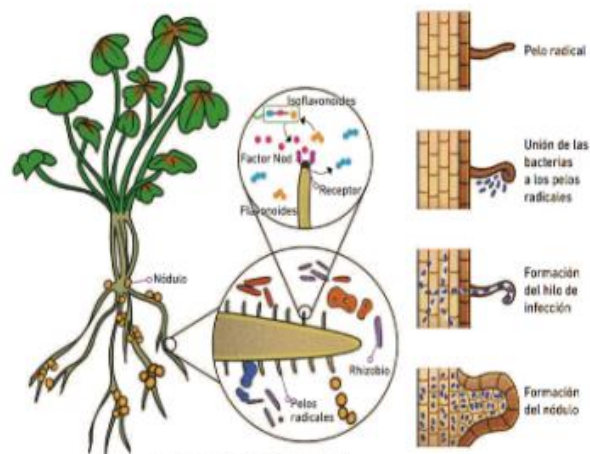
Para resolver el misterio, la profesora Lapacho propuso un experimento. Los alumnos, divididos en grupos, cavaron cuidadosamente alrededor de las raíces de las plantas de poroto y las extrajeron, así también lo hicieron con otros tipos de plantas que se encontraban en la huerta para compararlas. Luego, observaron atentamente las raíces de cada una de ellas, registrando todas las diferencias encontradas.

En esas observaciones, los niños notaron que las plantas con nódulos crecían más fuertes que las otras. Además, descubrieron que los nódulos se presentan en diferentes tamaños.

¡Los nódulos son como pequeñas fábricas de comida para las plantas!, exclamó una alumna, entusiasmada al observar las diferencias.

La profesora Lapacho sonrió. ¡Muy bien, excelente! Tienes toda la razón! Eso es precisamente lo que quería decir. Dentro de estos nódulos viven unas bacterias muy especiales que ayudan a la planta a tomar el nitrógeno del aire y convertirlo en alimento. Gracias a ellas, nuestras plantas de poroto pueden crecer fuertes y sanas.

Los niños muy sorprendidos se quedaron maravillados. Habían descubierto un secreto de la naturaleza por sí mismos. Y lo más importante, habían aprendido que la ciencia no solo se trata de libros y experimentos, sino también de observar, preguntar y descubrir el mundo natural al alcance de sus manos.



Romero y González, (2021). Recuperado de: https://repository.agsosiaa.co/bitstream/handle/20500.12324/36981/Ver_documento_25.pdf?sequence=5&Allowed=y

Descubriendo los secretos de las raíces



La profesora Lapacho quiere que descubras con tu equipo de trabajo el secreto que tienen las raíces, y para ello se convertirán en investigadores para realizar los siguientes retos:

Reto 1. Extracción y observación de raíces. Con tu equipo realizarás un recorrido por la huerta, luego extraerán las raíces de una planta de poroto y otra planta cualquiera para hacer las observaciones y comparaciones.

Utilizarán una lupa para observar la estructura externa de las raíces de ambas plantas.

A partir de esta actividad, realizarán dibujos detallados de los nódulos y raíces, incluyendo las diferencias encontradas entre las plantas con y sin nódulos.

Planta con nódulos	Planta sin nódulos



Reto 2. Construcción de maquetas

Con tu equipo de trabajo construirás maquetas tridimensionales de un nódulo y de una raíz con nódulos

Una vez construidas estas maquetas se realizará la presentación de las mismas y serán socializadas las siguientes cuestiones:

a- ¿Qué son los nódulos?

b- ¿Por qué son importantes los nódulos?

c- ¿En qué plantas se encuentran?

manos a la obra...



