

DESARROLLO DE UNA COMPETENCIA INTERCULTURAL A PARTIR DEL
MODELO DE APRENDIZAJE EXPANSIVO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA
PARA EL ESTUDIO DEL COMPOSTAJE.

Bryan Eduardo Baquero Bohórquez

Valentina Peñuela Arboleda

Director

Yair Alexander Porras Contreras

Doctor en Innovación e Investigación en Didáctica

Trabajo de Grado para optar al título de Licenciados en Química

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Bogotá, D.C.

2024

DESARROLLO DE UNA COMPETENCIA INTERCULTURAL A PARTIR DEL
MODELO DE APRENDIZAJE EXPANSIVO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA
PARA EL ESTUDIO DEL COMPOSTAJE.

Bryan Eduardo Baquero Bohórquez

Valentina Peñuela Arboleda

Trabajo de Grado para optar al título de Licenciados en Química

Director Yair Alexander Porras Contreras Doctor en Innovación e Investigación en
Didáctica

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Bogotá, D.C.

2024

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. OBJETIVOS.....	17
4.1 Objetivo general.....	17
4.2 Objetivos específicos	17
5. ANTECEDENTES.....	18
6. MARCO TEÓRICO	21
6.1 Interculturalidad	21
6.2 Competencias interculturales.....	24
6.3 Puentes conceptuales.....	27
6.4 Aprendizaje expansivo (Learning by Expanding)	28
6.5 Compostaje.....	32
6.6 Enzimas.....	35
7. METODOLOGÍA.....	38
7.1 Encuesta de caracterización	43
7.2 Presentación del proyecto y desarrollo de un prototipo de compostaje.....	43
7.3 Multilaboratorio sobre los parámetros que afectan la actividad enzimática y video sobre técnicas de fertilización de plantas	43
7.4 Integración teórico-práctica de la cinética enzimática	44
7.5 Implementación del proyecto ‘Entre raíces’ en el Día del Medio Ambiente.....	45
7.6 Encuesta tipo Likert.....	45
7.7 Aprendizaje activo de la cinética enzimática con juego de roles y realidad aumentada en Instagram	45
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	47
8.1 Encuesta de caracterización	48
8.2 Presentación del proyecto “entre raíces” y desarrollo de un prototipo de compostaje	59
8.3 Multilaboratorio sobre los parámetros que afectan la actividad enzimática y video sobre las técnicas de fertilización de las plantas.....	61
8.4 Integración teórico-práctica de la cinética enzimática	69

8.5 Implementación del proyecto ‘Entre raíces’ en el Día del Medio Ambiente.....	69
8.6 Encuesta tipo Likert.....	69
8.7 Aprendizaje activo de la cinética enzimática con juego de roles y la realidad aumentada.....	76
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>81</i>
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i>	<i>83</i>
<i>ANEXOS.....</i>	<i>89</i>

LISTA DE TABLAS

Ilustración 1. Variación de especies en función del tiempo y el pH en las cuatro fases del compostaje.....	34
Ilustración 2. Reacciones generales del nitrógeno en el compostaje.....	37
Ilustración 3. Idea de triangulación adaptada de Moscoso, J.N (2017)	39
Ilustración 4. Etapas del itinerario enmarcadas en el modelo de aprendizaje expansivo	42
Ilustración 5 y 6. Presentación formal del proyecto a los estudiantes	60
Ilustración 6 y 7. Construcción de la primera compostera con los estudiantes	60
Ilustración 7. Composteras hechas por los estudiantes organizados en equipos de trabajo.....	61
Ilustración 8. Evidencia cualitativa de la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.	63
Ilustración 9. Sesión orientada al mecanismo general de la actividad enzimática (Modelo llave cerradura).....	63

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Variación de especies en función del tiempo y el pH en las cuatro fases del compostaje.....	34
Ilustración 2. Reacciones generales del nitrógeno en el compostaje.....	37
Ilustración 3. Idea de triangulación adaptada de Moscoso, J.N (2017)	39
Ilustración 4. Etapas del itinerario enmarcadas en el modelo de aprendizaje expansivo	42
Ilustración 5 y 6. Presentación formal del proyecto a los estudiantes	60
Ilustración 6 y 7. Construcción de la primera compostera con los estudiantes	60
Ilustración 7. Composteras hechas por los estudiantes organizados en equipos de trabajo.....	61
Ilustración 8. Evidencia cualitativa de la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.	63
Ilustración 9. Sesión orientada al mecanismo general de la actividad enzimática (Modelo llave cerradura).....	63

LISTA DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1 y 2. Edad y género de los estudiantes.....	50
GRÁFICA 2 y 3. Lugar de nacimiento de los estudiantes y sus acudientes.....	50
GRÁFICA 3. Población total de estudiantes encuestados (40).....	70
GRÁFICA 4. Ponderaciones estudiantes respecto a la importancia que le dan a la química en contexto	71
GRÁFICA 5. Rangos respecto al aprendizaje de la química en contexto	72
GRÁFICA 6. Tratamiento estadístico para la competencia intercultural.....	74
GRÁFICA 7. Tratamiento estadístico para la competencia	74
GRÁFICA 8. Ejemplo del tratamiento de datos para el estudiante 1 a manera de ejemplo.	77
GRÁFICA 9. Ejemplo ponderado final para un estudiante	78

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS 1. Encuesta de caracterización	89
ANEXOS 2. Multilaboratorio de cinética enzimática	89
ANEXOS 3. Actividad en kahoot	92
ANEXOS 4. Taller del día de la tierra.....	93
ANEXOS 5. Validación de instrumentos.....	94
ANEXOS 6. Juego de roles.....	96
ANEXOS 7. Filtro de Instagram.....	97
ANEXOS 8. Rúbrica de evaluación	97
ANEXOS 9. RESULTADOS CON CHAT IA GPT	99
ANEXOS 10. PADLET	100
ANEXOS 11. Encuesta tipo Likert	101

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de grado pretende consolidar una visión compleja de la pedagogía y la didáctica de las ciencias, especialmente de la química, partiendo de la necesidad de una alfabetización científica que vaya más allá del aula tradicional para reconocer la importancia de la construcción social del conocimiento. Para cumplir con estos propósitos, es importante contribuir al desarrollo de una propuesta que permita acercar los conocimientos científicos a una población heterogénea, es decir que tiene algunas características diferenciadoras, relacionadas con su lugar de origen y el ciclo académico en el que se encuentran. En este sentido, resulta fundamental incentivar una *Química para Todos*, sin descuidar la rigurosidad del conocimiento científico. Para ello, el eje central del presente trabajo es el desarrollo de competencias interculturales y dada la amplitud de dicho concepto se optó por focalizarlo en una de ellas, la competencia intercultural denominada *Aprender a Vivir Juntos*. En el contexto académico, una competencia está amparada bajo tres premisas principales: *el conocer, el ser y el saber hacer* (MEN, 1999), por lo cual se incluyen un conjunto de habilidades, aptitudes, conocimientos, afectividades y sensibilidades hacia algún tema en específico. Ese conjunto de características propias de una competencia se va construyendo en la formación académica, empírica o tradicional, haciendo especial énfasis en la construcción de conocimientos a partir de saberes populares mediante puentes conceptuales.

En el contexto colombiano, específicamente en el centro del país, la población es heterogénea, es decir, se trata de grupos sociales con orígenes distintos que, según el Departamento Nacional de Estadísticas, en un estudio realizado entre 2005 y 2020, presenta un crecimiento en la migración al interior del país, particularmente un aumento del 30% que tiene como foco de destino la ciudad de Bogotá (DANE, 2022). Es interesante analizar que cada grupo social, por pequeño que sea, está conformado por personas que provienen de distintas regiones e incluso distintos países y, por lo tanto, se encuentra una multiplicidad de saberes o visiones de mundo que no siempre son atendidos o tenidos en cuenta, es por ello que el concepto de interculturalidad más que importante, se vuelve incluso necesario en los contextos educativos, relacionándolo con conceptos como justicia social y equidad en el tiempo. Por ello, se resalta la idea de competencia

intercultural que además de tener en cuenta *el saber ser* y *el saber hacer*, tiene en consideración *el conocer*, además del acervo cultural de grupos de personas que interactúan en un mismo espacio y territorio compartiendo saberes desde sus representaciones sociales (Porrás, 2014). Desde esta perspectiva, las tres premisas que conforman las competencias y la noción de interculturalidad serán el hilo conductor en el presente trabajo.

Ahora bien, como se trata de la perspectiva de una ciencia aplicada a un contexto, se optó por adelantar un tratamiento didáctico en el manejo de los residuos orgánicos, una problemática que está presente en diversos espacios. Es evidente que la expansión demográfica y el consumismo actual impulsado por un modelo neoliberal de hiperconsumo han aumentado la producción de desechos orgánicos, donde más del 60% no son adecuadamente manipulados o aprovechados. Por ejemplo, solo en la plaza de Corabastos en Bogotá, se generan más de 60 toneladas de basura al día (Quintero, M, 2022) y como indican las cifras, es muy poco lo que es realmente aprovechado de dichos desechos. *‘En 2020, por ejemplo, se produjeron 1’269.200 toneladas de este material: al final, 1’197.241 toneladas terminaron enterradas en el rellano sanitario de Doña Juana (produciendo lixiviados y gases) y a penas 100.959 toneladas fueron aprovechadas.’* (El Tiempo, 2021).

Además de producir gases y lixiviados, existen muchas consecuencias del manejo incorrecto de los residuos orgánicos, como la proliferación de plagas y enfermedades y demás afectaciones que como consecuencia se vuelven un problema de salud pública, esto hace que el buen manejo de los residuos orgánicos sea sumamente necesario. Por ello se plantea la idea del compostaje, para intentar solventar un poco ese déficit, por lo que es importante saber que para dichos procesos hay que considerar los aspectos siguientes:

- a) En primer lugar, dado que se trata de un sistema controlado, es necesario tener conocimiento sobre los aspectos termodinámicos (pH, temperatura, presión, etc.) que allí intervienen.
- b) también es menester entender que se trata de un proceso biológico donde intervienen algunos microorganismos, por lo que existen serie de reacciones químicas donde la

materia orgánica, por medio de enzimas, se transforma para ser aprovechada y asimilada por organismos vegetales como las plantas.

c) Las enzimas juegan un papel fundamental en el proceso de descomposición de la materia orgánica, por lo que entender qué es una enzima y cuál es su mecanismo de acción en las reacciones químicas es un aspecto sumamente relevante en el estudio químico del sistema de compostaje, el estudio de las enzimas se vuelve entonces otro de los ejes que sustenta el presente proyecto.

De forma global, una finalidad del proceso de compostaje es obtener un producto, esencialmente abono, por tanto, este proyecto se plantea como una oportunidad para mejorar las condiciones socioeconómicas de la comunidad de estudio además de fomentar el desarrollo de la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos* y establecer puentes conceptuales entre saberes populares y conocimiento científico para abordar el concepto de cinética enzimática a través del modelo de aprendizaje expansivo.

2. JUSTIFICACIÓN

Colombia históricamente ha sido un territorio con una complejidad social enorme dadas las distintas circunstancias por las que ha atravesado el país, como resultado de los diversos conflictos que han sucedido a lo largo de la historia, además de la falta de oportunidades y el evidente abandono del estado en regiones a lo largo y ancho de la nación. Por estas razones, muchas personas han tenido que desplazarse de sus hogares para buscar mejores oportunidades, en consecuencia, históricamente el desplazamiento forzado en Colombia ha sido una situación evidente, muestra de ello son las cifras de desplazados durante el año 2023 en Colombia, ya que más de 121.000 personas fueron víctimas de migración forzada masiva (Defensoría, 2024). En este sentido, la ciudad de Bogotá ha sido la ciudad colombiana que más ha acogido personas de todas las regiones de la nación, por lo tanto, existe una multiculturalidad y una riqueza debido a la multiplicidad de saberes que ello conlleva. Es fundamental tener este aspecto en cuenta pues, a pesar de que exista un gran potencial para generar redes de saberes, dicho potencial no es aprovechado. De acuerdo con Gudykunst (1998), existe una incertidumbre asociada a personas que provienen de distintos grupos, ya sea por su lugar de origen, ascendencia y/o costumbres. Según este autor, dicha incertidumbre puede deberse a que la persona de alguna manera se siente como minoría y prefiere evitar situaciones donde se generen malentendidos. La interculturalidad se vuelve por lo tanto un concepto sumamente relevante que debe ser parte de la práctica docente en cualquier ámbito. Para el caso del contexto educativo, el reconocimiento y respeto a los saberes de todos los estudiantes es fundamental, para enriquecer la perspectiva didáctica en los espacios de construcción del conocimiento.

Entender la diversidad cultural y propiciar el desarrollo de competencias interculturales para alcanzar conocimientos científicos, basados en el *Aprender a Vivir Juntos* es sumamente relevante para llevar a cabo los objetivos planteados en el presente documento. Ahora bien, el componente disciplinar químico, está sustentado desde un enfoque socioambiental frente a la problemática referida a la gran cantidad de desechos orgánicos provenientes de distintas fuentes y su manejo, empezando por los hogares y la institución educativa. Según la UAESP (Unidad Administrativa Especial de Servicios

Públicos), aproximadamente un 51% de los residuos que se producen en los hogares de la ciudad de Bogotá son residuos de tipo orgánico, lo que representa unas 3440 toneladas de residuos orgánicos (Carlos Jaime Orozco, 2022), de ese porcentaje, apenas un 48% es utilizado para hacer abono orgánico por las grandes empresas dedicadas a ello, es decir que no todos esos residuos son aprovechados y hay una segmentación respecto al tema. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en Colombia tan solo el 22% de los hogares recicla, y en el caso de Bogotá el porcentaje de residuos que se aprovechan oscila entre 14% y 15%. Pese a que existen diversas asociaciones dedicadas al buen manejo de los residuos, se evidencia que no hay una gran receptividad por parte de los actores implicados, por ello una de las formas para propiciar una cultura del reciclaje es desde una formación ambiental en los niveles escolares. Por ejemplo, en comunidades educativas como clubes de ciencia, vigías ambientales, cátedras ambientales, etc., se puede iniciar un proceso que vincule ese buen manejo de los residuos, específicamente con el tratamiento escolar y comunitario de los residuos orgánicos, para el caso del presente trabajo de investigación y dada la rigurosidad y periodicidad que se requiere para el mismo, se optó por articular el proyecto con la clase de química de un grupo de estudiantes de grado once, esto con el fin de tener un grupo estable de alumnos y un mayor control sobre las actividades a realizar con el itinerario didáctica y los posteriores resultados.

El compostaje es una excelente alternativa para aprovechar de mejor manera posible los desechos orgánicos que se producen en la comunidad, por lo cual es importante tener en cuenta que no todos los desechos orgánicos pueden ser utilizados en el proceso de compostaje. Se calcula que un porcentaje mayor al 80% de residuos puede aprovecharse, ya que, de cada 100 Kg de residuos orgánicos, se pueden obtener 30 Kg de abono aproximadamente. Ahora bien, desde el plano educativo es posible afirmar que los estudiantes muestran un mayor interés al relacionar el conocimiento científico con su contexto inmediato, a pesar de ello, las clases suelen estar enfocadas a la teoría principalmente, generando una renuencia al aprendizaje de nuevos conceptos, por lo que se plantea una estrategia que permita dar solución a las dos problemáticas descritas anteriormente en el contexto educativo de la población a estudiar.

Se propone que el compostaje sea un recurso para el aprendizaje del concepto *cinética enzimática*, a partir de modelos y analogías que permitan a los estudiantes construir conocimientos de la articulación de *puentes conceptuales* entre los conocimientos previos que se tienen, ya sea de índole empírico o popular y el conocimiento científico, en el contexto del compostaje dentro del marco del aprendizaje expansivo, que da cuenta de las limitaciones que se pueden presentar dentro de los saberes tradicionales y populares en un mundo cada vez más globalizado, pero, que a pesar de ello, revalida la importancia de dichos saberes en la diversidad cultural y como elementos que pueden ser constitutivos de identidad.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia, a lo largo del tiempo, se ha transformado el discurso de interculturalidad cuestionando la idea de una sociedad monolítica, lo cual conlleva a un desequilibrio en el desarrollo de competencias que se pueden generar en relación con las diferencias de los demás territorios. En el caso de la capital, esta se ha distinguido por ser el lugar principal de destino de varias personas de diferentes tradiciones y corrientes migratorias de todas partes del país, además de desplazados de otras naciones, producto del desplazamiento forzado, la búsqueda de oportunidades ya sean laborales o académicas. De acuerdo con un informe del DANE (2023) en Bogotá viven alrededor de ocho millones de personas de diversas culturas consideradas tradicionales, sin embargo, “desde el enfoque poblacional diferencial, el tratamiento que hace el Estado de las desigualdades sociales, en la mayoría de las ocasiones, es tratándose por separado y jerarquizándolas” (Varela, D., 2023).

La interculturalidad se fortalece con el cruce de conocimientos tradicionales y el desarrollo de experiencias diferentes a las propias en un territorio, por lo que el despliegue de competencias interculturales cobra gran importancia desde el contexto escolar, por ejemplo, para desligar las diferencias poblacionales y englobar la interculturalidad en todos los ámbitos, es decir, que vaya más allá de individualidades y se promueva la apropiación social de los territorios, para que se identifiquen y reconozcan características propias del contexto en el que se desarrollan las competencias. De este modo, resulta pertinente enfocar las habilidades de las personas en situaciones cercanas que merecen una intervención socioeducativa, de tal manera que los puentes entre conocimientos científicos y conocimientos tradicionales pueden promoverse en el contexto de manejo de residuos:

“En Colombia, de acuerdo con el DANE, se producen 24,8 millones de toneladas de residuos al año, de los cuales el 47 % provienen de los hogares y se tiene una generación per cápita de 515 kilogramos. A su vez la tasa de reciclaje, que se refiere a la proporción de material reciclado sobre la generación total de residuos sólidos, es cercana al 11,82 % en el año 2019, con una calificación promedio de los residuos en los hogares en todo el país del 39,9 % y del 42,2 % en las cabeceras municipales y con altos porcentajes de

hogares que manifiestan clasificar materiales aprovechables: el 81 % menciona hacerlo con plásticos, papel y cartón y el 61,2 % afirma separar el vidrio”.
(Departamento Nacional de Planificación et al., 2022, p.6)

De acuerdo con este barrido demográfico, se puede evidenciar que en el imaginario colectivo la clasificación de residuos se basa mayoritariamente en tres materiales principales: plásticos, papel y cartón. Según las cifras mencionadas anteriormente, tan solo alrededor del 12% de los residuos son reciclados (Departamento Nacional de Planificación et al., 2022, p.6), pero los orgánicos no se encuentran en la clasificación de residuos aprovechables en los hogares. Esto demuestra que, aunque en el imaginario de las personas existe un cierto nivel de conocimiento acerca de la separación de residuos, la mayoría centra sus ideas en que sólo el plástico, papel y cartón pueden ser aprovechados después de usarlos. Por tal razón, debido a que no se genera una relación entre el conocimiento obtenido por alguna experiencia y la idea de reciclar los residuos orgánicos no existe una conexión importante que resalta a la hora de darle un buen manejo a estos desechos.