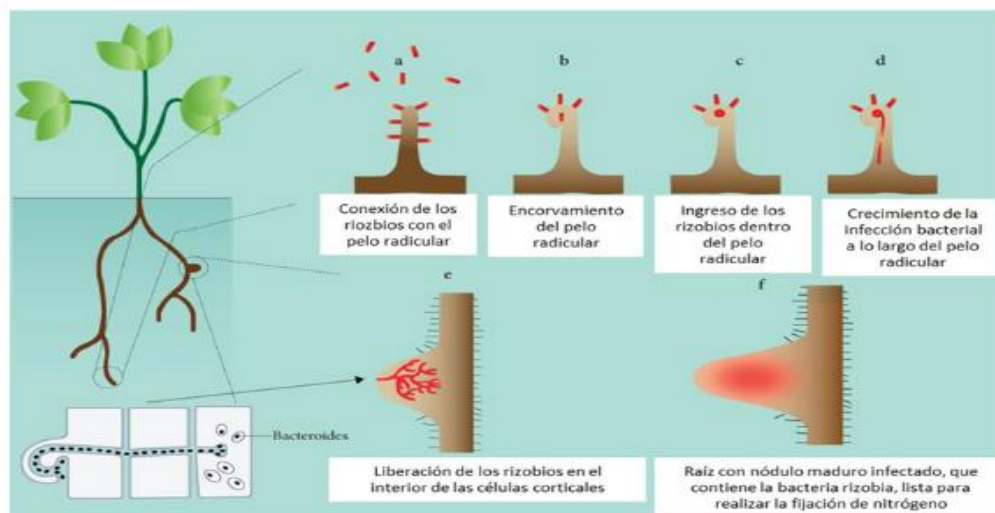


Capítulo 4. EL PROCESO EN LAS RAÍCES DEL POROTO: LAS BACTERIAS Rhizobium TRANSFORMAN EL AIRE EN NUTRIENTES

La profesora Lapacho, un día reunió a sus alumnos y les habló de un proceso muy especial que ocurría en el suelo. ¿Sabían que en las raíces de nuestros porotos sucede un proceso maravilloso?, preguntó con una sonrisa misteriosa.

Los niños se miraron asombrados. ¿Un proceso maravilloso bajo tierra? Pero no es un proceso cualquiera, continuó la profesora. Es un proceso muy especial, donde se transforma el aire en nutrientes.

En las raíces de los porotos vivían unas bacterias llamadas Rhizobium. Son diminutas, tanto que permanecen invisibles a nuestros ojos, pueden tomar el nitrógeno del aire y transformarlo en nutrientes para las plantas, continuó diciendo.



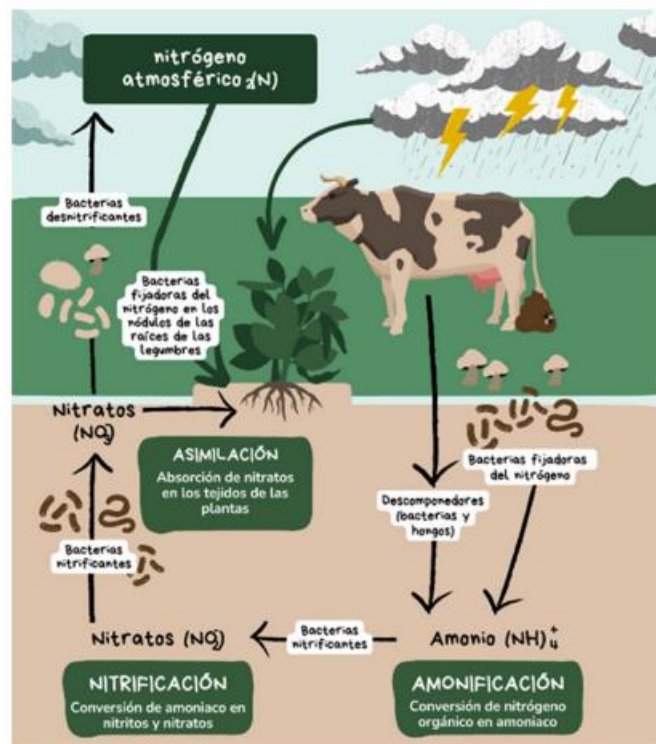
Aguado, L. (2013). Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/200288/1/496380.pdf>

Imaginen, dijo la profesora Lapacho, que el nitrógeno es una sustancia, pero las plantas no pueden tomarlo directamente, así como así. Los *Rhizobium* son bacterias "expertas" que toman esa sustancia del aire y la transforman en nutrientes para que las plantas pueden crecer fuertes y saludables.

Los niños se imaginaron a las bacterias *Rhizobium* transformando en nutrientes el nitrógeno que se encuentra en el aire ¿Y cómo hacen para transportar los nutrientes hasta las hojas?, preguntó una niña curiosa.

¡Es muy simple! respondió la profesora. Las raíces absorben esos nutrientes distribuyéndola por toda la planta.