Ante la necesidad de establecer este vínculo entre las competencias interculturales y la ciencia contextualizada, resulta necesario considerar el diseño de un itinerario didáctico desde el aprendizaje expansivo, cuyo centro de estudio sea el compostaje, con el fin de plantear el abordaje de conceptos estructurantes de la química como lo son: reacción química, cinética química, pH, temperatura, entre otros, a partir de reflexiones y discusiones que seguramente se van a presentar dada la multiplicidad de conocimientos propios de los distintos individuos, y por ello es clave la perspectiva intercultural. Teniendo en cuenta estos planteamientos, la pregunta que orienta la investigación es:

¿Es posible promover el desarrollo de la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos* en un grupo de estudiantes de la Institución Educativa León XIII, a partir del estudio del compostaje y la articulación entre el conocimiento popular y el conocimiento científico, en el contexto de la cinética enzimática?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Fomentar el desarrollo de la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos* a partir del compostaje, articulando el conocimiento popular y el conocimiento científico, para el abordaje del concepto cinética enzimática en un grupo de estudiantes de la Institución Educativa León XIII.

4.2 Objetivos específicos

1. Reconocer las ideas previas de algunos estudiantes de la Institución Educativa León XIII, sobre prácticas ambientales populares y conceptos científicos relacionados con variables propias del suelo y el compostaje.
2. Elaborar una propuesta didáctica integral y adaptada al contexto de compostaje para el desarrollo de la competencia intercultural, *Aprender a Vivir Juntos*, desde la integración entre conocimientos populares y científicos propios de la cinética enzimática.
3. Evaluar el nivel de competencia intercultural que desarrollan estudiantes de la Institución Educativa León XIII, en el contexto del compostaje desde la integración entre conocimientos populares y científicos en relación con la cinética enzimática

5. ANTECEDENTES

Un primer referente teórico que relaciona algunos aspectos de la presente investigación consiste en un estudio de caso desarrollado en el municipio de Oporapa en el departamento del Huila, en el cual se evidenció el manejo inadecuado que se le da a los residuos orgánicos en la zona, específicamente de la pulpa del café (Garavito, J. D. & López, A. F, 2022). En este proyecto se estableció la importancia de promover la competencia del sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras, lo cual, dados los resultados obtenidos, tuvo una aceptación bastante favorable. Ahora bien, dados los antecedentes estudiados, se destaca la importancia que tiene establecer un correcto manejo de los residuos orgánicos, no solo como un simple proceso de reciclaje, sino como lo propone Núñez (2016), como un medio para fortalecer competencias, para ese caso, las habilidades ambientales.

En el trabajo se plantea la necesidad de propiciar el desarrollo de competencias interculturales que permitan no solo un buen manejo de los residuos sólidos de tipo orgánico, sino que también se puedan establecer verdaderos puentes entre el contexto, la sociedad, el medio ambiente y la tecnología, teniendo en cuenta la multiplicidad cultural que implican los grupos y comunidades heterogéneas. Es importante que exista una relación entre lo didáctico y lo disciplinar, por lo tanto, los marcos conceptuales disciplinares deben ser bases sólidas para el presente trabajo de investigación. De acuerdo con lo anterior, el compostaje por sí mismo es un análogo concreto con el que se pueden estudiar una gran variedad de temáticas, para el caso en cuestión se busca realizar un itinerario didáctico con la que finalmente se llegue al concepto de cinética enzimática, tal como proponen Farias, Ballesteros y Bendeck (1999), existen una gran variedad de parámetros fisicoquímicos a tener en cuenta, como el pH y la temperatura principalmente, también es necesario tener en cuenta los procesos oxidativos que se dan en el sistema del compostaje, como en la glucosa, y las diversas enzimas que inciden en dichos procesos, Mena, Mena y Tavera (2018).

Las reacciones catalizadas por enzimas provenientes de microorganismos en el suelo son de interés particular en el presente estudio, sobre todo la oxidación de la materia orgánica que se da gracias a *la microbiota del suelo, y se realiza a partir de procesos catalizados*

por enzimas extracelulares producidas por bacterias, hongos y otros microorganismos del suelo (Mondini, 2004; Kibblewhite et al., 2008).

Con base en la propuesta pedagógica de Morales (2021), que enfatiza la importancia del compostaje como una alternativa educativa efectiva para fomentar la comprensión sobre el cuidado de la vida, la naturaleza y la concientización sobre la gestión de residuos orgánicos y el cuidado del entorno, se busca a partir de allí profundizar en la enseñanza de la química y contribuir al reconocimiento de ciertos procesos químicos involucrados en la descomposición de la materia orgánica y el estudio del compostaje, para darle respuesta a esta problemática que surge del interés de la comunidad. Tal como lo menciona Morales (2021), estos residuos constituyen una parte significativa de los desechos diarios, cuya mala disposición conlleva la emisión de gases de efecto invernadero y la generación de lixiviados perjudiciales para el medio ambiente.

La característica principal de los residuos orgánicos es su capacidad, por acción biológica, de descomponerse en sustancias más simples y estables lo que permite, en términos de la investigación de Vargas-Pineda et al. (2019) sobre el compostaje en centrales de abastecimiento, un aprovechamiento en el contenido nutricional de la parte orgánica a través del compostaje. En este sentido, más allá de los beneficios ambientales, esta alternativa resalta la necesidad de promover prácticas sustentables que conecten diferentes perspectivas y conocimientos para generar un impacto positivo en el entorno de las personas. Ahora bien, es importante destacar que el avance del proceso de compostaje tiene origen en la India y retrocede a experiencias pioneras realizadas en el pasado por el inglés Albert Howard, quién combinó sus conocimientos científicos con los tradicionales de los campesinos, pues su concepto de la fertilidad del suelo se centraba en la formación de humus del suelo con énfasis en cómo la vida del suelo estaba conectada con la salud de los cultivos, el ganado y la humanidad (Heckman, J. 2006).

Considerar una estrategia didáctica que conduzca a la articulación entre el conocimiento popular y científico, mediante el compostaje, suscita al desarrollo de competencias interculturales que permiten establecer puentes conceptuales entre ambos saberes (Melo-Brito, 2017). En este sentido, retomando las ideas de Simbaqueva (2022) que orienta su tesis con este enfoque educativo, se le brinda gran importancia a la categoría puente, ya

que proporciona elementos culturales que pueden respaldarse, comprobarse o refutarse desde ambos conocimientos, con el fin de trabajar desde una perspectiva intercultural y establecer un vínculo entre las experiencias pasadas.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Interculturalidad

Históricamente, el concepto de interculturalidad ha evolucionado y se le han atribuido características bajo distintas perspectivas, sin embargo, hay consensos evidentes que permiten describir y argumentar en esencia qué significa realmente la interculturalidad. A continuación, se realizará brevemente un recuento de la noción de interculturalidad desde un panorama global, para finalmente brindar una aproximación de dicho concepto a los contextos educativos en Colombia.

Como punto de partida, la palabra intercultural en sí misma da una idea general de su significado, ya que es la conjunción de: Entre culturas. Dicha descripción engloba lo que, en principio busca la interculturalidad, aun así, el concepto va mucho más allá. Si se hace una revisión histórica, Latinoamérica ha sido y es una tierra sumamente diversa, de la amalgama de culturas que hubo en el continente desde tiempos coloniales hasta hoy en día, gracias a ello los territorios que hoy conocemos como países gozan de una riqueza cultural inmensa, pese a ello, las minorías han sido excluidas en un sistema socio-político globalizado que pretende homogenizar la sociedad, por ello han existido luchas que pretenden visibilizar y estrechar relaciones entre las comunidades, en Colombia por ejemplo, los movimientos indígenas han luchado para ser reconocidos como integrantes de la sociedad colombiana desde su autonomía. La constitución política de 1991 reconoce a las comunidades indígenas como sujetos de derecho, si se revisa el panorama global, entre los años 80' y 90' diversos países en Latinoamérica (Perú, Ecuador, Paraguay, Bolivia, Venezuela y Colombia) empezaron a ratificar la importancia de las comunidades indígenas creando legislaciones en pro de los mismos (Walsh, 2009), es así que se empiezan a tener atisbos de la interculturalidad, siendo un conjunto primigenio y atribuido principalmente a establecer la relación de los pueblos indígenas con la sociedad. Sin embargo, dicha relación indirectamente minimizaba dichas comunidades generando brechas de poder social pues primaban los valores y la cultura tradicional y mayoritaria, por lo cual las comunidades generalmente tienden a acoplarse a dichas costumbres impuestas para no quedar relegados de la sociedad. En este punto es importante tener en

cuenta que la interculturalidad tiene como uno de sus objetivos una transformación social por lo que debe tener un enfoque crítico, y, es por eso mismo que la pedagogía es fundamental en ese aspecto, como se verá más adelante, la educación intercultural es vital para dicho fin.

Se puede inferir que la interculturalidad tiene unas raíces definidas, sin embargo no es un concepto estático propiamente, sino que más bien, va evolucionando con el paso de los años y ese aspecto es muy importante pues los sistemas sociales y educativos son también dinámicos y porque, como se ha establecido, la constante migración y diversificación en el contexto socio-político hace que se planteen nuevos desafíos en función de la vida en comunidad, es así que las primeras nociones de interculturalidad se quedan cortas para las nuevas necesidades sociales, como postula (Walsh, 2009) es necesario que se denote una interculturalidad que sea crítica, es decir, donde se tenga conciencia de las relaciones de dominación que se pueden presentar cuando una minoría y una mayoría cultural intentan establecer relaciones alelopáticas, en ese sentido la función de interculturalidad crítica debe promover la transformación progresiva de estructuras desde el respeto, la equidad y la igualdad entre los distintos individuos en una comunidad.

Ahora bien, para que lo anterior se lleve a cabo, es necesaria una transformación no solo de estructuras sino de pensamientos que realmente acepten las distintas formas que tienen los individuos de ver el mundo y relacionarse con él, (Walsh, 2009), postula que dichos cambios no llegan por sí mismos sino que debe haber una búsqueda activa de la interculturalidad con carácter crítico, Freire establece que los sujetos en situación de oprimidos *se deben comprometer en el proceso con una conciencia cada vez más crítica de su papel de sujetos de la transformación* (Freire, 1970). Es en ese sentido que la educación resulta clave como constructor del conocimiento y al ser una institución de índole social y cultural. En Colombia, el Estado promueve desde el Ministerio de Educación una Formación Integral (MEN, 2024), es desde allí que la interculturalidad es uno de los aspectos a tener en cuenta para el desarrollo integral de los individuos, ya que es un tema que atraviesa las distintas disciplinas y espacios educativos, pero, como se mencionó anteriormente, dicho desarrollo integral anclado a la interculturalidad debe entenderse desde una mirada crítica para así romper el paradigma establecido donde se

jerarquizan algunos tipos de conocimientos sobre otros, creando divisiones entre quienes son dominantes y quienes son dominados, la educación debe partir desde el respeto, la empatía, la igualdad y la equidad.

Desde el enfoque del aprendizaje activo es fundamental reconocer en el área de las ciencias, la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias, junto con su influencia en la formación de individuos capaces de comprender y abordar desafíos locales desde una perspectiva culturalmente enriquecedora y poder así comprender la interculturalidad como una visión amplia del conocimiento, ya sea popular o científico. Esto conlleva a abordar conceptos relacionados principalmente con el territorio, ya que en términos de Velazco (2014) adquiere importancia en la medida que la comunidad lo integra en su vida cultural como objeto de representación o símbolo de pertenencia. En este sentido, hay acciones en el entorno que se relacionan con el pensamiento y modismos que cada persona tiene, tanto en su propia cultura como cuando se interactúa con otras personas de diferentes culturas. Estas acciones, precisamente, son fundamentales para permitir el desarrollo de los procesos que construyen la sociedad, pues de cierta manera es un factor preponderante en el fortalecimiento de una identidad cultural.

Analizar las transformaciones territoriales implica valorar el saber tradicional o común de los grupos sociales y vincularlo con el conocimiento científico para encontrar soluciones concretas a los desafíos en dichos territorios y poder construir una idea de cultura como la creación de un conjunto de saberes compartidos y que puedan convertirse en una herramienta no solo para explicar y comprender una realidad, sino también en la fuente de desarrollo sustentable a un cambio social (Velazco, 2014). De esta manera la interculturalidad, en otras palabras, se refiere a un proceso de integración en el que la cultura científica se entrelaza con la cultura cotidiana de las personas, buscando una sinergia entre los saberes ancestrales y científicos para crear una sociedad capaz de generar conocimiento sin ignorar las tradiciones y experiencias teniendo una fuerte pertenencia social y científica.

6.2 Competencias interculturales

Para realizar una correcta aproximación a las competencias interculturales y sus respectivos focos de acción en el marco educativo, es necesario entender qué es una competencia con el fin de caracterizar particularmente la competencia intercultural siguiendo las directrices del Ministerio de Educación Nacional de Colombia, el cual procura complejizar su definición más allá del “saber hacer en contexto”:

Un conjunto de conocimientos, actitudes, disposiciones y habilidades (cognitivas, socioafectivas y comunicativas), relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores. Por lo tanto, la competencia implica conocer, ser y saber hacer. (MEN, 1999)

Basados en lo estipulado por el MEN y para acercarnos a los objetivos planteados en el presente proyecto, *el Ser o el Saber Ser* -que incluye las actitudes, los intereses, las emociones y los valores-, fue uno de los conceptos clave que se usaron como hilo conductor para definir la competencia intercultural a evaluar. De hecho, según la UNESCO una competencia es un

conjunto de comportamientos socioafectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea. (UNESCO, 1996)

Ahora bien, algo que es sumamente importante en cuanto a las competencias es que son el resultado de una construcción individual como resultado de una gran variedad de factores que hacen parte de la formación personal de cada individuo, tales como el contexto social, cultural, económico y motivacional de la persona en cuestión.

Un aspecto a tener en cuenta es que no hay unanimidad respecto a la definición de competencia, en Colombia, por ejemplo, a mediados del siglo XX dicho concepto tenía una raíz política y económica, por tanto estaba asociado a las habilidades requeridas para desempeñar un trabajo de índole industrial, dicha definición ha ido cambiando con el tiempo, atendiendo a la transformación social y educativa del país, pese a ello, aún pueden encontrarse atisbos de las competencias propuestas por modelos enfocados

principalmente económicos como lo ha sido Colombia, es por ello que las competencias educativas se han centrado desde el individuo haciendo énfasis no solo en las habilidades y destrezas, sino también en los aspectos emocionales y socioafectivos de los sujetos. Por su parte Acosta (2012) postula que los currículos deberían profundizar más en *el Ser* para que las personas logren desarrollar sus potencialidades desde sus intereses y motivaciones, empoderándose de su futuro para salir del modelo propuesto por el mercado.

Entendiendo la competencia propiamente dicha en el contexto actual surgen una serie de retos a los cuales la educación debe hacerles frente. La globalización es un proceso complejo que directa e indirectamente termina por fomentar la homogenización de la sociedad, es allí que, como se describió anteriormente, la interculturalidad juega un rol muy importante para preservar la diversidad cultural. Para hablar de competencia intercultural es necesario antes, hablar de identidad, pues de allí nace la identidad cultural y por tanto las características que hacen propia ya sea una pequeña comunidad o una sociedad como tal. Etimológicamente hablando, la palabra identidad quiere decir *sí mismo* por tanto ya hay una pauta de su amplitud pues ambiguamente hablando se podría decir que son los rasgos y características que hacen de un individuo un ser único frente a los demás, sin embargo, es importante resaltar que dicha identidad se va construyendo a lo largo de toda la vida y es, por tanto, un concepto bastante dinámico. Lo anterior se puede extrapolar a comunidades integradas por individuos que, a pesar de tener una identidad propia, comparten muchos aspectos con otros individuos, como lo pueden ser el idioma, las costumbres, el folklore entre muchos otros, a esto hace referencia la identidad cultural. Las competencias interculturales reconocen la importancia de dicha identidad cultural como parte de la diversidad y promulgan el respeto de dicha diversidad desde *el Saber Ser*, donde nace la competencia principal del presente trabajo, *Aprender a Vivir Juntos*.

En las competencias interculturales se remite un poco acerca de la sustentabilidad ambiental para comprender los retos que la enseñanza tiene hacía la integración de actividades que relacionen la ciencia y la cultura (Vargas, A. M. 2018). En este sentido, la sustentabilidad ambiental gira en torno a acciones formativas que enseñen a reconocer los ecosistemas en entornos urbanos y que ayuden a conservarlos desde la comunidad,

con el propósito de incidir en la forma en que las dinámicas sociales y culturales se desarrollan en estos lugares (Tuay, Pérez y Porras, 2023). Además, incentivar la formación de la población para que participe activamente en acciones que promuevan el desarrollo sostenible, donde implique fomentar un pensamiento y cultura ambiental entre las personas de modo que se puedan orientar políticas públicas que integren la ecología en el currículo educativo, adaptándose a las condiciones ambientales reales y generando espacios de diálogo y discusión para la construcción social de una sustentabilidad ambiental en diversos campos del conocimiento (Tuay, Pérez y Porras, 2023).

Por otro lado, Porras (2017, p.58), señala la necesidad de “desarrollar estrategias que permitan y/o posibiliten una resignificación, que incluya la emergencia por modelos educativos alternos”, debido a que no solo se trata de cuantificar un conocimiento adquirido sino de desarrollar habilidades que preparen a los estudiantes para enfrentar problemáticas actuales a nivel mundial, con el fin de contribuir a la apropiación de estrategias educativas alternativas que incentiven el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

“Los conocimientos, como segundo componente de la competencia intercultural, son aquellas construcciones que no sólo involucran los saberes, también el conocimiento de los procesos sociales y el conocimiento relacionado con productos culturales, entre los que se encuentran las percepciones de lo que las personas piensan” (Porras, 2017, p.61)

Como se puede apreciar, el conocimiento desde esta perspectiva intercultural va más allá de la acumulación de saberes, dado que permite una visión muy cercana acerca del conocimiento popular que tienen las personas. Esto implica una comprensión más fuerte con respecto a la sociedad, las dinámicas culturales y esas percepciones de las personas de diferentes ideologías. En general, la competencia intercultural, según Martínez-Lirola (2018) de acuerdo con las diversas definiciones, se trata de la capacidad de ir más allá de la propia cultura, es decir, reconocer la diversidad cultural para la disposición de aprender de otras culturas y de interactuar con otras personas de diversos contextos tanto culturales como lingüísticos.

6.3 Puentes conceptuales

En la enseñanza de la química, el conocimiento es una construcción que se puede representar bajo tres niveles principales, el macroscópico, microscópico y simbólico (Talanquer, 2010), bajo este paradigma se han diseñado los distintos materiales y herramientas didácticas para una aproximación lo más cercana posible a los modelos que describen los comportamientos de las partículas, ahora bien, existen una serie de dificultades en los procesos de cognición en la interpretación de los modelos químicos por parte de los estudiantes, esto se da principalmente por el intercambio o paso de un nivel de organización superior a uno inferior, es decir de lo macroscópico a lo microscópico, pues las propiedades y/o características que se le atribuyen a los objetos en un nivel macroscópico no se pueden extrapolar directamente a un nivel microscópico, por ejemplo, aspectos como el color y el olor propio de especies como el amoníaco es algo que difícilmente puede ser relacionado en los procesos a nivel atómico, molecular y energético que se da en los aspectos intramoleculares de dicha especie, por ende, es de esperarse que los estudiantes presenten algunas dificultades para relacionar las características químicas y físicas del amoníaco como su polaridad y la relación de esta propiedad con la mucosa nasal, los receptores olfativos y el olor característico que se percibe de dicha especie.

Un concepto vital para solventar las dificultades que se pueden presentar frente a la abstracción del conocimiento químico tiene que ver con los **puentes conceptuales** que, según Melo Brito (2017) son elementos esenciales en la enseñanza de las ciencias, ya que facilitan la conexión y comprensión mutua entre los conocimientos científicos adquiridos en el ámbito escolar y los saberes ecológicos tradicionales. Estos puentes actúan como mediadores cruciales para integrar las perspectivas y enriquecer la comprensión en el contexto de la educación científica. Los puentes conceptuales, conectan y toman en cuenta la diversidad cultural de la sociedad propia y de la ciencia facilitando el contacto de dos tipos de conocimientos como una oportunidad de aprendizaje mutuo. Se habla de un tipo de puente como representaciones para elaborar un concepto y éste promueve una comunicación y diálogo intercultural en donde a partir de lo aprendido por medio de las experiencias del común y diario vivir, se lleva a un conocimiento más abstracto de manera que un saber se puede expresar en términos del otro.

La amplitud o especificidad en la construcción del puente conceptual debe ser acorde al nivel (macroscópico, microscópico o simbólico) al que se quiera llegar con un determinado concepto. Para el caso de esta investigación se optó por el uso de un análogo concreto como dispositivo mediador y facilitador del aprendizaje como lo propone (Glynn, 1998). Dicho análogo concreto funciona como puente conceptual entre lo complejo y lo simple, atendiendo el nivel y las necesidades de los estudiantes, la representación usada en el presente trabajo de investigación para el abordaje del concepto de cinética enzimática sería la siguiente:

- **Primer postulado.** Las lombrices aceleran el proceso de compostaje al ingerir la materia orgánica y propiciar condiciones adecuadas para el desarrollo de microorganismos esenciales en la descomposición de dicha materia orgánica.
- **Segundo postulado.** Las enzimas son proteínas que catalizan un proceso químico, donde un catalizador es, en síntesis, *una sustancia que incrementa la rapidez a la que ocurre una reacción; se regenera durante el curso de la reacción y puede interactuar con más reactivos para convertirlos en productos.* (Whitten, 2014)
- **Analogía.** Las lombrices son especies catalizadoras en el compostaje.

Ahora bien, otro puente conceptual indispensable en este proyecto es el que permite la articulación de los saberes populares/tradicionales con el conocimiento científico lo cual puede realizarse a través de contexto, en donde se ubican tres de acuerdo con (Bernal Hernandez, Molina Andrade, & Melo Brito, 2021): (a) contextos para la emergencia de experiencias y conocimientos que permitan el dialogo y puentes entre conocimientos tradicionales y científicos; (b) contextos configurados en los procesos de enseñanza para propiciar actitudes hacia el diálogo entre conocimientos tradicionales y científicos; y (c) contextos y emergencia de contenidos de enseñanza. Y los conocimientos previos de los estudiantes, ligándolos con conectores que les permitan construir conocimiento sobre dichos conocimientos previos desde la teoría, la práctica y los modelos.

6.4 Aprendizaje expansivo (Learning by Expanding)

Uno de los conceptos más recurrentes a lo largo del presente trabajo de investigación es el de saber popular o saber tradicional que, en síntesis, denota conocimiento adquirido a través del tiempo, generalmente desarrollado de forma empírica y enseñado de generación

en generación en procesos de índole cultural, un ejemplo de dichos saberes puede ser el desarrollo de la cosmovisión de los pueblos originarios en América Latina que desembocaron en la arqueoastronomía. Dichos saberes son muy importantes si de cultura se habla pues forman elementos constitutivos de la identidad cultural, y son eje conductor en los aprendizajes de primer segundo orden en un individuo que se da, sobre todo, a nivel comunicativo y por transmisión, caso contrario a los procesos de construcción del conocimiento. Reconocer la importancia de los saberes populares es fundamental para el desarrollo de la investigación, sin embargo, resulta necesario aclarar que dichos saberes son el punto de partida para la articulación de nuevos elementos de aprendizaje, pues a pesar de su valía, es necesario darles un sentido y un sustento que permita ser fuentes de conocimiento científico en un marco académico y educativo. Frente a un mundo cada vez más globalizado, es necesario brindar herramientas que posibiliten articular la diversidad cultural a los contextos actuales de desarrollo.

Este es el desafío histórico que enfrenta el aprendizaje: lidiar con un mundo que cambia aceleradamente, donde las formas de vida tradicionales que sirven de soporte a lo que es familiar y conocido se transforman aceleradamente para no recomponerse más en las mismas condiciones que tenían en el pasado inmediato. (Sepúlveda, 2001, p.1).

Es por lo anterior que el aprendizaje expansivo cobra aún más relevancia adaptando estructuras previamente establecidas dada la identidad cultural a contextos actuales que posibiliten una expansión del repertorio cultural, pues el paso de formas reproductivas a expansivas obliga a considerar algunas caracterizaciones y categorías con las cuales distintas formas del aprendizaje están asociadas. Se pueden señalar tres categorías de aprendizaje de Bateson (1985):

- a. **Aprendizaje de primer orden:** Condicionamiento e imitación, donde el aprendiz reacciona a estímulos o copia modelos de conducta sin un control consciente significativo. Este tipo de aprendizaje no conduce a la expansión cultural, ya que se centra en la producción de información sin comprensión profunda.

En estas condiciones, la enseñanza tradicional en la escuela puede ser reconocida como aprendizaje de primer orden: los estudiantes tratan de responder correctamente para obtener buenas calificaciones y evitar sanciones, del mismo modo como imitan a sus padres y a sus profesores (Sepúlveda, 2001, p.9)

- b. Aprendizaje de segundo orden:** El aprendiz no solo adquiere información, sino también el contexto de la interacción en que se transmite, incluyendo los marcos de referencia culturales, las reglas implícitas y los patrones de comportamiento legítimos del contexto brindado. Aunque este tipo de aprendizaje implica una mayor conciencia que el de primer orden, gran parte de este ocurre por ensayo y error. Una forma importante en la que se resalta el aprendizaje de segundo orden es el aprendizaje por investigación, que se centra en la resolución de problemas a través de la experimentación (Engeström, 1994, citado en Sepúlveda, 2001). En este proceso, el aprendiz reflexiona sobre el problema, formula una explicación sobre los principios detrás de las soluciones y las modifica según los resultados, construyendo así una teoría del fenómeno. En el contexto escolar, esto implica que el estudiante analiza las condiciones para un buen desempeño y ajusta sus hábitos de estudio en consecuencia (Sepúlveda, 2001).

- c. Aprendizaje de tercer orden:** El aprendiz cuestiona y transforma el contexto mismo. Implica un cambio cualitativo en el que trasciende los límites de su marco cultural actual para crear nuevas formas de actuación y comprensión. Este es el tipo de aprendizaje que permite la expansión cultural y cognitiva, ya que implica la creación de nuevas soluciones y el cuestionamiento de las normas existentes.

El aprendizaje expansivo es entonces, “un concepto que describe el proceso mediante el cual las personas y los grupos sociales amplían sus moldes culturales tradicionales para acceder a otras orientaciones cognoscitivas y culturales más complejas cuya estructura no estaba contenida en su tradición cultural” (Sepúlveda, 2001, p.12). Esto implica un

proceso histórico en el que se pasa de comprender cosas simples a lidiar con realidades un poco más complejas, pues la cultura moderna se manifiesta en formas nuevas y desconocidas para la mayoría de las personas y es por eso que desde una perspectiva cultural, como lo expresa Sepúlveda, representa un enriquecimiento de la percepción y cambio cultural, pues a medida que las personas exploran y comprenden aspectos previamente inaccesibles o no percibidos dentro de su comprensión cultural tradicional o popular, se produce una transformación en su cultura. En este sentido “el cambio cultural no se produce por una asimilación de contenidos desconectados, sino a través de una expansión de la conciencia que permite paulatinamente ir apropiándose de la complejidad de un mundo al cual, anteriormente, el acceso estaba negado” (Sepúlveda, 2001, p.14).

Adicionalmente, el aprendizaje expansivo es un proceso que exige una “*actividad de aprendizaje*” como mecanismo fundamental. Esta actividad no se limita a repetir información procedente de diferentes fuentes o emplear procesos previamente establecidos, sino que se trata de una transformación del conocimiento arraigado a experiencias de las personas, pues en este proceso “el aprendiz” puede apropiarse del conocimiento para modificar su realidad. Esta transformación del conocimiento se basa en la teoría de la actividad, que, según (Engeström, 2001) sistematiza la relación entre el individuo, la comunidad y el contexto en la formación del ser social. En este marco, el aprendizaje se entiende como un proceso activo en el que el individuo interactúa con su entorno y con los otros para construir nuevos significados (Vega & Moreno, 2014). Esta relación, está orientada en esencia a la “*Zona de desarrollo próximo*”, concepto desarrollado por Vygotsky, en el que un individuo puede resolver problemas y desarrollar nuevas habilidades con la guía de alguien más experto. Se refiere a la distancia entre lo que una persona puede lograr por sí misma (nivel de desarrollo real) y lo que puede alcanzar con ayuda de una persona que tenga un conocimiento más profundo (nivel de desarrollo potencial). Esto es fundamental para el aprendizaje expansivo, ya que da un marco para la interacción educativa que permite a los estudiantes ampliar su potencial, superar sus limitaciones actuales y expandir su conocimiento y comprensión del mundo.

La actividad de aprendizaje permite así que el estudiante pueda formarse una crítica respecto al conocimiento tradicional de la cultura y descubrir cómo otro

conocimiento, distinto al conocimiento empírico y del mismo tipo del que se forma en la investigación científica, le permite transformar sus formas tradicionales de pensar y actuar. De ese modo, la actividad de aprendizaje puede considerarse el instrumento del aprendizaje expansivo. (Sepúlveda, 2001, p. 33)

6.5 Compostaje

Para entender qué es el compostaje resultaría interesante analizar dicho concepto desde dos perspectivas, la primera desde un ámbito científico y como un proceso y la segunda desde una mirada orientada a lo social, lo territorial y lo colectivo. Si se hace una revisión etimológica de la palabra compost, se puede determinar que el origen de dicha palabra tiene raíz en el latín *compositus* que tiene como significado *poner junto/juntar/unir cosas*, con ello en mente se puede inferir que en sí el compostaje es *una mezcla de un algo, para obtener otra cosa* y es que a grandes rasgos de eso se trata. La etimología de la palabra compost se adecua con gran precisión y se puede extrapolar de buena manera a los fines del presente proyecto, que busca de alguna manera, y entre otras cosas unir a los estudiantes en función del respeto, ya que se les incentiva a trabajar juntos a pesar de que puedan presentarse algunas diferencias en la visión que cada uno de ellos tiene sobre el mundo, es por ello que el compostaje y las lombrices más que un análogo concreto, tienen el potencial para constituir un medio para dicho fin, es interesante rescatar que, generalmente el compostaje tiene un objeto tanto práctico, como social en una comunidad, en este caso educativa, no se puede dejar de lado que, a pesar de que el propósito principal de hacer compostaje es obtener abono orgánico de buena calidad, se busca también darle un buen manejo a los residuos sólidos orgánicos, para así mitigar el impacto que estos pueden provocar a nivel ambiental si no son tratados adecuadamente (Buscalia, Rodríguez, s, f).

El tratamiento de residuos sólidos orgánicos es un tema que ha cobrado gran trascendencia en los últimos años, sin embargo, en Colombia se han presentado algunas dificultades en su desarrollo, sobre todo en pequeñas comunidades (Oviedo, Marmolejo, Torres, 2017), esto dado que no se cuenta con una debida capacitación de los actores implicados en el manejo de los residuos orgánicos, generando, como consecuencia, que

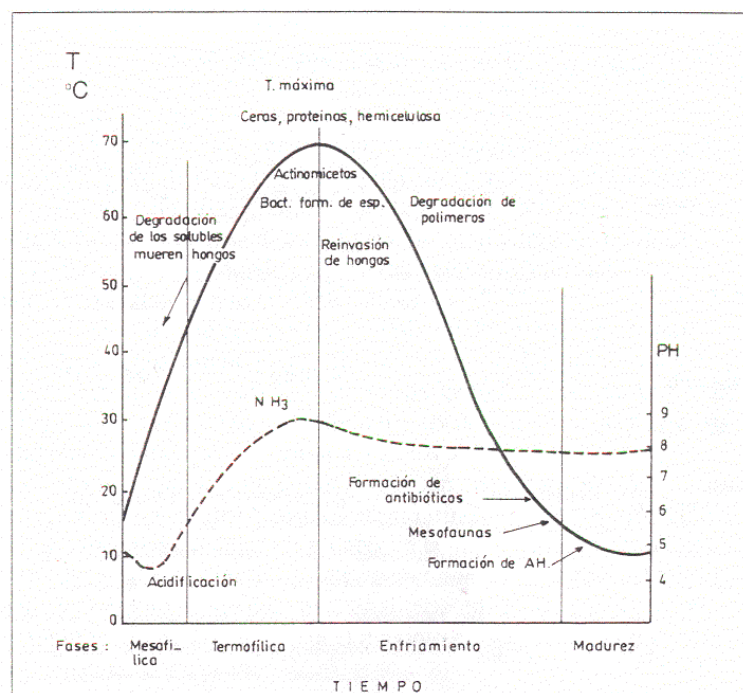
el compostaje esté sectorizado. A pesar de ello, entidades como el Jardín Botánico de Bogotá han adelantado grandes labores en cuanto a la formación comunitaria respecto al desarrollo de actividades referentes al compostaje, lo cual ha impulsado grandes iniciativas en huertas comunitarias en las distintas localidades de la capital. En el caso del municipio de Soacha, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca ha hecho lo propio con respecto a impulsar acciones respecto al compostaje, el presente proyecto pretende tomar acciones desde los espacios educativos que propicien el fortalecimiento de dichas causas. Como dato relevante respecto al tema, la facilidad del proceso de compostaje sumado a los bajos costos que puede representar dicho proceso, constituye el compostaje como una de las mejores alternativas para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos (Oviedo, Marmolejo, Torres, 2017).

El compostaje se realiza en un gran porcentaje de forma netamente empírica por ello como aporte a la construcción de conocimiento científico en contexto, y como parte de un componente disciplinar, que es fundamental en el estudio de la química, se plantea el estudio de los parámetros que inciden en el proceso de descomposición de la materia orgánica, al menos de forma general. Para finalmente hacer énfasis en los principales microorganismos y respectivas reacciones químicas que posibilitan que dicho proceso se lleve a cabo. Dado que el compostaje se trata de un proceso global donde suceden muchas cosas, entre ellas la descomposición. Para que la materia orgánica se transforme en materia que pueda ser aprovechada por las plantas es necesario que se cumplan ciertos factores fisicoquímicos como la temperatura y el pH y que estos sean los adecuados. Sin embargo, entre las principales especies que hacen parte del proceso del compostaje están las enzimas y los microorganismos, que conforman entre el 80 y el 90% de la microbiota en la composta (Laich, 2011), estos microorganismos degradan la materia orgánica por medio de enzimas entre las cuales destacan las amilasas, proteasas, lipasas, en el suelo también hay presencia de algunas enzimas importantes tales como las hidrolasas, transferasas, oxidorreductasa y liasas, estas últimas tienen incidencia directa en los ciclos del Nitrógeno, Carbono, Fósforo y Azufre.

El compostaje se trata de un proceso bioquímico en el que intervienen diversos microorganismos y enzimas (Mena, Mena y Taverro, 2018), por lo tanto intervienen

también una gran variedad de reacciones químicas de oxidación, fermentación entre otras, por ejemplo, una reacción clave a tener en consideración es la de la oxidación de la glucosa, por lo tanto, es importante tener en cuenta parámetros como la temperatura y el pH que, a medida que el proceso avanza, tienen una variación debido a las condiciones propias del sistema y a que, a medida que se descompone la materia orgánica, los microorganismos presentes aumentan o disminuyen su actividad.

Ilustración 1. Variación de especies en función del tiempo y el pH en las cuatro fases del compostaje



Nota: Tomado de Dalzell et al. (1981)

En la ilustración 1 se puede apreciar los distintos factores que varían a medida que avanza el proceso de compostaje donde la temperatura es elevada debido a la propia descomposición de la materia orgánica y la formación de gases como el CO₂. El pH varía pues cuando el proceso es llevado a cabo propicia la formación de ácidos orgánicos (Quintero et al. 2002) y la formación de amoníaco entre otros.