Desde ese día, los niños observaron sus porotos con otros ojos. Sabían que en el suelo se escondía un proceso maravilloso, donde las raíces participan del proceso de absorción y transporte de nutrientes. Y cada vez que comían un poroto, pensaban en los *Rhizobium* y en la maravillosa transformación que ocurría bajo tierra.



Reto 1 Laboratorio de observación de nódulos y bacterias *Rhizobium*



Protocolo de laboratorio: observación y análisis de nódulos y bacterias fijadoras de nitrógeno en las leguminosas.

Objetivo: Desarrollar habilidades científicas por medio de la observación, experimentación e interpretación de resultados.

Materiales:

- ✓ Raíces de poroto
- ✓ Muestras de bacterias *Rhizobium*
- ✓ Lupa y Microscopio
- ✓ Portaobjetos y cubreobjetos
- ✓ Navaja o bisturí, pinzas
- ✓ Agua y Lugol

PROCEDIMIENTO

OBSERVACIÓN CON LUPA 01

utiliza la lupa para examinar los nódulos de las raíces. Describe su forma, tamaño, color u otra característica que puedas identificar.



02 OBSERVACIÓN DE NÓDULOS CON MICROSCOPIO

corta un trozo del nódulo con la navaja, hidrata con agua, coloca sobre un portaobjetos limpio y seco, luego colócala sobre la platina del microscopio y observa detenidamente sus estructuras.

OBSERVACIÓN DE RHIZOBIUM CON MICROSCOPIO

03

con un gotero agrega una gota de solución de Lugol sobre la muestra, espera unos segundos para que la tinción penetre en el tejido, con un papel absorbente retira el exceso de Lugol alrededor del cubreobjetos y observa la morfología de las bacterias.



04 ANÁLISIS DE LO OBSERVADO



hacer comparaciones de las dos primeras observaciones, reconocer la presencia de bacterias y analizar la influencia del Lugol en la observación. En cuanto a la observación de bacterias, identificar si son Gram positivas o negativas, y que forma tienen.

Luego de realizar las experimentaciones en el laboratorio, la profesora Lapacho te tiene una actividad super divertida para recordarte de las palabras que empleaste durante esa experimentación.



¿Puedes encontrar todas las palabras asociadas con las observaciones de laboratorio sobre nódulos y bacterias *Rhizobium* en esta sopa de letras?

Recuerda que las palabras pueden estar en horizontal (de izquierda a derecha), en vertical (de arriba abajo) o en diagonal (de la parte superior izquierda a la inferior derecha).

L	R	T	B	A	C	I	L	O	S	E	Y	A	D	Z	J	F	G	S	Z
E	T	R	H	Y	Z	K	L	S	G	R	S	P	H	S	O	I	Z	I	A
G	Y	E	E	T	Q	U	W	E	S	F	N	O	J	D	Z	J	H	S	P
U	G	V	F	G	T	R	B	Q	U	Q	E	S	F	N	S	A	F	O	B
M	H	B	H	P	G	A	G	Q	U	W	E	G	V	O	P	D	R	A	Q
I	J	N	X	A	H	I	N	P	T	T	Q	Y	B	G	L	O	D	G	U
N	K	K	E	L	J	C	B	Q	U	W	E	S	F	N	T	R	C	U	W
O	G	R	A	M	N	E	G	A	T	I	V	A	S	O	H	A	B	A	E
S	L	P	Q	B	R	S	M	I	U	N	O	L	N	I	K	S	N	O	S
A	I	L	P	M	B	Q	U	W	E	S	F	N	Z	H	M	N	R	L	F
K	W	M	I	X	E	J	R	U	K	M	S	O	M	J	N	W	M	A	N
M	R	W	E	C	W	Y	E	O	E	L	B	Q	U	W	E	S	F	N	L
Z	X	T	A	B	A	T	N	Y	G	I	N	I	E	J	J	N	B	S	U
Q	V	V	U	T	A	E	W	S	U	U	B	A	C	T	E	R	I	A	S
U	B	C	Y	F	G	R	T	M	Y	J	M	E	V	L	T	Z	G	Q	O
W	T	N	H	O	V	E	Y	Q	U	W	E	S	F	N	F	K	E	L	L
E	U	M	R	D	B	Q	U	W	E	S	F	N	H	S	D	L	D	I	U
S	I	T	H	G	Q	U	W	E	S	F	N	F	J	E	S	I	S	C	D
F	I	F	G	Q	N	C	S	D	B	Q	U	W	E	S	F	N	Z	A	O
N	P	D	B	L	Q	U	W	E	S	F	N	N	Z	R	Z	O	C	B	N