6.6 Enzimas

Como es sabido, *las enzimas son proteínas que actúan como catalizadores en reacciones bioquímicas específicas de los sistemas vivos* y los catalizadores son *sustancias que pueden agregarse a los sistemas de reacción para incrementar la velocidad de reacción, lo que permite que las reacciones tengan lugar a través de trayectorias alternativas en las que se incrementa la velocidad de reacción y se abate la energía de activación.* (Whitten, 2014).

Un aspecto importante sobre las enzimas es su especificidad, no cualquier enzima es apta para cualquier sustrato, y las condiciones en las que la actividad enzimática se ve favorecida también son específicas, es decir, a pH y temperatura determinadas, como se ha descrito en el presente trabajo de investigación, para que se dé la descomposición de la materia orgánica es necesario la presencia de enzimas en dicho proceso.

Vale la pena aclarar –ya que muchos estudiantes tuvieron la misma confusión- que las enzimas son catalizadoras, pero no todos los catalizadores son enzimas, sin embargo, hay una serie de características que hacen de las enzimas especies químicas vitales en los procesos metabólicos al interior de las células, lo principal es el número de recambio o turn over de la enzima, que indica *el número de moles metabolizados por mol de enzima por minuto el cual es de unas 10^5 veces más rápido* (Carbonero, s, f). Otro aspecto fundamental para el caso de las enzimas es la gran cantidad de reacciones que catalizan, como lo son algunas reacciones redox, hidrólisis, polimerizaciones entre otras. También pueden llegar a actuar como especies reguladores o de control en la célula y en su mayoría, las reacciones de tipo biológico son catalizadas por enzimas (Carbonero, s, f).

Como se ha descrito, uno de los principales factores a tener en cuenta al momento de hablar de enzimas es el de cinética enzimática y es que, medir la velocidad de la actividad enzimática resulta crucial para los estudios bioquímicos en los distintos organismos. Al tratarse de una población de ciclo 5 la profundización respecto a los conceptos debe ser acorde al nivel académico estipulado, por ende, no se hizo especial énfasis en los aspectos matemáticos para el abordaje del concepto de cinética enzimática, pese a ello, se orientó a los estudiantes según concepciones y consideraciones generales. Lo principal a tener en

cuenta es analizar un modelo de reacción simple que les permita a los alumnos acercarse aún más a dichas reacciones. Se tiene que, por ejemplo, hay una reacción en donde,



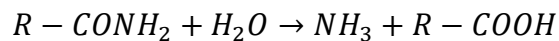
Si se considera la presencia de una enzima como catalizador se tendría que,



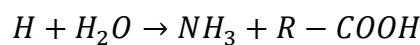
Donde K es la enzima, se infiere que A se va a transformar en B de manera irreversible donde el proceso se llevará a cabo en un tiempo determinado (v) y, dependiendo cómo se analice, A se irá descomponiendo mientras que B se irá formando en una variación o delta, por lo tanto, se puede representar como:

$$v = \frac{-dA}{dt} = \frac{dP}{dt}$$

Las principales enzimas que intervienen para que el proceso se lleve a cabo son la proteasa, la amidasa, la ureasa y la nitrogenasa, cada una tiene una función concreta, las proteasas, por ejemplo, contribuye a la ruptura de los enlaces peptídicos en los aminoácidos, por lo cual es crucial en el proceso de descomposición, su actividad optima se encuentra en un pH de 8 y en temperaturas cercanas a los 55°C ya que a mayores temperaturas dicha enzima es desnaturalizada (Quintero et al. 2002). En cuanto a la amidasa *es la enzima que cataliza la hidrólisis de las amidas y produce amoniaco y el correspondiente ácido carboxílico.* (Quintero et al. 2002). Lo cual se puede describir mediante la siguiente reacción:



En cuanto a la ureasa, esta cataliza la hidrólisis de la urea, producto del metabolismo en los organismos de la siguiente manera:

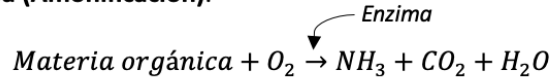


La nitrogenasa es una enzima vital ya que posibilita la ruptura en el enlace del N₂ propiciando la formación de amoníaco, lo cual es fundamental en el ciclo del nitrógeno como se observa en la ilustración 2.

Ilustración 2. Reacciones generales del nitrógeno en el compostaje.

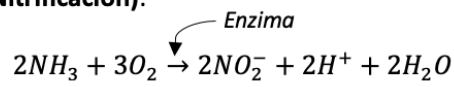
Reacciones para que el nitrógeno de la materia orgánica se transforme y pueda ser aprovechado por las plantas.

- **Primera etapa (Amonificación):**

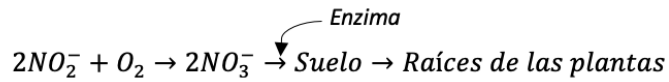


- **Segunda etapa (Nitrificación):**

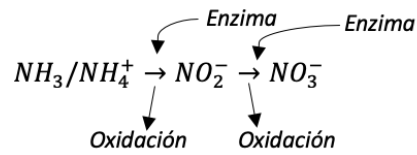
1.1



1.2



- **Reacción global:**



Nota: elaboración propia

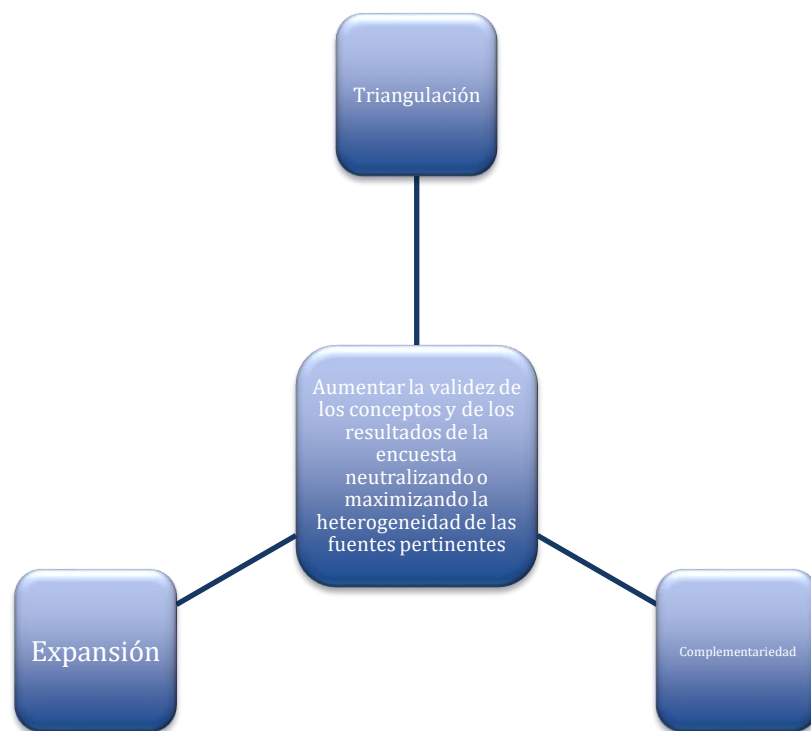
7. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo de grado está centrada en el paradigma pragmático que tiene como fundamento epistemológico la investigación mixta, cuyo objetivo es complementar y proporcionar un análisis más profundo y extenso que maximice las características del método cuantitativo y cualitativo, pues al ser una corriente filosófica que rechaza la verdad absoluta y se enfoca en la utilidad y el valor práctico del conocimiento (Arias, 2023), asume una realidad social mixta tanto singular como múltiple; acepta tanto las perspectivas objetivas como subjetivas de la realidad y adopta el enfoque metodológico más adecuado para abordar el problema de investigación. En el contexto de las actividades a desarrollar y siguiendo el modelo de aprendizaje expansivo, el paradigma pragmático muestra gran relevancia por los siguientes aspectos, a partir de los criterios de Arias (2023):

- A. **Flexibilidad metodológica:** El aprendizaje expansivo se caracteriza por ser un proceso iterativo y flexible, que requiere la adaptación de las estrategias y métodos a medida que avanza el proyecto. El paradigma pragmático, al no estar limitado a un solo enfoque metodológico, facilita lograr los objetivos de aprendizaje.
- B. **Énfasis en la relevancia práctica:** El aprendizaje expansivo busca generar un impacto real en la comunidad y el entorno. El paradigma pragmático, al considerar la utilidad y el valor práctico del conocimiento, se alinea con este objetivo y garantiza a la resolución de problemas y la generación de soluciones prácticas.
- C. **Integración de saberes:** Con el aprendizaje expansivo se busca integrar los saberes tradicionales y el conocimiento científico. El paradigma pragmático, al aceptar tanto las perspectivas objetivas como subjetivas de la realidad, facilita esta integración y permite construir *puentes conceptuales* entre las diferentes formas de conocimiento.
- D. **Orientación a la acción:** El aprendizaje expansivo busca promover la participación de los estudiantes y la resolución de problemas. El paradigma pragmático, al centrarse en la acción fomenta la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos.

Por otra parte, para reforzar esta metodología se pretende emplear la idea de triangulación ya que permite “brindar una solidez necesaria al proceso de investigación al tener en cuenta diferentes perspectivas y ángulos de un mismo objeto de estudio” (Montero, 2023, p.176).

Ilustración 3. Idea de triangulación adaptada de Moscoso, J.N (2017)



Nota: Adaptado y modificado de Moscoso, J.N (2017)

En el presente trabajo de investigación se optó por un enfoque de investigación descriptiva que busca centrar y puntualizar alguna o algunas características de la población que se esté estudiando. De acuerdo con Guevara, Verdesoto y Castro (2020), una característica fundamental en este tipo de investigación es que la información suministrada debe ser verídica y verificable, o sustentada en referentes de fuente confiable, evitando posibles inferencias o suposiciones. Otro aspecto por considerar es la organización y debida secuenciación de las actividades, los instrumentos y su aplicación, además del sustento teórico de la investigación, con el propósito de establecer categorías

para la organización de los datos. Para este fin, se tendrá como referencia la taxonomía de Bloom (1956), que clasifica y ordena el aprendizaje en tres categorías o dominios:

- **Cognitivo:** Abarca el área intelectual y se subdivide en conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación
- **Psicomotor:** Se enfoca en las destrezas y habilidades físicas.
- **Afectivo:** Involucra las actitudes, valores y emociones, como la recepción, respuesta, valoración, organización y caracterización de valores.

Resulta pertinente resaltar que, dentro de las categorías anteriormente mencionadas, en esta investigación se adaptara la categoría “*Psicomotor*” para englobarla hacia una categoría “*procedimental*” ya que se considera un poco más relevante para medir de manera más precisa las habilidades y acciones requeridas en el desarrollo de la competencia intercultural en el contexto de este trabajo. En segundo lugar, se tomaron como base los indicadores de competencia intercultural propuestos por Porras (2017) que se enmarcan en la perspectiva de la sustentabilidad superfuerte y que sirven como fundamento para establecer los criterios de evaluación en los enfoques cognitivo, procedimental y actitudinal/afectivo del aprendizaje de los estudiantes. En tercer y último lugar, se tienen en cuenta los diferentes lineamientos que desarrolla el MEN con respecto a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) (Peñas C, 2016) y Estándares Básicos de Competencias (EBC) (Schmidt Q, 2006), para promover el aprendizaje de manera integral y diseñar experiencias de aprendizaje más efectivas y evaluar el progreso de los estudiantes de una forma más completa en su proceso.

La población participante está compuesta por 40 estudiantes de educación media pertenecientes a grado undécimo de la Institución Educativa León XIII, quienes desarrollaron un itinerario didáctico que describe la propuesta didáctica desde el enfoque del Aprendizaje Expansivo. A continuación, se describen las etapas del itinerario enmarcadas en el modelo de aprendizaje expansivo, con base en las ideas de Vega y Moreno (2014):

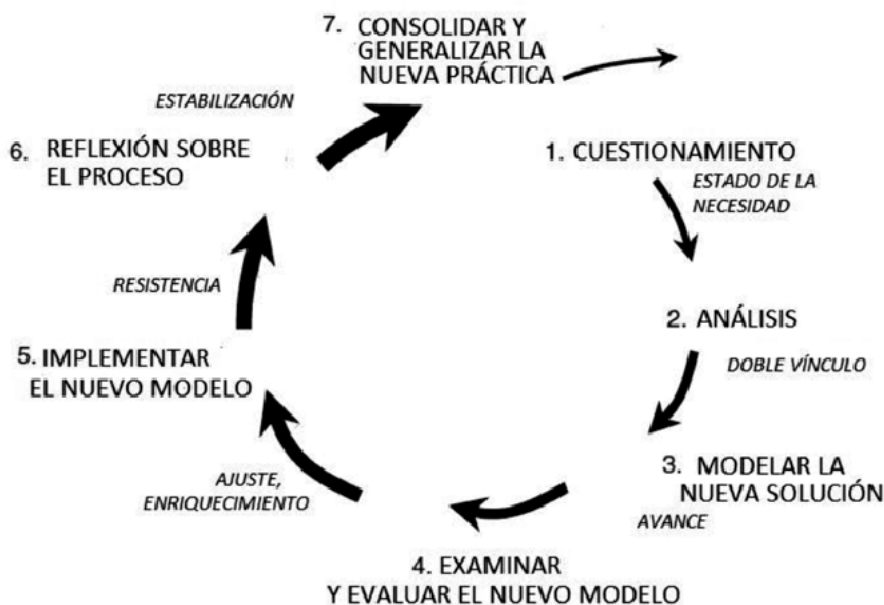
- 1. La primera acción es la de cuestionar, criticar o rechazar algunos aspectos de la práctica aceptada y la sabiduría existente. A esta acción se le llamará el cuestionamiento (questioning).*
- 2. La segunda acción es la de analizar la situación. El análisis implica una transformación mental, discursiva o práctica de la situación con el fin de averiguar las causas o los mecanismos explicativos.*
- 3. La tercera acción es la de modelar/crear (modeling) una nueva relación explicativa en algún medio claramente observable y transmisible.*
- 4. La cuarta acción es la de examinar el modelo poniendo a prueba su funcionamiento y operación con el fin de comprender plenamente su dinámica, potencialidades y limitaciones.*
- 5. La quinta acción es la de implementar el modelo a través de aplicaciones prácticas, mejoramientos y ampliaciones conceptuales.*
- 6. La sexta acción es la de reflexión y evaluación del proceso.*
- 7. La séptima acción es la consolidación de los resultados en una nueva práctica estable.*

Vale la pena aclarar que el itinerario didáctico, no sigue una estructura rígida y lineal, como se muestra en la (figura 4), sino que se adapta a las necesidades y el contexto específico del aprendizaje, el cual deriva de la necesidad lógica de partir de lo abstracto a lo concreto. Además, se refiere, desde la perspectiva de los trabajos realizados por Moron-Monge y Melgar (2016) y López Fernández et al. (2017) a una estrategia didáctica en relación con la actividad de aprendizaje activo que utiliza el entorno físico como un recurso de aprendizaje que promueve la interacción directa de los estudiantes con el contexto y centrado en el desarrollo de destrezas multidisciplinares.

Estas dos concepciones se integran de manera significativa en el marco del modelo de aprendizaje expansivo, resultando en actividades que fomentan un aprendizaje transformador, ya que ambos convergen en puntos clave donde en principio, valoran el mundo real como una herramienta fundamental para la construcción de *puentes conceptuales* entre los conocimientos tradicionales o populares y los científicos. Asimismo, trascienden dicha adquisición del conocimiento enfatizando en el desarrollo de aquellas habilidades que son aplicables en diversos ámbitos y contextos como la

observación, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comunicación, y finalmente subyacen en la multiplicidad de saberes o visiones del mundo que no siempre son atendidos o tenidos en cuenta.

Ilustración 4. Etapas del itinerario enmarcadas en el modelo de aprendizaje expansivo



Nota: tomado de Vega & Moreno (2014).

De este modo, se permite llevar a cabo el proceso fundamental del aprendizaje expansivo; la “*actividad de aprendizaje*” ya que estas dos perspectivas complementan y enriquecen en gran medida el desarrollo de las diferentes etapas propuestas anteriormente con la población participante. La *actividad de aprendizaje* va más allá de la simple reproducción del conocimiento que por lo general se sobrecarga con material teórico y se centra en aspectos operativos, de memoria o aplicación de fórmulas mecánicamente que se abordan en el marco de un pensamiento constructivista, donde orientan al estudiante de manera superficial.

Entonces, recopilando las ideas de Sepúlveda (2001), *la actividad de aprendizaje* es un proceso de descubrimiento para comprender cómo realmente se origina el conocimiento y con ello que el estudiante se enfrente a un problema que no es evidente en su vida cotidiana y, con la guía del profesor, busque explicaciones y construya modelos para

concebirlo y modificarlo, y asimismo no ser un receptor pasivo de información, sino participar activamente en la construcción de los nuevos saberes a través de la interacción con el problema y desarrollar nuevas formas de pensar y actuar. Adicionalmente, el objetivo de la actividad de aprendizaje es que se pueda ser capaz de realizar tareas prácticas que antes no se podían hacer, gracias a la transformación y expansión del conocimiento.

Según los postulados anteriores, la ruta metodológica con la que se consolidan los objetivos de este trabajo de grado se enmarca en las siguientes actividades que fueron validadas por una profesora con título de Doctorado en Educación, Magister en Educación y Licenciada en Biología con amplia experiencia en educación ambiental y didácticas de las ciencias y se usaron como instrumentos de evaluación.

7.1 Encuesta de caracterización

En la primera etapa que da inicio con el desarrollo del itinerario didáctico, se realiza una encuesta de caracterización (Ver anexo 1) de corte descriptivo para identificar las ideas previas y concepciones que tienen los estudiantes, permitiendo así el cuestionamiento y desafío del conocimiento pre-existente abriendo un espacio para nuevas perspectivas; y exploratorio, en el que se hace una recopilación de datos demográficos con el fin de tener una mayor perspectiva con respecto a los antecedentes.

7.2 Presentación del proyecto y desarrollo de un prototipo de compostaje

En la segunda etapa de la investigación, se hace una presentación formal del proyecto denominado “entre raíces” dando inicio a la nueva situación problema a los estudiantes. De igual modo, se construye el primer modelo de compostera, que servirá como herramienta para el análisis del contexto y la observación del proceso de compostaje, permitiendo a los estudiantes explorar las causas y los mecanismos involucrados.

7.3 Multilaboratorio sobre los parámetros que afectan la actividad enzimática y video sobre técnicas de fertilización de plantas

En la tercera etapa, se aborda el concepto de actividad enzimática para relacionar los parámetros fisicoquímicos involucrados en una reacción mediante una práctica de laboratorio (Ver anexo 2), esto con el fin de cuantificar experimentalmente el impacto de la temperatura, la concentración y la presencia de un catalizador en la cinética enzimática mediante un trabajo colaborativo para el desarrollo de la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos* en la construcción de un nuevo conocimiento científico y permitirle a los estudiantes experimentar y elaborar sus propias explicaciones del fenómeno abordado. Como segunda actividad en esta etapa se propone a los estudiantes realizar un vídeo en el que deben preguntar a sus familiares qué prácticas emplean y/o conocen en casa para fertilizar las plantas, en aras de fomentar la conexión entre el conocimiento científico y popular o tradicional creando un puente conceptual entre lo teórico y lo práctico. La actividad se presupuestó para ser realizada en un total de tres horas, dentro de ese tiempo se tomaron treinta minutos para realizar la explicación general del laboratorio y para hacer la aclaración de dudas frente al mismo, se les indicó a los estudiantes que las preguntas orientadoras del laboratorio debían ser contestadas al finalizar la práctica.

7.4 Integración teórico-práctica de la cinética enzimática

En la cuarta etapa de esta secuencia de acciones, que se realiza en la cuarta semana, se busca una integración entre la teoría y la práctica para sustentar la categoría “*puentes conceptuales*”. En primer lugar, se comienza con una sesión de clase en la que se retroalimenta sobre la práctica de laboratorio previa. En segundo lugar, se hace una sesión cuyo eje central es la cinética enzimática, abordando los principales conceptos estructurantes (Especie química, concentración, pH, temperatura, proteínas, y catalizadores). Tras examinar detalladamente el prototipo de compostera que, valida su funcionamiento, en la quinta semana se procede a la construcción de las composteras grupales. Adicionalmente, para reforzar los conceptos y evaluar la comprensión de la dinámica, potencialidades y limitaciones del proyecto “*entre raíces*”, se realiza una actividad interactiva en la plataforma Kahoot (ver anexo 3). Esta etapa culmina en la sexta semana con un diálogo de saberes que integra todas las temáticas abordadas hasta ese momento.

7.5 Implementación del proyecto ‘Entre raíces’ en el Día del Medio Ambiente

Como parte de la conmemoración del Día del Medio Ambiente, realizada en la Institución, se determinó por pedido de la docente de química del colegio Sonia Cárdenas realizar una serie de charlas orientadas a un total de 10 cursos de bachillerato incluyendo el grupo de estudio, por ello, se incluye dicha actividad como parte del itinerario didáctico. Dicha actividad tuvo una nota apreciativa por parte de la docente Sonia Cárdenas en el área de química tras la resolución de un correspondiente taller (Ver anexo 4). Las charlas realizadas hicieron parte de un programa dedicado a mostrar seis proyectos que se realizan en la institución, dentro del cual se incluyó el apartado de ‘Compostaje’ que fue el único proyecto realizado por actores diferentes a los docentes. Por ello, la presentación, correspondiente a la quinta etapa que representa la aplicación práctica de los conocimientos y modelos desarrollados, realizada en la séptima semana, consistió en una presentación de la propuesta didáctica para fomentar su aplicación en otros cursos. La decisión de ampliar el alcance del proyecto se fundamentó en los resultados satisfactorios obtenidos por la docente titular al implementar algunas actividades de la propuesta con otro grupo de estudiantes.

7.6 Encuesta tipo Likert

Para culminar satisfactoriamente el proyecto, en la octava semana se llevó a cabo una encuesta tipo Likert. Este instrumento permitió recopilar datos sobre las actitudes de los estudiantes frente a la enseñanza y aprendizaje expansivo de la química en el contexto del compostaje, haciendo énfasis en la competencia intercultural “*Aprender a Vivir Juntos*”. Dicha encuesta fue diseñada para esta investigación y cuenta con la debida validación (Ver anexo 5).

7.7 Aprendizaje activo de la cinética enzimática con juego de roles y realidad aumentada en Instagram

En la etapa siete del itinerario didáctico se consolida el proyecto “*entre raíces*” y culmina con una experiencia de aprendizaje expansivo que integra un juego de roles (ver anexo 6) y un filtro interactivo de Instagram (ver anexo 7) construido propiamente. En el juego de roles los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos a situaciones reales, mientras

que el filtro de Instagram, diseñado con los conceptos clave del proyecto, les permite interactuar con cada uno de manera creativa e innovadora en las composturas construidas.

Con el fin de fomentar y fortalecer un modelo de aprendizaje expansivo y el desarrollo de la competencia intercultural “*Aprender a Vivir Juntos*” para el estudio de la cinética enzimática en el contexto del compostaje, cada actividad se evalúa de acuerdo con una rúbrica de evaluación (ver anexo 8). En dicha rúbrica se tuvieron en consideración las categorías mencionadas anteriormente con respecto a la taxonomía de Bloom (1956), los criterios de Porras (2017) y lineamientos que desarrolla el MEN con respecto a los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) (Peñas C, 2016) y Estándares Básicos de Competencias (EBC) (Schmidt Q, 2006) para especificar los enfoques con sus respectivos indicadores de desempeños y criterios para que puedan adaptarse a diferentes necesidades del proyecto de investigación. En ese sentido, los aspectos que se tienen en cuenta son:

- A. **En el enfoque actitudinal** se valoran las *habilidades comunicativas asertivas (HC)*, la *integración con los demás individuos de la comunidad (I)*, *respeto hacia los demás y hacia si mismos (R)*, *preservación de los territorios propios y ajenos (P)*, *interés por problemáticas ambientales (IPA)*.
- B. **En el enfoque procedimental** se valoran *la resolución de problemas (RP)*, *articulación de conocimientos previos con la integración de nuevos saberes (AC)*, *articulación de conocimientos populares con conocimiento científico (ACP)*, *Desarrollo de estrategias para aplicar el conocimiento en contextos comunitarios reales (DE)*, *Razonamiento químico, matemático y social (RQ)*,
- C. **En el enfoque cognitivo** se valoran *la habilidad para abstraer nuevos conceptos en base a conocimientos e ideas previas (H)*, *comprensión de los conceptos (CC)*, *capacidad de tomar decisiones que posibiliten cambios positivos a nivel interpersonales e intrapersonales (CII)*, *capacidad de recopilar y organizar información relevante (RI)*, *entendimiento de la repercusión de las acciones individuales y colectivas sobre el medio ambiente (AM)*.

Los criterios de evaluación están planteados en una escala de calificación ajustada para diferentes niveles de dificultad donde excelente es 5, suficiente es 3 e insuficiente 1 y

permite una retroalimentación clara y específica para evaluar una competencia intercultural en los diferentes enfoques.

8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

De acuerdo con la metodología establecida, enmarcada en el paradigma pragmático y el aprendizaje expansivo para la construcción de análisis de datos en el presente proyecto de investigación, se consideran la codificación y caracterización de datos para identificar relaciones y significados emergentes en torno al desarrollo de la competencia intercultural denominada *Aprender a Vivir Juntos*, en el contexto del aprendizaje de la química, además de la estadística descriptiva, que contrasta las diferentes teorías y establece relaciones entre las variables clave del proyecto de investigación; *puentes conceptuales*, *compostaje* y *cinética enzimática*.

Asimismo, la triangulación de estos enfoques permite una comprensión profunda y rigurosa del fenómeno estudiado, validando los hallazgos y extrayendo conclusiones sólidas sobre la efectividad de la propuesta didáctica y su contribución al desarrollo del trabajo. Con el desarrollo de las actividades desde el itinerario didáctico que sustentan los propósitos del trabajo y se enmarcan en cada una de las siete etapas del aprendizaje expansivo, se presentan los resultados correspondientes a cada una.

Es importante resaltar que, a pesar que la población total de estudiantes inscritos en el curso 1102 JM de la Institución Educativa León XIII es de 40 alumnos, no todos participaron en todas y cada una de las actividades, ya sea por inasistencia o porque no entregó alguno de los trabajos debidamente requeridos en los plazos establecidos, por ello, si faltase un trabajo o actividad, el análisis no podría tener la rigurosidad que se requiere para el presente trabajo. Por ende, se establece que, de los 40 estudiantes, 16 de ellos entregaron y participaron en todas las actividades propuestas, en base a ello se realizan los análisis. En la Tabla 1 y en las Gráficas 1 y 2 se presentan la totalidad de los estudiantes, pero para efectos de los análisis, se consideran los estudiantes del 1 al 16 de la Tabla 1.

8.1 Encuesta de caracterización

La encuesta de caracterización comprende información valiosa de la población de estudio, para así tener un parámetro inicial de la cantidad de estudiantes y datos de interés general de lo cual deriva la siguiente tabla.

Tabla 1. Datos demográficos de los estudiantes.

Estudiante	Edad	Lugar de nacimiento del estudiante	Lugar de nacimiento del (los) acudiente(s)	Sexo
1	16	Tolima	Tolima	Hombre
2	17	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre
3	16	Bogotá D.C.	Tolima	Mujer
4	16	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre
5	16	Bogotá D.C.	Huila	Hombre
6	18	Bogotá D.C.	Magdalena	Mujer
7	16	Bogotá D.C.	No especifica	Mujer
8	15	Bogotá D.C.	Bolívar	Mujer
9	16	Bogotá D.C.	Tolima	Mujer
10	16	Boyacá	Boyacá	Mujer
11	17	Bogotá D.C.	No especifica	Hombre
12	17	Bogotá D.C.	Santander	Hombre
13	16	Bogotá D.C.	Guaduas	Mujer
14	16	Cesar	Cesar	Mujer
15	17	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre
16	15	Bogotá D.C.	Tolima	Mujer
17	16	Bogotá D.C.	Tolima	Hombre
18	17	Bogotá D.C.	Medellín	Mujer
19	18	Tolima	Bogotá D.C.	Mujer
20	16	Bogotá D.C.	Neiva	Mujer
21	17	Bogotá D.C.	Facatativá	Mujer
22	17	Venezuela	Venezuela	Hombre
23	16	Venezuela	Venezuela	Mujer
24	17	Tolima	Bogotá D.C.	Hombre
25	16	Venezuela	Venezuela	Mujer
26	16	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre

27	16	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre
28	16	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Mujer
29	16	Bogotá D.C.	Meta	Hombre
30	16	Tolima	Tolima	Mujer
31	16	Bogotá D.C.	Cesar	Mujer
32	16	Bogotá D.C.	Bogotá D.C.	Hombre
33	16	Soacha	Bogotá D.C.	Mujer

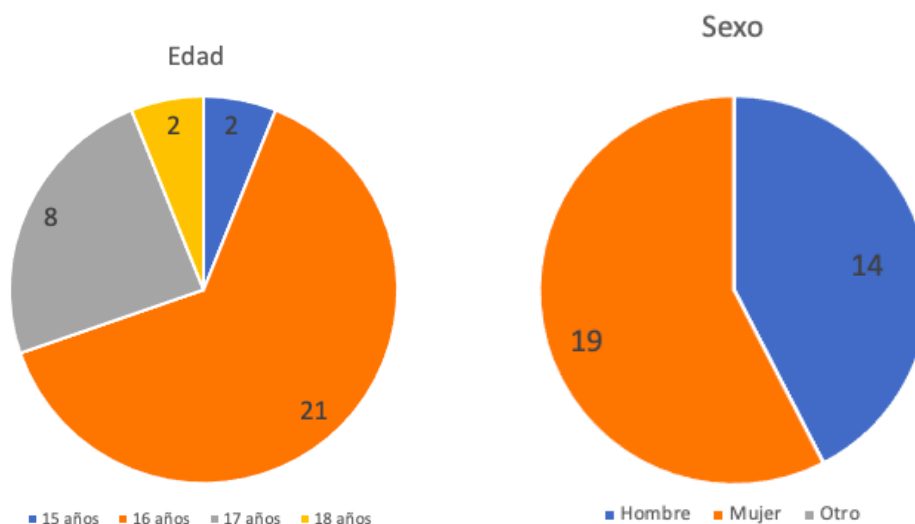
Nota: Elaboración propia

Es importante mencionar que en la tabla 1, el número de estudiantes es 33 según la encuesta, sin embargo, el número total de estudiantes del grado 1103 de la jornada mañana de la Institución Educativa León XIII, es de 40. Dado el ajuste del cronograma planteado para el itinerario didáctico y de actividades ajenas al proyecto no fue posible repetir la encuesta con la totalidad de los estudiantes. Pese a ello, este instrumento brindó información inicial sobre algunas variables de sumo interés para el desarrollo del proyecto, tales como el lugar de nacimiento de los jóvenes, haciendo una aproximación a las relaciones entre el territorio y la cultura. En este sentido, el territorio propio constituye un desarrollo cultural específico (Giménez, 1996), pues dos locaciones que se encuentren cercanas latitudinalmente, pueden llegar a ser atravesadas por dinámicas sumamente diferentes. Esto se ratifica con las siguientes ideas:

Los nichos ecológicos de una patria pueden ser un valle estrecho, una meseta compartida, la cuenca de un río, parte de un litoral marítimo, etcétera. Su área carece, por lo general, de límites precisos y no coincide necesariamente con las delimitaciones político-administrativas. (Giménez, 1996).

De acuerdo con las gráficas 1 y 2, el promedio de edad de los estudiantes es 16 años con un 64% del total de los estudiantes encuestados. Así mismo, 19 de los participantes son mujeres, mientras que el 14 son hombres.

GRÁFICA 1 y 2. Edad y género de los estudiantes



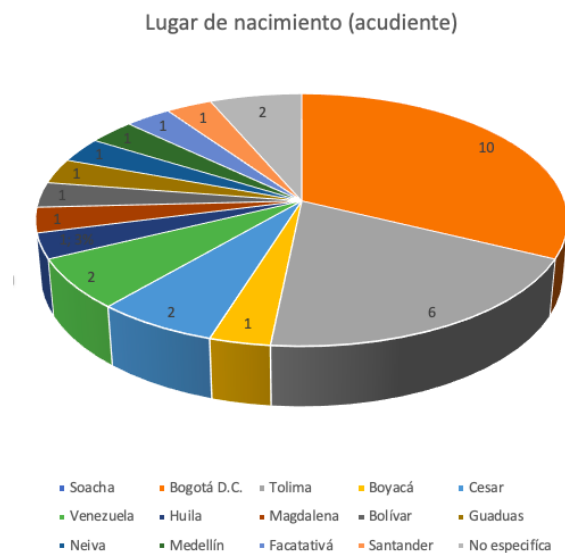
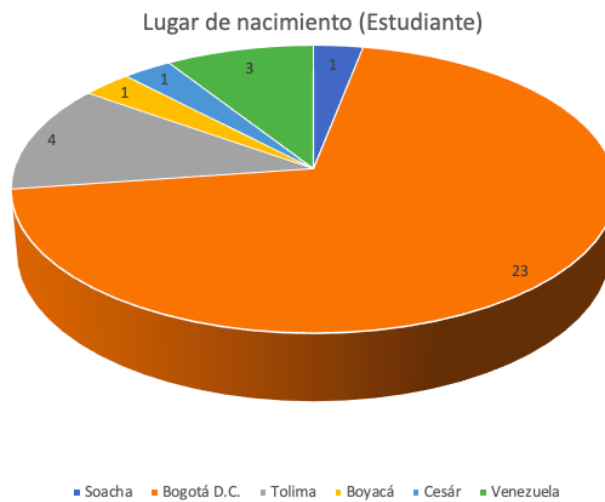
Nota: Elaboración propia

Los datos de nacimiento revelan un proceso de centralización y concentración de personas que se ha dado en la ciudad de Bogotá. Una historia de migración que se condensa en las siguientes ideas:

...el país no es ajeno al proceso concentrador: desde 1951 ha observado una lenta pero sostenida concentración de la población en Bogotá que incluso parece acelerarse en el último censo (UEC, 2007).

Según los resultados obtenidos (ver gráficas 3 y 4), la población de estudiantes que nacieron y viven actualmente en Bogotá D.C. y el municipio de Soacha es del 70%, mientras que, para el caso de los acudientes, solo un 32% nacieron en la capital del país. El departamento del Tolima es el lugar de mayor procedencia de los acudientes, con un 20%, lo cual indica que efectivamente la población resulta territorialmente diversa.

GRÁFICA 2 y 3. Lugar de nacimiento de los estudiantes y sus acudientes



Nota: Elaboración propia

Luego de hacer un barrido demográfico, se presentan los resultados de la encuesta relacionada con las ideas de los estudiantes sobre tres términos específicos: **Cultura, identidad y diversidad.** (Ver tabla 2)

Con respecto a la definición de "cultura", los resultados revelan una convergencia significativa en la concepción de los estudiantes. La categoría predominante es "*Cultura como tradición y costumbres*", la cual engloba la mayoría de las respuestas, destacando la importancia de la transferencia intergeneracional de significados compartidos. Esta perspectiva se alinea con la definición de cultura de Geertz (2003) como un sistema de símbolos y prácticas sociales que moldean la interpretación del mundo y guían las acciones. Si bien el resto de los estudiantes se centran en valores y creencias compartidas,

la visión de "*cultura como tradición*" sugiere una comprensión arraigada en la continuidad histórica y la identidad colectiva.

El concepto de identidad deriva una categoría "*dinámica y multifacética*" en los resultados de los estudiantes, la gran parte de los encuestados la definen en términos de características individuales distintivas, mientras que el restante la asocia con la pertenencia a un grupo o cultura. Esto se alinea con la perspectiva de Porras (2017), quien conceptualiza la identidad como un proceso de construcción tanto social como individual. Dicho proceso se nutre de factores internos desde la interculturalidad, y externos, como el contexto social, los cuales a su vez pueden impulsar propuestas innovadoras que desafíen las prácticas tradicionales. En este sentido, la percepción de los estudiantes de la identidad como algo cambiante y dependiente del individuo refleja una comprensión como construcción en constante evolución, moldeada por la interacción de elementos personales y sociales. Esta visión dinámica de la identidad abre la puerta a la exploración de nuevas formas de expresión y a la resignificación de prácticas culturales establecidas.