RAICES
NODULOS
BACTERIAS
RHIZOBIUM
POROTO

BACILOS
GRAM NEGATIVAS
NITROGENO
FIJADORAS
LEGUMINOSA

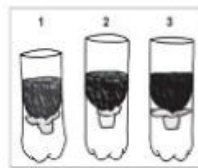


Reto 2. Un viaje por las propiedades del suelo



La profesora Lapacho quiere que te unas a tu equipo para realizar montajes experimentales para observar el comportamiento del suelo a partir de sus propiedades en las siguientes actividades:

01 ¿Con qué rapidez se mueve el agua en el suelo?



Así como en la imagen, prepararás tres botellas plásticas con arena, limo y arcilla y verter agua la misma cantidad a cada una. Observar cuál suelo permite que el agua pase más rápido y cuál la retiene.

PERMEABILIDAD

AgroInfo enciclopedia (s.f.). Recuperado de <https://ca.rieha.ca/diagrama%20de%20un%20filtro%20de%20suelo.pdf>

02

¿Qué tan ácido o alcalino es el suelo de la huerta de mi escuela?



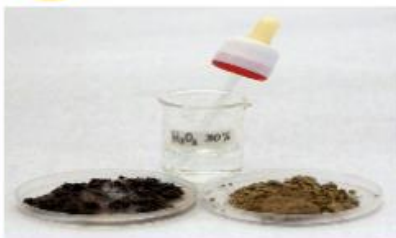
Tips y Temas Agronómicos (2016). Recuperado de <https://www.tipsytemasagronomicos.com/saber-facilmente-el-ph-de-tu-suelo/>

Para realizar este experimento, debes sacar 2 muestras de suelo de diferentes lugares de la huerta de tu escuela, luego debes humedecer la muestra y aplicar para cada caso vinagre y bicarbonato de sodio, puedes hacerlo en un frasco de vidrio. Si al aplicar vinagre el suelo burbujea, significa que es un suelo alcalino con un pH +7. Y si al aplicar bicarbonato de sodio burbujea el suelo, eso quiere decir que es ácido con un pH -7. En el caso que de que no burbujee, es un suelo neutro =7.

pH

03

¿Cuánto "burbujea" el suelo de la huerta de tu escuela?



Tienes que extraer dos muestras de suelo de uno 20 g aproximadamente, humedéclo ligeramente con agua, luego aplica unas gotas de agua oxigenada. Si el suelo es muy orgánico se producirá burbujeo, en el caso de que no ocurra, significa que el suelo es pobre en materia orgánica. Se utiliza agua oxigenada porque al entrar en contacto con el suelo ocurre una oxidación que descompone la materia orgánica y libera oxígeno.

MATERIA ORGÁNICA

Baldy et al. (2016). Recuperado de <https://www.riohuachuco.com/wp-content/uploads/2016/05/El-suelo-en-la-escuela-121616-1.pdf>

Luego de tus prácticas experimentales con las propiedades del suelo, la profesora Lapacho quiere que completes el siguiente cuadro de acuerdo a tus resultados de experimentación.



Tipos de suelo	¿Es permeable?	¿Contiene materia orgánica?	¿Es apto para el cultivo de plantas?
 Arena			
 Limo			
 Arcilla			



Reto 3. Descifrando el papel del nitrógeno



En esta aventura nos convertiremos en pequeños científicos investigando la influencia de diferentes concentraciones de sales de nitrógeno en el crecimiento de las plantas.

Objetivo: Demostrar la influencia que tiene las diferentes concentraciones de sales de nitrógeno en el crecimiento de las plantas.

Materiales

- Semillas de poroto
- Macetas o vasos de plástico
- Sustrato para macetas
- Tierra, Agua
- Fertilizante nitrogenado (nitrato de amonio, urea)
- Balanza, cinta métrica
- Etiquetas, jeringa

PROCEDIMIENTO

- 01** Cargar seis macetas con la tierra y el sustrato, mezclar bien, humedecerla suavemente con agua.