Por otro lado, los resultados revelan una comprensión predominantemente cultural de la diversidad entre los estudiantes. Una parte considerable de los participantes asocian el término "diversidad" con la variedad de culturas y características individuales, mientras que un grupo significativo lo relaciona con la diferencia y la singularidad. Esta tendencia subraya la idea de que la diversidad implica reconocer y valorar las distintas formas de ser y estar en un contexto determinado. Esta percepción se alinea con la categoría de "*Diversidad cultural*", definida por Martínez (2012) como la coexistencia de diversas culturas, etnias, religiones y otras características humanas dentro de una sociedad. La definición de Martínez enfatiza que la diversidad enriquece la sociedad y promueve la inclusión y el respeto mutuo, aspectos que conectan con la interpretación de los estudiantes.

Tabla 2. Identidad, cultura y diversidad según los estudiantes.

Estudiante	Pregunta	Respuesta
1	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>Creo que sí, ya que todo lo que hemos construido se basa en otros saberes.</i>

	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>Es la suma de las características que conforman una sociedad.</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>Es la cantidad de formas y culturas que posee el planeta.</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>Es lo que es una persona, lo que desarrolla y lo que hace ser lo que es.</i>
2	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>Mi criterio, se puede construir a partir de la tradición ya que hace la mayoría temas son antiguos</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>La cultura es el conocimiento o comportamiento de artes y diversidad de los temas</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>Se refiere a la variedad de culturas y características que existen entre las personas</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>Para mí es la que define a una persona por sus características</i>
3	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>No responde</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>Siento que la cultura es lo que diferencia a cada país del otro, es lo que hace que cada país sea único</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>La diversidad es lo que diferencia a personas de otros, lugares de otros, la diversidad es una diferencia única de cada cosa</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>La identidad es lo que diferencia a una de las otras personas, ya que todos somos diferentes y por tanto tenemos identidades diferentes</i>
4	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>Para mí sería que del saber tradicional, ya que el conocimiento científico proviene Y antes de Cristo inclusive, el conocimiento científico nos ha ayudado a los 1000 historia y ha ido evolucionando</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>Definiría cultura como todas las tradiciones que nos rodean, cosas y hechos históricos</i>

	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>Defina diversidad como todo lo que nos rodea y características y perspectivas de las personas</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>Define identidad como persona, hecho y lugar</i>
5	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>No sé</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>Son las actitudes que comparten las personas como gentilicios, cultura, región al igual que físicamente como color de piel del de ojos, noción de vivir entre otros</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>La diversidad es la caracterización y clasificación de las personas como su sexualidad, género o religión</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>Para mí la identidad son las características propias que te definen personal y socialmente</i>
6	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>Creo que sí se puede construir a base de ello es decir del conocimiento popular, ya que hay muchos saberes que se nos enseña desde nuestros antepasados</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>Para mí la cultura es algo que se trae desde nuestros antepasados, algo que se convierte como en una traición y se nos enseña desde pequeños</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	<i>Para mí la diversidad es como la variedad de algo, pero es muy distinto uno de otro</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	<i>Para mí la identidad es lo que pienso cuando leo o escucho esto, es como se autodenominaba algo como una persona o cómo se puede diferenciar una persona de otra</i>
7	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	<i>No responde</i>
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	<i>La cultura es son las costumbres diversas que puede tener una comunidad</i>

	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad son diferentes modos de vivir
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	La identidad es el conocimiento y la capacidad de reconocernos ante nosotros mismos ya que somos únicos y diferentes
8	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	No sé
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura es una especie de etnia basada en las costumbres y creencias de una comunidad en general
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad considero que se define como las diferencias y distintas cualidades que posee una persona un grupo. Marcando y señalando lo distintas que pueden ser
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Identidad para mí son rasgos de la personalidad que lo hacen a uno característico como persona, sin embargo, este tipo de entidad puede cambiar con el paso del tiempo
9	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	Sí, todo puede ser usado como ciencia para poder crearla
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura para mí es lo tradicional de un lugar o el valor de una persona, el respeto o la comprensión y la solidaridad
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	Diversidad son muchas cosas, que, hay mucho de algo como hay diversidad de especies hay muchas cosas
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	La identidad es lo que define una persona, si es buena o mala o sólo la identificación que es para saber quién es
10	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	No lo sé. Me parece que el conocimiento científico si se puede construir a partir de estas características, ya que en tiempos anteriores las personas tenían sus propios métodos

		científicos para analizar cómo funcionaban los planetas
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura es eso que representa una persona o sociedad. Puede que la cultura se caracteriza en costumbres o creencias
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad la considero como las distintas cosas que caracterizan a las personas, como puede ser su orientación sexual, físico o pensamiento
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Defino como identidad las características propias de una persona como su pensamiento o creencias
11	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	El conocimiento científico se basa en la teoría, experimentación, hipótesis, etc. Sin tener en cuenta el conocimiento supersticioso
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura es el conjunto de tradiciones, costumbres, historias y gastronomía pertenecientes a un determinado grupo social
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad hace alusión a la variedad tan extensa de una cosa determinada, ejemplo, diversidad de fauna silvestre. La diversidad social es ser distintos entre sí culturalmente, hace alusión a la ideología particular durante las últimas décadas
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	La identidad es la forma en la que un individuo distingue su propia existencia y características de los demás
12	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	No lo sé
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura es lo que podemos encontrar en todos lados o sea lo que nos rodea
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad es lo diverso de las cosas por ejemplo Colombia es un país que tiene muchas cosas tanto raro como curioso

	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	La identidad es la imagen de las personas, o sea se roban la personalidad de alguien por ejemplo los datos personales u otras cosas
13	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	Que para tener un buen conocimiento necesitamos averiguar, consultar, leer, tener buena información, con nuestros saberes no es suficiente ya que faltaría seleccionar la información
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	Para mí la cultura es tener principios y valores para cualquier tipo de momento, ya sea en tu ciudad u otros lugares
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	Para mí la diversidad significa cosas diferentes, como por ejemplo diversidad de maletas, que hay bares
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Para mí la identidad es algo propio con lo que nos definimos a nosotros mismos
14	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	Sí, estos conocimientos pueden aportar perspectivas únicas, prácticas sostenibles y soluciones innovadoras
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	Para mí la cultura son costumbres que tienen las personas, pueblos o países, cada cual es diferente
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	La diversidad para mí son opciones de alguna cosa
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Cada quien tiene su identidad, lo que nos diferencia
15	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	No entendí
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	La cultura se basa en arte, bailes, platos típicos
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	Hay diferentes tipos de diversidad, son distintas formas de vivir
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Tú tienes que tener tu propia entidad

16	¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares?	Sí, puede ser por esa parte o ya sea que lo aprendamos
	Defina con sus propias palabras el concepto cultura	Para mí la cultura es las costumbres que tienen las personas para celebrar algo, sus tradiciones, etc. Porque cada país tiene su propia cultura
	Defina con sus propias palabras el concepto diversidad	Para mí la diversidad es las diferentes formas de expresarse o identificarse
	Defina con sus propias palabras el concepto identidad	Para mí la identidad es algo que nos caracteriza por lo que somos, hacemos, etc.

Nota: Elaboración propia

Finalmente, con respecto a la pregunta sobre la posibilidad de construir conocimiento científico a partir de los saberes tradicionales, ancestrales o populares, se muestran diversas opiniones entre los estudiantes. La mayoría de los estudiantes creen que el conocimiento científico puede surgir de saberes tradicionales, argumentado que todo conocimiento se basa en saberes previos. Un grupo considerable expresa no estar seguros o no saber si existe tal conexión. Algunos estudiantes consideran que el conocimiento científico se basa en métodos rigurosos y no tiene en cuenta saberes populares.

Desde la perspectiva de Brito Melo (2017), es posible y beneficioso construir puentes entre el conocimiento científico y los saberes tradicionales o populares, resaltando la idea de reconocer y valorar los conocimientos ancestrales en la enseñanza de las ciencias, ya que pueden enriquecer la comprensión de los fenómenos naturales y promover un aprendizaje más significativo y contextualizado. Las respuestas de los estudiantes que si reconocen esa conexión respaldan esta perspectiva, sin embargo, aquellos estudiantes que niegan o dudan de esta relación dan cuenta de la importancia de construir estos puentes para superar las visiones reduccionistas que limitan la ciencia a un conjunto de métodos y teorías.

De esta manera, se logra interpretar con los resultados de la encuesta de caracterización que se alinean satisfactoriamente con la primera secuencia de acción del aprendizaje expansivo debido a que la encuesta brindó una comprensión diversa y dinámica de los

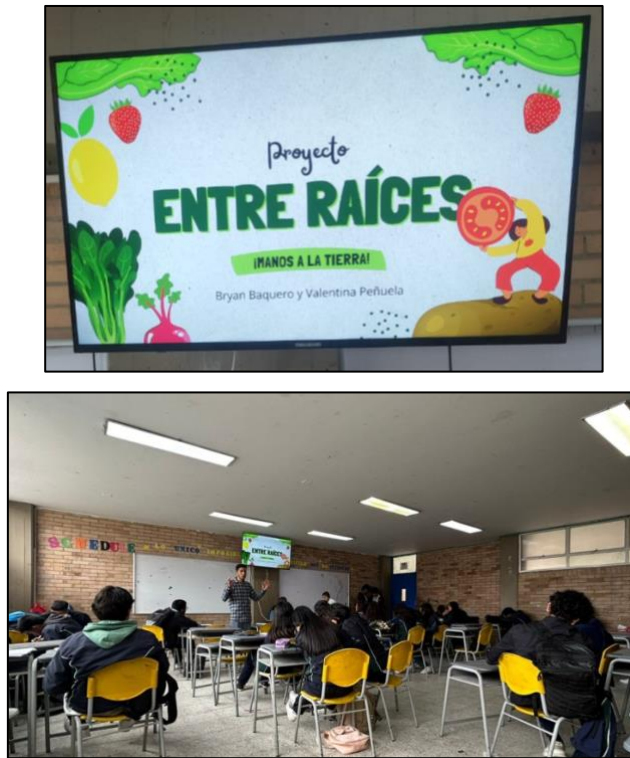
conceptos clave para el desarrollo de una competencia intercultural, lo que indica que los estudiantes están reflexionando activamente sobre su entorno. Al respecto Porras (2017) señala que la competencia intercultural se construye a través de la interacción sinérgica entre creencias, actitudes, conocimientos y habilidades, las cuales se materializan en prácticas individuales y colectivas, procurando un discurso frente a los retos y oportunidades que constituyen determinadas situaciones sociales y culturales.

Las diferentes posturas sobre la relación entre el conocimiento científico y los saberes tradicionales sugiere que los estudiantes están problematizando la forma en cómo se construye y verifica el conocimiento. Además, la encuesta también destaca la diversidad territorial y cultural de los estudiantes, lo que plantea interrogantes sobre cómo estas diferencias pueden influir en sus experiencias y perspectivas. En conjunto, estos hallazgos evidencian que la encuesta ha promovido la problematización y el cuestionamiento, sentando las bases para un aprendizaje expansivo que desafíe las ideas preconcebidas y fomente la construcción de nuevos conocimientos.

8.2 Presentación del proyecto “*entre raíces*” y desarrollo de un prototipo de compostaje

Dando lugar a la segunda etapa del aprendizaje expansivo se hace una introducción del proyecto: “*Entre raíces*” para desafiar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el compostaje y su relación con el ambiente. Esto generó en los estudiantes un desbalance entre conocimientos, que impulsó su motivación por indagar más sobre dichas temáticas. Posteriormente, se elaboró el prototipo de la compostera donde se usaron canecas de pintura recicladas, a las que se les hizo un tratamiento previo de lavado y donde se agregaron residuos orgánicos sólidos y se depositaron las lombrices (Lombriz Roja Californiana), en una de las zonas verdes del colegio. La actividad generó un interés de los estudiantes sobre todo por conocer las lombrices, interactuando con ellas directamente (tocando y manipulando) o indirectamente (observando). Este proceso permitió que los estudiantes exploraran y experimentaran en el contexto del compostaje de manera práctica, transformando sus conocimientos para brindarles la oportunidad de observar, analizar y comprender los mecanismos involucrados en la descomposición de la materia orgánica.

Ilustración 5 y 6. Presentación formal del proyecto a los estudiantes



Nota: Elaboración propia

Ilustración 6 y 7. Construcción de la primera compostera con los estudiantes



Nota: Elaboración propia

Esta actividad permitió reconocer las ideas de Sepúlveda (2001) cuando señala que el aprendizaje expansivo implica la construcción de nuevos modelos mentales, que integran los conocimientos y experiencias adquiridas. En esta actividad, los estudiantes construyeron nuevos modelos sobre el compostaje a través de la observación, la reflexión y la interacción con sus compañeros y el trabajo colaborativo. Estos modelos mentales permitieron comprender el proceso de compostaje de manera más profunda y significativa.

Ilustración 7. Composteras hechas por los estudiantes organizados en equipos de trabajo



Nota: Elaboración propia

8.3 Multilaboratorio sobre los parámetros que afectan la actividad enzimática y video sobre las técnicas de fertilización de las plantas.

El multilaboratorio, al igual que las demás actividades establecidas en el proyecto, se planteó como una estrategia para articular el conocimiento científico y el tradicional, desde la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos*, por lo tanto, se evaluó el desempeño de los estudiantes desde lo cognitivo, lo afectivo y lo procedimental, estableciendo cuatro preguntas orientadoras, como punto de partida para determinar la manera como los estudiantes recopilan la información, la organizan, y se comunican entre sí para presentar un informe escrito por cada equipo de trabajo.

En la práctica se desarrollaron de manera satisfactoria las actividades propuestas para los parámetros establecidos de pH, temperatura, variación de la concentración y la presencia de catalizadores que, como se ha indicado, y para dar cuenta de los puentes conceptuales entre el conocimiento científico y el saber popular, se estudiaron en base a la práctica del compostaje y los factores que inciden tanto en su sistema como los parámetros principales que tienen efectos en la actividad y cinética enzimática, tal y como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Principales factores que inciden en los procesos de compostaje y la actividad enzimática

PRINCIPALES FACTORES QUE INCIDEN EN LOS PROCESOS DE	
COMPOSTAJE	ACTIVIDAD ENZIMÁTICA
Temperatura	Temperatura
pH	pH
Catalizadores	Catalizadores
Humedad	Concentración de las especies químicas
Naturaleza del sustrato	Naturaleza de los reactivos
Concentración de oxígeno (Sistema aeróbico)	Presencia de especies inhibidoras

Es importante resaltar que, en su mayoría las prácticas realizadas en el multilaboratorio son de carácter netamente cuantitativo, sin embargo, para el caso de la práctica sobre la presencia de catalizadores en una reacción química se pudo establecer los tiempos estimados para la actividad de la enzima (Catalasa) necesaria para que se dé la descomposición del peróxido de hidrógeno en la reacción. Adicional a ello, se comprobó de forma experimental que la variedad de papa criolla (*Solanum phureja*) tiene una mayor concentración de catalasa que otras variedades de papa, en este caso frente a la papa pastusa. (Mendoza, Rolando, & Herrera, Aníbal O, 2012)

Tiempo para evidenciar la reacción (burbujeo) en:

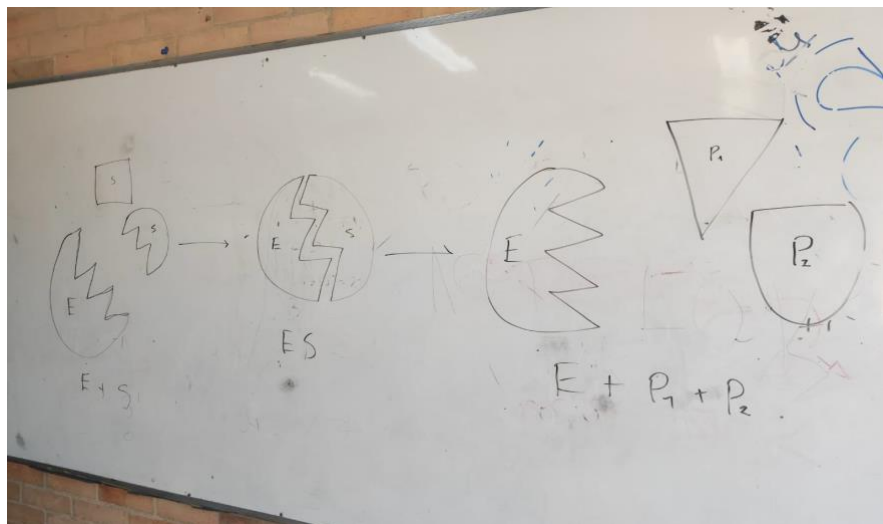
- Papa criolla: debe ser menor tiempo
- Papa pastusa: debe ser más tiempo

Ilustración 8. Evidencia cualitativa de la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno.



La práctica de laboratorio fue vital para reforzar las clases sobre cinética enzimática orientadas, dado el itinerario didáctico en sesiones anteriores a dicha práctica.

Ilustración 9. Sesión orientada al mecanismo general de la actividad enzimática (Modelo llave cerradura)



Al final de la práctica y como parte de la guía de laboratorio, se evaluaron las preguntas orientadoras. A continuación, se presenta el ejemplo de las respuestas de uno de los

equipos de trabajo y su respectivo ponderado respecto a la rúbrica de evaluación, esto debido a que se evidenció el uso de la IA para responder a las preguntas por parte de los grupos de laboratorio (ver anexo 9). La rúbrica de evaluación está construida desde tres aspectos de la competencia, lo actitudinal y afectivo, lo procedimental y lo cognitivo, cada aspecto está subdividido en cinco indicadores con sus respectivas valoraciones (Excelente, suficiente, insuficiente) a las cuales se les asignó una valoración específica para cada aspecto y así realizar el ponderado que permitió establecer el desarrollo o no, de la competencia *Aprender a vivir juntos*, de la siguiente manera:

Excelente: 5

Suficiente: 3

Insuficiente: 1

La valoración mínima que puede llegar a alcanzar un estudiante para cada aspecto es de 5 (insuficiente), entre 6 y 15 el aspecto sería suficiente y la máxima valoración sería de 25, donde el rango comprendido entre 16 y 25 se considera excelente. Finalmente se realiza un ponderado de los tres aspectos, con el fin de determinar un aproximado del nivel de competencia alcanzado por el estudiante.

Por lo tanto, el informe de laboratorio presenta los siguientes criterios, frente a las preguntas orientadoras:

Tabla 4. Respuestas de los estudiantes en el multilaboratorio.