- 02** Etiquetar las macetas en el siguiente orden: dos serán Testigo (sin aplicación), a dos se les aplicará nitrato de amonio y a las dos últimas urea. Posteriormente se realizarán las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados, por cada 100 ml de agua se mezclará 0,1 g de cada fertilizante, para la aplicación se utilizará una jeringa midiendo 1 ml para cada maceta. Luego se realizará la siembra de dos semillas de poroto en cada maceta, cubrir las y ubicarlas en la oscuridad. Regarlas.



- 02** Una vez que germinen y emerjan las plántulas ubicarlas en lugar con luminosidad, regarlas todos los días. Medir la altura de la planta cada semana desde su emergencia durante 7 semanas, luego extraer de la maceta la planta para medir la longitud de crecimiento de la raíz y observar la formación de nódulos.



Durante el proceso de germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas de poroto, debes llenar la siguiente tabla de registros para luego realizar las comparaciones del experimento.



Tratamientos	Altura de la planta						
	1° semana	2° semana	3° semana	4° semana	5° semana	6° semana	7° semana
Testigo							
Nitrato de amonio							
Urea							

Tratamientos	Longitud de raíz	Cantidad de nódulos
Testigo		
Nitrato de amonio		
Urea		

Reto 4. Construcción de un modelo del ciclo de nitrógeno

El ciclo del nitrógeno es un proceso esencial para la vida de las plantas, por ello, la profesora Lapacho quiere que construyan con su equipo de trabajo un modelo representativo de su funcionamiento.

Utilizar materiales como plastilina, cuerdas, cauchos u otros materiales que tengan a disposición y dibujos para representar los diferentes pasos del ciclo del nitrógeno y su importancia para las plantas. Etiquetar cada fase.

Una vez construido este modelo, realizar la presentación en el aula para discutir y comparar entre los equipos los alcances obtenidos.

a trabajar... 





Capítulo 5. COSECHANDO LOS FRUTOS DE NUESTRO APRENDIZAJE

En la huerta escolar, donde el sol irradiaba sobre las hojas verdes, la profesora Lapacho y sus alumnos se preparaban para un día muy especial: la cosecha de los porotos.

Habían cuidado de sus plantas con mucho cariño durante varios meses. Las habían regado, deshierbado y protegido del sol fuerte. Ahora, los porotos están grandes y hermosos, colgando de sus tallos las vainas como pequeñas joyas verdes. ¡Qué hermosos están nuestros porotos! exclamó la profesora Lapacho con emoción. Han crecido tanto y están listos para ser cosechados.

Los niños muy emocionados, tomaron sus cestitas y comenzaron a recoger las vainas de las plantas de poroto. Cada uno seleccionaba los más grandes y saludables, sintiendo una gran satisfacción al ver los frutos de sus trabajos al romper las vainas y ver los porotos como regalo de la naturaleza. ¡Mira qué vaina tan grande he encontrado!, gritó un niño, mostrando una vaina casi del tamaño de su mano. ¡El mío es más largo! contestó una niña, levantando su vaina con orgullo.

Durante la cosecha, la profesora Lapacho les contaba historias sobre los porotos, les manifestaba que los porotos eran como pequeños tesoros que la tierra nos regalaba, que eran muy nutritivos y saludables.

Al terminar la cosecha, se veían las cestitas llenas de poroto, la profesora Lapacho planteó celebrar una gran fiesta. Los niños muy alegres y emocionados ayudaron a preparar unos banquetes a base de porotos recién cosechados para la degustación culinaria con mandioca caliente y jugo natural.



¡Manos a la obra!

Con tu equipo de trabajo y con la ayuda de la profesora Lapacho trabajaremos en la huerta para cosechar el poroto y realizar los siguientes retos:

Reto 1. Trabajo de campo

Cosecha las vainas de poroto en una cesta, siguiendo los pasos para recolectar de manera adecuada, sin dañar la planta. Luego debes desgranar, eliminar las impurezas y empaquetarlas para almacenarlas.

Reto 2. Creación de un diario de crecimiento



Registrar las diferentes etapas de crecimiento del cultivo de poroto, desde la siembra hasta la cosecha por medio de ilustraciones, describiendo los cambios. Luego crea un video explicativo resumiendo todas las etapas de crecimiento y desarrollo del poroto por medio del aplicativo Tik tok para publicarlo en las redes.

Reto 3. Taller de cocina y feria de productos



Prepara diferentes platos con los porotos cosechados, mediante la ayuda de docentes y padres de familia, investiga las recetas tradicionales y crea tus propias versiones, luego todo esto se presentará en la feria con los demás productos de la huerta escolar.

Cada equipo de trabajo se encarga de explicar al público las tareas de campo realizada por etapa con el cultivo de poroto de la siguiente manera:

Equipo A: Preparación de suelo y siembra


Equipo B: Fase vegetativa

Equipo C: Fase reproductiva

Equipo D: Cosecha y almacenamiento

Así terminamos nuestra aventura!!!





Espero que esta aventura haya sido algo maravilloso para tí, tanto como lo fue para mí. Este no es un adios; es un hasta luego, pero para seguir recordándote por siempre quiero que escribas un párrafo donde cuentes lo que consideras que fue tu mayor y más bello aprendizaje luego lo pondrás en el mural institucional para que todos se animen a conocer más del poroto

PARA MÁS INFORMACIÓN...

- Disfrutamos y conservamos nuestra biodiversidad. Aprendo en casa (s.f.). Recuperado de: <https://resources.aprendoencasa.pe/red/modalidad/abr/level/primaria/grade/2/speciality/O/sub-speciality/O/resources/s27-primaria-2-guia-dia-2.pdf>
- Vásquez, J.; Vilca, N.; Malqui, R. (2023). Manual de manejo agronómico de frijol en regiones andinas. Recuperado de: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/2070/1/v%c3%alsquez_et-al_2023_manual_frijol.pdf
- Identificamos los tipos de suelo según su permeabilidad. Aprendo encasa (s.f.). Recuperado de: <https://es-static.z-dn.net/files/dc0/55acb6a81373b0ff81a0a851946f8a86.pdf>
- Mide tu Ph de tu suelo de forma casera. Tips y Temas Agronómicos (2016). Recuperado de: <https://www.tipsytemasagronomicos.com/saber-facilmente-el-ph-de-tu-suelo/>
- Experimentos con el suelo para la educación pre-universitaria. Badia, D.; Ortiz, O.; Dalmau, C. (2016). Recuperado de: <https://www.secs.com.es/wp-content/uploads/2016/11/El-suelo-en-la-educaci%C3%B3n-preuniversitaria.-Bad%C3%Ada.pdf>

IMAGENES

- Niños en la huerta. La huerta escolar (2016). Blog Huertas con Edith. Recuperado de: <https://huertasconedith.blogspot.com/2016/10/leer.html>
- La Ceiba, considerado un "árbol sagrado". Facebook de XEVA Tabasco (2022). Recuperado de: <https://www.facebook.com/XEVATabasco/posts/la-ceiba-considerado-un-%C3%A1rbol-sagrado-/5066621343427910/>
- Planta de frijol. Shutterstock (s.f.). Recuperado de: <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/green-pea-on-plant-illustration-702586477>
- Ilustración que muestra proceso de siembra y las etapas de crecimiento de la planta. Shutterstock (s.f.). Recuperado de: <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/stages-life-cycle-plant-growing-by-1553917202>
- Escolares con lupa para ver plantas en el patio. Shutterstock (s.f.). Recuperado de: <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/school-children-holding-magnifying-glass-watch-2226965439>
- Diagrama mostrando el ciclo de vida del frijol. Freepik (s.f.). Recuperado de: https://www.freepik.es/vector-premium/diagrama-mostrando-ciclo-vida-frijol_1265187.htm
- Organografía vegetal. Rojas, D. (2017). Recuperado de: <https://es.slideshare.net/slideshow/organografia-vegetal-79422262/79422262>
- Mecanismos de promoción del crecimiento vegetal por rizobios simbióticos y asimbióticos. Romo G (2021). Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36981/Ver_Documento?sequence=5&isAllowed=y
- Proceso de nodulación. Aguado, L. (2013). Recuperado de: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/200288/1/496380.pdf>
- Fases del nitrógeno. Facebook de Agrosam (2023). Recuperado de: https://www.facebook.com/photo.php?fbid=649447370551838&id=100064597419018&set=a.548343673995542&locale=es_NO