Equipo 1				
Pregunta	Argumento	Valoración según la rúbrica		
		A	P	C
¿Por qué la temperatura afecta la velocidad de reacción?	<i>La temperatura aumenta la velocidad de una reacción al incrementar la energía de las moléculas, ya que lleva a colisiones más frecuentes y energéticamente más favorable entre ellas.</i>			
¿Por qué la concentración de reactivos afecta la	<i>La concentración de reactivos afecta la velocidad de la reacción al influir en la frecuencia de colisiones entre las moléculas reactantes: a mayor</i>			

velocidad de una reacción?	<i>concentración, más colisiones y mayor velocidad de reacción.</i>			
¿Por qué el pH afecta velocidad de una reacción?	<i>El pH afecta la velocidad de una reacción al cambiar la carga eléctrica de las moléculas reactantes y al influir en la presencia de iones que actúan como catalizadores, lo que puede afectar o inhibir la reacción.</i>	HC: 3	RP: 3	H: 3
		I: 3	AC: 3	CC: 3
		R: 3	ACP: 3	CII: 5
		P: 1	DE: 1	RI: 1
		IPA: 5	RQ: 1	AM: 3
¿Por qué la presencia de un catalizador afecta la velocidad de una reacción?	<i>La presencia de un catalizador afecta la velocidad de una reacción al proporcionar una ruta alternativa de reacción con la energía de activación menor. Esto permite que las moléculas reactantes se conviertan en productos más fácilmente y, por tanto, acelera la velocidad de la reacción.</i>	Total: 15	Total: 11	Total: 15
¿Por qué es importante estudiar la velocidad de una reacción?	<i>Es importante estudiar la velocidad de una reacción porque nos proporciona información sobre el mecanismo, cinética y no se optimizar procesos industriales, entender fenómenos biológicos y señor práctico productos químicos más eficientes.</i>			

Nota. Se presentan los valores para cada respuesta según los indicadores de la rúbrica

Convenciones:

HC: Habilidades comunicativas asertivas

I: Integración con los demás individuos de la comunidad

R: Respeto hacia los demás y hacia sí mismos

P: Preservación de los territorios propios y ajenos

IPA: Interés por problemáticas ambientales que se presentan en el contexto local

RP: Resolución de problemas

AC: Articulación de conocimientos previos con la integración de nuevos saberes

ACP: Articulación de conocimientos populares con conocimiento científico

DE: Desarrollo de estrategias para aplicar el conocimiento en contextos comunitarios reales

RQ: Razonamiento químico, matemático y social

H: Habilidad para abstraer nuevos conceptos en base a conocimientos e ideas previas

CC: Comprensión de los conceptos

CII: Capacidad de tomar decisiones que posibiliten cambios positivos a nivel interpersonales e intrapersonales

RI: Capacidad de recopilar y organizar información relevante

AM: Entendimiento de la repercusión de las acciones individuales y colectivas sobre el medio ambiente

En este apartado cabe mencionar que, en su mayoría, los estudiantes usaron la IA ChatGPT para consultar las respuestas y, como consecuencia no se pudo determinar si los

estudiantes realmente tuvieron una comprensión efectiva de los conceptos. Ahora bien, una de las pautas a desarrollar a lo largo del proyecto fue la de articular el conocimiento y/o saber popular/tradicional con el conocimiento científico. Al respecto Furguerle (2018), propone 6 criterios principales que describen los saberes populares,

- La durabilidad
- La flexibilidad
- La satisfacción/afinidad
- Un estado de jerarquización
- La trascendencia
- La aplicabilidad

Dichas características hacen del saber popular un elemento constitutivo muy importante en relación a la cultura y al sentido de identidad de una comunidad, al resistir el paso del tiempo y pese a ello seguir siendo relevantes, se les atribuye un alto valor pedagógico (Furguerle, 2018). Como parte del proceso, se solicitó a los estudiantes realizar una breve consulta en sus hogares respecto a los conocimientos que tienen para abonar las plantas, elaborando un video creativo. La receptividad de la actividad por parte de los estudiantes fue media baja, dado que solo de los cuarenta estudiantes matriculados en el curso, solo 16 alumnos presentaron el video en las fechas establecidas, es decir, un 40%, sin embargo, pese a ello, los videos suministrados demostraron ser sumamente creativos y coherentes con lo que se planteó, la información suministrada se recopiló en el siguiente cuadro:

Tabla 5. Prácticas y saberes ancestrales de los familiares de los estudiantes sobre sus prácticas para el abono de las plantas.

Sujeto	Prácticas y saberes
Familia Estudiante 1	<i>'la tierra se remueve y se debe tener en cuenta el tipo de planta y sus necesidades'</i> <i>'un consejito que les voy a dar, por lo menos a mí me gusta utilizar fertilizantes orgánicos, como cuales, por lo menos, utilizo la cáscara de plátano, utilizo el cisco del arroz...'</i>
Familia Estudiante 2	<i>'nosotros utilizamos jugo de lentejas con humus de lombriz'</i>
Familia Estudiante 3	<i>'para mantener mis plantas equilibradas y con un crecimiento estable lo que hago yo es utilizar composta, que hago yo misma con mis residuos alimenticios...a veces les echo el agua con la que cocino los huevos.'</i>

	<i>También a veces las rocío con agua de tabaco para mantenerlas libres de insectos y plagas'</i>
Familia Estudiante 4	<i>'acá recolectamos el agua del arroz y se la aplicamos a las plantas'</i>
Familia Estudiante 5	<i>'como tip, utiliza el agua con café (sirve de maravilla para aquellas babosas que se quieren comer nuestras plantas)'</i>
Familia Estudiante 6	<i>'lo que más he visto que utilizan en mi familia es el café y las cascaritas de las frutas...y otra cosa que usa mi abuela es el vinagre disuelto en agua para prevenir ácaros y cualquier plaga que pueda dañar la planta'</i>
Familia Estudiante 7	<i>'acá yo uso el cuncho del café, la cascara de huevo triturada y el agua del arroz, que también trae mucha vitamina'</i>
Familia Estudiante 8	<i>'el compostaje lo hacemos con cascaras vegetales mezclado con papel y tierra, al cabo de unos dos meses eso se descompone y lo echamos a nuestras plantas'</i>
Familia Estudiante 9	<i>'yo fertilizo las maticas de manera natural, yo le coloco cascara de huevo, granos de café y a veces le coloco té de banano'</i>
Familia Estudiante 10	<i>'a mi planta lo que yo le pongo es abono de urea'</i>
Familia Estudiante 11	<i>'conozco tres maneras principales para fertilizar las plantas, una es con las heces de los animales, principalmente de las vacas, estas cuando se secan se recogen y es como una arenita que le echamos a las plantas, otra es con las cáscaras de las frutas, y las colillas de cigarrillo, la que más me funciona es el excremento de las vaquitas'</i>
Familia Estudiante 12	<i>'con fibra de coco, esa pelusita se corta bien chiquita y se le aplica a la tierra, si se moja mucho la planta, se dañan las raíces, si se le da mucho sol se queman las hojas'</i>
Familia Estudiante 13	<i>'nosotros utilizamos el café y también machacamos las cascaras de plátano, las de banano y la revolvemos con la tierra'</i>
Familia Estudiante 14	<i>'nosotros usamos las cáscaras de huevos y las cáscaras de plátano para echárselas a las matas'</i>
Familia Estudiante 15	<i>'aquí para abonar las plantas de forma natural yo agarro los pozos de café y el agüita del arroz y se lo pongo a la tierra de vez en cuando y ellas crecen bonito'</i>
Familia Estudiante 16	<i>'yo por ejemplo le echo cascaritas de huevo a la tierra porque eso les da el calcio'</i>

Los saberes de las familias de los estudiantes guardan una relación en cuanto a que, lo más utilizado como abono de las plantas, es la materia orgánica, ya sea con cascaras,

pozos de café, fibra de coco, etc. Según los videos observados, la familia 3 y la familia 8 realizan su propio compost, esto a partir de la descomposición de los alimentos de tipo vegetal, sin embargo, no se hace alusión al uso de lombrices en dicho proceso, por lo cual se esperaba que los estudiantes lograran inferir, de acuerdo con el proceso de compostaje realizado en la institución, que las lombrices tenían una incidencia directa en dicho proceso.

Un aspecto importante sobre lo abordado en este punto es establecer el desarrollo de los saberes populares que se construye como producto de la experiencia y costumbres propias del territorio, y que se asume desde un rol que debe ser interdisciplinar. Las respuestas obtenidas, tienen concordancia con lo propuesto por Rojas (2008) quien da cuenta de la importancia de dichos saberes en la construcción de un conocimiento que no trata únicamente de información al azar, sino que más bien es el producto de redes conceptuales constituidas de forma empírica y sistematizada con base a muchos años de experiencia intergeneracional. Como parte de los datos obtenidos, y haciendo la revisión de cada uno de los videos, se establecen diversos denominadores comunes en cada uno de ellos, dando como resultado lo que propone Rabey (1990) sobre el conocimiento popular, el cual “...*incluye las habilidades, técnicas y recursos organizacionales que permiten a la gente aplicar estas explicaciones al manejo de su ambiente, para alcanzar fines específicos*” (Rabey, 1990).

Rabey (1990) da cuenta de la heterogeneidad del conocimiento popular enmarcado en un ámbito cultural y social, en donde pueden llegar a existir diversos sistemas de conocimiento (dadas características como la estructura social, la región propiamente dicha y la estructura social entre otras), y que a pesar de ello pueden llegar a converger en un denominador común según sea el caso. Esto se puede observar como resultado de la actividad planteada con el video relacionada con la fertilización de las plantas, asociando aquellos parámetros que demostraron la diversidad de la población a analizar, como lo es su historia de vida y el lugar de nacimiento. Si bien la construcción identitaria y cultural para cada individuo es diferente, se lograron llegar a consensos comunes como el uso de la cascara de huevo para la fertilización de las plantas, lo que ejemplifica de

alguna manera el conocimiento popular, no solo como un concepto a la deriva sino más bien como la elaboración de una representación común.

8.4 Integración teórico-práctica de la cinética enzimática

La cuarta acción del aprendizaje expansivo incluye una actividad interactiva con los estudiantes, por medio de la plataforma *kahoot* donde se abordan algunas preguntas generales respecto al tema de la cinética enzimática y los factores que pueden influir en la actividad enzimática. La actividad fue realizada en grupos de cinco personas con un acierto en la primera pregunta por parte del 50% de los grupos lo cual indica que hubo una comprensión parcial de los cuatro parámetros principales (pH, temperatura, concentración y catalizador) que afectan la velocidad de una reacción química abordados en las clases, sin embargo, todos los grupos coincidieron en que la presencia de catalizadores es un aspecto importante en la cinética química. En esta misma integración se vincula la reflexión de los estudiantes por medio de un padlet (ver anexo 10) acerca de su proceso de aprendizaje con la propuesta didáctica que dan cuenta de la articulación de los saberes populares y científicos en marcado en un contexto.

8.5 Implementación del proyecto ‘Entre raíces’ en el Día del Medio Ambiente

La quinta acción del modelo aprendizaje expansivo, valida la adaptabilidad del modelo al contexto específico de aprendizaje. Los resultados satisfactorios obtenidos en el grupo de estudiantes participantes refuerzan la premisa que el aprendizaje expansivo progresa de lo abstracto a lo concreto. Esta necesidad lógica se evidencia en la forma como el modelo, a partir de conceptos generales y teóricos, se enfoca en aplicaciones prácticas y concretas dentro del nuevo grupo. La adaptación del modelo no solo demuestra su versatilidad, sino que también subraya la importancia de considerar las particularidades de cada contexto para lograr un aprendizaje significativo y relevante.

8.6 Encuesta tipo Likert

Llegando a la sexta acción del modelo de aprendizaje expansivo relacionado con la escala tipo Likert (ver anexo 11), constituye un instrumento de evaluación de las actitudes de

los estudiantes respecto a la enseñanza y el aprendizaje de la química en contexto, haciendo alusión a la interculturalidad y particularmente a la competencia *Aprender a Vivir Juntos*, en el marco del compostaje como alternativa sostenible frente al manejo de los residuos sólidos orgánicos y como eje conductor para la enseñanza de nociones generales sobre la cinética enzimática. Es importante destacar que, si bien la encuesta tipo Likert es simple, práctica y de fácil aplicación es una escala de tipo cualitativo, resulta útil para tener un orden e idea sobre las concepciones y preconcepciones que tienen los estudiantes respecto al tema (Ospina et al. 2003). En total son 20 afirmaciones las que conforman la totalidad de la encuesta, la cual fue dividida en las dos categorías mencionadas anteriormente.

La encuesta fue aplicada satisfactoriamente al grupo de estudiantes del grado 1103 (Jornada Mañana) pertenecientes a la Institución Educativa León XIII, que, como se estipuló con anterioridad, constó del total de estudiantes matriculados en el curso, en total 40, cuyos resultados se presentan a continuación, sin embargo se debe resaltar, como se indicó anteriormente que como parte del análisis se tomaron 16 estudiantes, pues fueron quienes entregaron y participaron en la totalidad de las actividades:

GRÁFICA 3. Población total de estudiantes encuestados (40)

		Statistics			
		Aprendizaje e importancia de la química en contexto	Rango Aprendizaje química en contexto	Aprender a Vivir Juntos e Interculturalidad	Aprender a vivir juntos e interculturalidad Rango
N	Valid	40	40	40	40
	Missing	0	0	0	0

Nota: Elaboración mediada por SPSS

Para cada una de las categorías, se estableció un rango específico para determinar la afinidad que tuvieron los estudiantes respecto a las afirmaciones. El análisis estadístico fue realizado con el programa *SPSS Statistcis*. Para ello, en primer lugar, se clasificaron las afirmaciones en función de su intencionalidad para cada categoría. En segundo lugar, se estableció si la afirmación era un reactivo positivo o un reactivo negativo, y, en función de ello se asignó un puntaje para cada ítem. Entonces, si por ejemplo se toma la afirmación

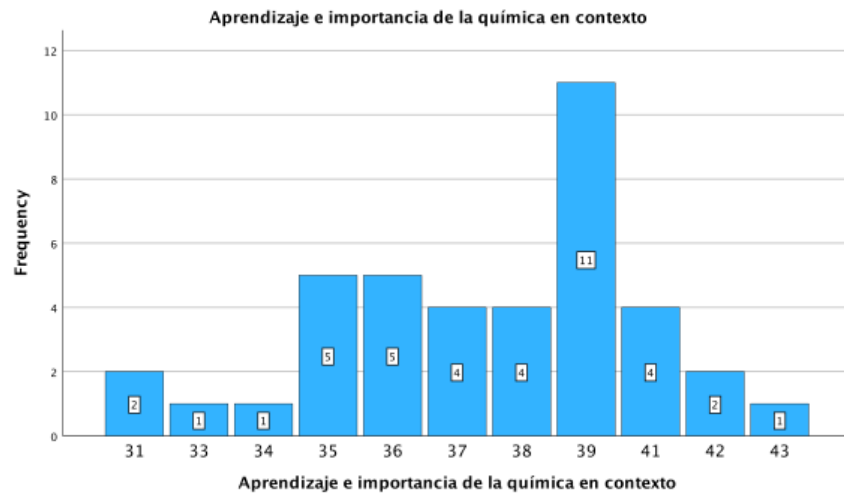
número nueve de la escala cuya descripción es: *Se me facilita el aprendizaje a través de la experiencia y prácticas que involucren mi interacción con el entorno.*

Un reactivo positivo es aquel que corresponde a la valoración *Muy de acuerdo* y una puntuación de cinco, mientras que la valoración *Muy en desacuerdo*, tiene una puntuación de 1. Si la redacción del ítem es contraria, su valoración sería inversa. Con ello se obtiene una escala numérica donde el mínimo puntaje posible sería 20, dado que son 20 afirmaciones. La primera categoría (Aprendizaje e importancia de la química en contexto) consta de 9 preguntas con un puntaje mínimo de 9 y un máximo de 45. Para la segunda categórica (Aprender a vivir juntos e interculturalidad), al constar de 11 preguntas, el puntaje mínimo sería de 11 y el puntaje máximo sería de 55. Así pues, cuanto más se acerque el puntaje a los valores máximos respectivos, mayor afinidad y/o concordancia habría por parte de los estudiantes con respecto a cada categoría, lo cual revelaría una tendencia actitudinal positiva.

A. Primera categoría: Aprendizaje e importancia de la química en contexto.

En la gráfica 6 se puede observar la cantidad de estudiantes y sus tendencias, donde el valor más alto corresponde a un puntaje de 39 sobre 45, por parte de once estudiantes mientras que el valor mínimo de puntaje en dicha categoría fue de 31 sobre 45, lo cual da una idea en el promedio de los resultados. Para ver más detalladamente la afinidad de los estudiantes respecto a la categoría se establecieron tres rangos en el resultado obtenido.

GRÁFICA 4. Ponderaciones estudiantes respecto a la importancia que le dan a la química en contexto

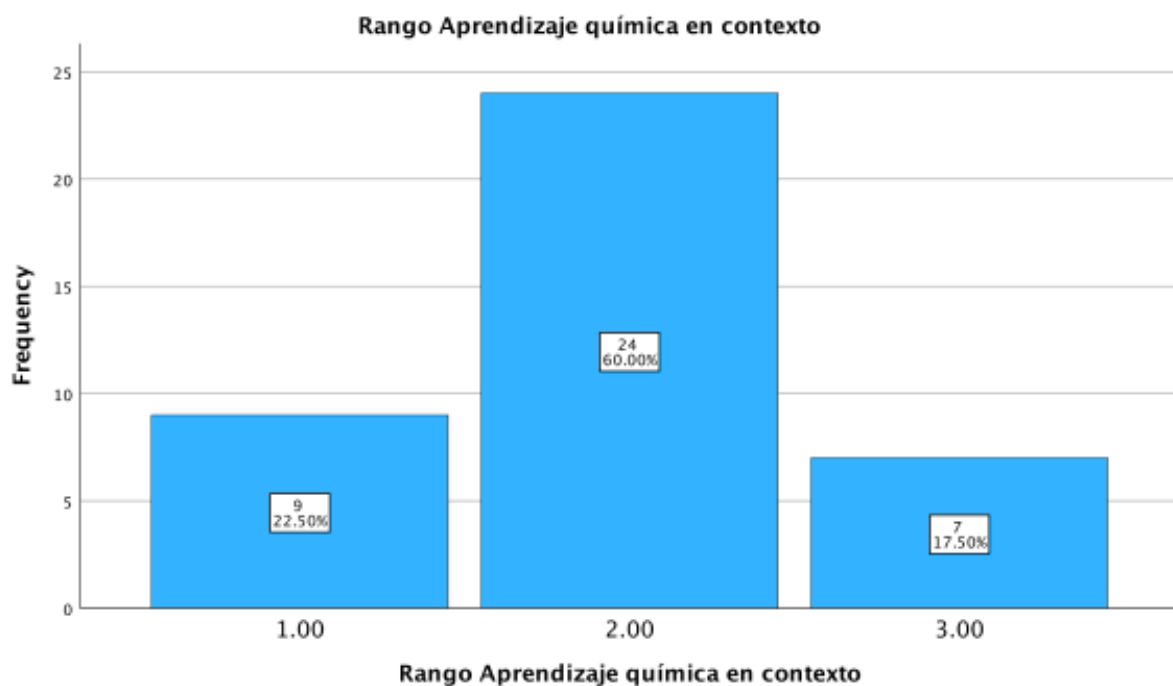


Nota: Elaboración mediada por SPSS

La participación activa de los estudiantes en actividades que involucren su compromiso en torno al aprendizaje, ha demostrado la consolidación de ambientes apropiados para la construcción del conocimiento y la motivación o grado de afinidad hacia algún (Carrillo, et al, 2009), las actividades como prácticas de laboratorio son aquellas que generan mayor receptividad hacia los temas relacionados con la química, y, si son bien ejecutadas, tienen el potencial de incentivar el desarrollo de las categorías procedimental, afectiva y cognitiva.

Analizar y participar en una actividad es un factor facilitador que propicia el desarrollo de estructuras que le permiten al estudiante asociar la motivación en la tarea, con una apropiación como resultado de generar mayor afinidad hacia la misma, lo que resulta en una buena estrategia para la enseñanza en contexto (Baquero, 1997). Como dato de interés y como se estableció previamente en la metodología, la encuesta tipo Likert fue aplicada a los estudiantes luego de realizar actividades como la construcción de las composteras y el desarrollo del multilaboratorio, por lo cual se tenía previsto un resultado positivo en cuanto a la valoración que le dan los estudiantes a la enseñanza de la química en contexto.

GRÁFICA 5. Rangos respecto al aprendizaje de la química en contexto



Nota: Elaboración mediada por SPSS

Para delimitar el respectivo análisis se presentan lo siguientes rangos:

1. No tan alta afinidad
2. Buena afinidad
3. Muy buena afinidad

Como se observa en la gráfica 7, un total de 24 estudiantes de 40 encuestados (el 60% de los estudiantes) tuvieron una buena afinidad respecto a la importancia de la enseñanza de la química en contexto, un 22,9% tuvieron una no tan alta afinidad y un 17,5% una muy buena afinidad respecto a la categoría.

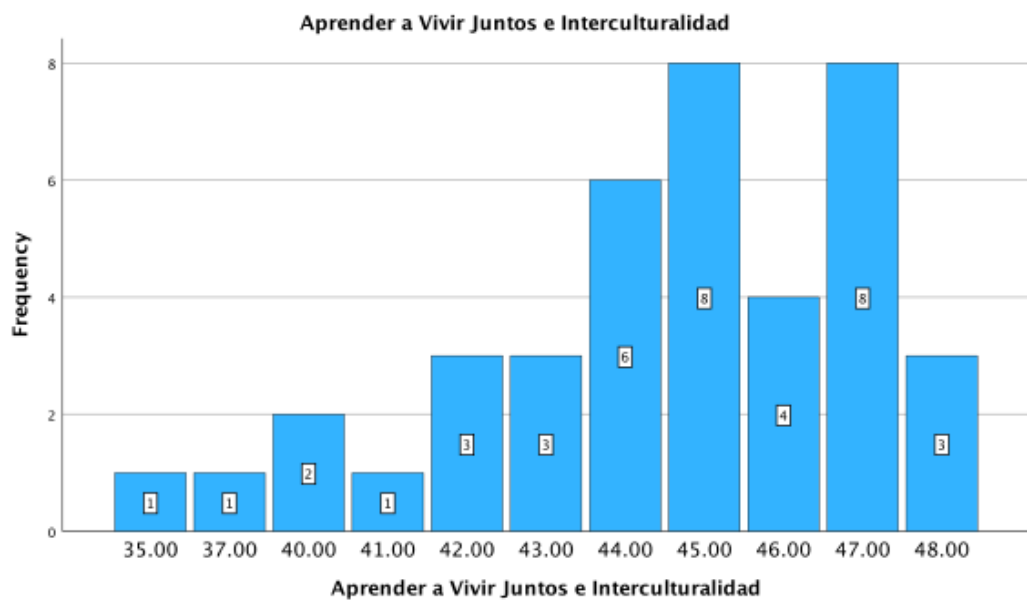
Como se observa, más de la mitad de los estudiantes encuestados presentaron una buena afinidad respecto a la importancia de la química en contexto, entonces, se puede establecer que, en efecto, si hubo motivación por parte de los estudiantes con respecto a las actividades prácticas, ya sea porque genuinamente despertaron interés y/o por el hecho de aplicar la química fuera del aula. Sin embargo, se considera que el grado de motivación no fue el suficiente para obtener un mayor porcentaje de estudiantes dentro del rango de muy buena afinidad con respecto a la categoría (Carrillo, et al, 2009).

B. Segunda categoría: Aprender a vivir juntos e interculturalidad

Como se puede observar en las gráficas 7 y 8, existe una relación con la categoría 1 (Química en contexto), pues en este caso un 72,5% de los estudiantes tiene muy buena afinidad respecto al *Aprender a Vivir Juntos*, de lo cual se puede concluir que hay una buena disposición frente a la noción de interculturalidad y se resalta una buena valoración respecto a la competencia analizada. Para el presente apartado es fundamental reconocer que el promedio se encuentra en el rango de muy buena afinidad a la interculturalidad y a la competencia *Aprender a Vivir Juntos*, lo cual da un buen indicativo sobre el desarrollo del proceso:

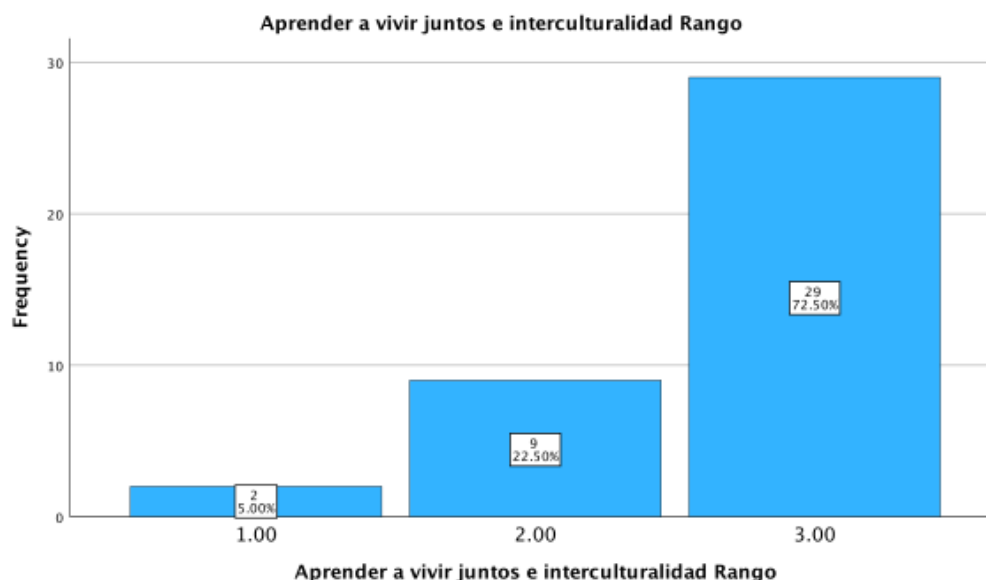
Se aprende participando de las actividades con otros y gradualmente se va comprendiendo los sentidos de la actividad. De este modo, aprendizaje y participación se encuentran íntimamente relacionados (Palacios, Pedragosa y Querejeta, 2020).

GRÁFICA 6. Tratamiento estadístico para la competencia intercultural



Nota: Elaboración mediada por SPSS

GRÁFICA 7. Tratamiento estadístico para la competencia



Nota: Elaboración mediada por SPSS

Por tanto, la participación en el contexto educativo generó un efecto positivo sobre los estudiantes, ahora bien, dicha participación no debe plantearse al azar, sino más bien desde una colectividad y asumiendo valores de respeto y empatía, vale la pena recalcar el carácter propio de la investigación. La UNESCO, 2001 establece y plantea la importancia de la Educación para vivir juntos desde un ámbito tanto educativo como socioeconómico, que permita que se desarrollen estrategias para disminuir las desigualdades y brechas sociales entre los individuos, se reconoce que hay que replantearse los contenidos, aspectos metodológicos y las disposiciones en función a ello

Por tanto, aprender a vivir juntos debe concebirse como una tarea social, a la cual la educación debería contribuir, pero sin esperarse que ella lleve todo el peso. La creación de consensos, la promoción de la tolerancia, el respeto de las diferencias y la comprensión mutua requieren un respaldo ampliamente cimentado, así como un liderazgo político comprometido. (UNESCO, 2001)

El ejercicio valorativo de aptitud propuesto dio entonces, al menos en su especificidad un resultado positivo al respecto.

8.7 Aprendizaje activo de la cinética enzimática con juego de roles y la realidad aumentada

El juego de roles representa la última actividad del itinerario didáctico, dicha actividad se establece desde la interculturalidad, la competencia *Aprender a Vivir juntos* y la química aplicada en contexto frente a un caso hipotético relacionado con las temáticas abordadas en el itinerario. La estrategia del juego de roles se dividió en tres grandes momentos (ver anexo 9)

Tabla 6. Evaluación de argumentos del juego de roles en base a la rúbrica.

Sujeto	Argumento	Valoración según la rúbrica		
		Actitudinal y afectivo:	Procedimental	Cognitivo
1	<i>'...se están hablando de varios puntos, se están tocando varias ideas, pero no se están llegando a un acuerdo con los sectores públicos, los implicados y la empresa, entonces se debería hacer el debido proceso para llegar a alguna solución, gracias.'</i>	HC: 5 I: 5 R: 3 P: 5 IPA: 5 Total: 23	RP: 5 AC: 3 ACP: 1 DE: 5 RQ: 5 Total: 19	H: 3 CC: 5 CII: 5 RI: 3 AM: 3 Total: 19
2	<i>'...nosotros como colectivo que se dedica a producir abono orgánico podemos brindar capacitaciones a los trabajadores sobre la producción del abono con lombrices que es más sustentable que los fertilizantes de tipo industrial.'</i>	HC: 5 I: 5 R: 3 P: 5 IPA: 5 Total: 23	RP: 5 AC: 3 ACP: 3 DE: 5 RQ: 5 Total: 21	H: 5 CC: 5 CII: 5 RI: 3 AM: 3 Total: 21
3	<i>'los niveles excesivos de nitrógeno son los causantes de la contaminación en las fuentes hídricas'</i>	HC: 5 I: 5 R: 3 P: 5 IPA: 5 Total: 23	RP: 3 AC: 3 ACP: 1 DE: 5 RQ: 5 Total: 17	H: 5 CC: 5 CII: 5 RI: 5 AM: 3 Total: 23
4	<i>'respondiendo a tu pregunta, nuestro abono orgánico es rentable porque las lombrices ayudan a acelerar el proceso, entonces podemos producir abono más rápido'</i>	HC: 5 I: 5 R: 5 P: 5 IPA: 5 Total: 25	RP: 5 AC: 3 ACP: 3 DE: 5 RQ: 5 Total: 21	H: 3 CC: 5 CII: 5 RI: 3 AM: 5 Total: 21
5	<i>'los daños ambientales causados por el exceso de nitrógeno en los fertilizantes'</i>	HC: 5 I: 5	RP: 5 AC: 3	H: 3 CC: 5

	<i>son irreparables, pero podemos tratar de no hacer más grande el problema con una regulación y sanciones adecuadas.'</i>	R: 5 P: 5 IPA: 5 Total: 25	ACP: 3 DE: 5 RQ: 5 Total: 21	CII: 5 RI: 3 AM: 3 Total: 19
--	--	---	---	---

Nota. Se evaluaron 16 argumentos en total. Solo se indicó uno de ellos a manera de ejemplo. Elaboración propia.

Convenciones:

HC: Habilidades comunicativas asertivas

I: Integración con los demás individuos de la comunidad

R: Respeto hacia los demás y hacia sí mismos

P: Preservación de los territorios propios y ajenos

IPA: Interés por problemáticas ambientales que se presentan en el contexto local

RP: Resolución de problemas

AC: Articulación de conocimientos previos con la integración de nuevos saberes

ACP: Articulación de conocimientos populares con conocimiento científico

DE: Desarrollo de estrategias para aplicar el conocimiento en contextos comunitarios reales

RQ: Razonamiento químico, matemático y social

H: Habilidad para abstraer nuevos conceptos en base a conocimientos e ideas previas

CC: Comprensión de los conceptos

CII: Capacidad de tomar decisiones que posibiliten cambios positivos a nivel interpersonales e intrapersonales

RI: Capacidad de recopilar y organizar información relevante

AM: Entendimiento de la repercusión de las acciones individuales y colectivas sobre el medio ambiente

Tras llevar a cabo el análisis de cada una de las actividades, frente a los referentes teóricos y la rúbrica de evaluación, se realizó un ponderado general para así evaluar y llegar a un aproximado del nivel de competencia desarrollado por parte de los estudiantes, el cual se presenta en el gráfico 9:

GRÁFICA 8. Ejemplo del tratamiento de datos para el estudiante 1 a manera de ejemplo.

ACTIVIDADES	Habilidades comunicativas asertivas	NUMÉRICO	Integración con los demás individuos de la comunidad
Encuesta de caracterización	SUFICIENTE	3	SUFICIENTE
Elaboración de compostera	EXCELENTE	5	SUFICIENTE
Multilaboratorio	SUFICIENTE	3	EXCELENTE
Story Time	EXCELENTE	5	EXCELENTE
Actividad Kahoot	SUFICIENTE	3	SUFICIENTE
Encuesta tipo lickert	EXCELENTE	5	EXCELENTE
Juego de roles	EXCELENTE	5	EXCELENTE

Nota: Elaboración mediada por SPSS

Se realiza el listado de actividades planteadas y se evalúan respecto a cada uno de los indicadores establecidos en la rúbrica (en total 20) asignando los valores pertinentes según el desempeño de los estudiantes en cada una de las actividades, vale la pena aclarar que, a pesar de que algunas actividades eran grupales, la valoración se realizó de manera individual teniendo en cuenta el trabajo de cada uno de ellos (Gráfico 10). Otro aspecto a tener en cuenta es que, al momento de realizar el ponderado general, se tomaron únicamente 16 estudiantes, esto debido a que no todos presentaron la totalidad de las actividades.

GRÁFICA 9. Ejemplo ponderado final para un estudiante

SUFICIENTE	3	47,0
EXCELENTE	5	51,0
EXCELENTE	5	47,0
EXCELENTE	5	65,0
SUFICIENTE	3	53,0
SUFICIENTE	3	63,0
SUFICIENTE	3	63,0
PROMEDIO		55,6

Nota: Elaboración mediada por SPSS

Finalmente se determinaron rangos para aproximar un estimado del nivel de competencia intercultural alcanzado por los estudiantes. Como el puntaje máximo que se podría alcanzar en la rúbrica es de 75 puntos y el mínimo es de 15, se establece la tabla 7 que reúne las categorías y valoraciones para caracterizar la competencia:

Tabla 7. Rangos determinados para la aproximación del nivel de competencia intercultural

Nivel de competencia	Rango
Insuficiente	15 a 35
Suficiente	36 a 55
Muy bueno	56 a 75

Nota: Elaboración mediada por SPSS

En la tabla 8 se presentan los resultados correspondientes a 16 estudiantes y su nivel aproximado de competencia intercultural alcanzado.

Tabla 8. Resultado del ponderado de los 16 estudiantes evaluados

Estudiante	Ponderado final	Nivel de competencia
1	55,6	Suficiente
2	60,3	Muy bueno
3	48,6	Suficiente
4	52,3	Suficiente
5	53,2	Suficiente
6	61,7	Muy bueno
7	52,2	Suficiente
8	54,6	Suficiente
9	65,9	Muy bueno
10	60,8	Muy bueno
11	54,6	Suficiente
12	60,5	Muy bueno
13	56,5	Muy bueno
14	59,0	Muy bueno
15	60,3	Muy bueno
16	61,7	Muy bueno

Nota: Elaboración mediada por SPSS

La UNESCO ha manifestado y resaltado la necesidad de integrar una educación transformadora que permita el aprendizaje en contextos cooperativos para fomentar el trabajo colaborativo y buenas prácticas a nivel comunicativo y social. Se plantea el *Vivir Juntos* como un 'Desafío Prioritario' (UNESCO, 2001), en donde se pretende que las instituciones de enseñanza velen por una preparación integral de los estudiantes, con un enfoque no solo disciplinar sino también social y afectivo. Esto debe integrarse a las nuevas tecnologías y avances informáticos, por lo tanto, es fundamental reconocer la

importancia de las competencias interculturales y el profesorado debe estar a la par de dichos desafíos planteados por la UNESCO.

Baquero, (1997) plantea una teoría sociohistórica donde la educación es el eje principal para fomentar el buen desarrollo cognitivo de los individuos y donde espacios como el Juego son dispositivos facilitadores del aprendizaje, por ello se considera el juego de roles como una de las actividades más importantes del proyecto, ya que es la que recoge de forma global todo lo trabajado en el itinerario didáctico, por ello los resultados obtenidos obedecen a que, en efecto se logró propiciar ambientes colaborativos en donde se fomentó el desarrollo de la competencia intercultural aprender a vivir juntos.

9. CONCLUSIONES

El presente proyecto, enfocado en el desarrollo de la competencia intercultural “*Aprender a Vivir Juntos*”, a través del compostaje ha logrado cumplir con los objetivos propuestos de manera satisfactoria. Se fomentó el desarrollo de la competencia intercultural “*Aprender a Vivir Juntos*” a través de las fases establecidas propiamente en el modelo de aprendizaje expansivo, donde cada una de las actividades planteadas, obedeció cada una de las 7 fases de dicho modelo. De esta manera se da cumplimiento de los objetivos planteados de la siguiente manera:

1. Se desarrolló la competencia intercultural aprender a vivir juntos en 16 estudiantes, quienes cumplieron en su totalidad con las actividades.
2. Se establecieron los criterios y ejes conductores del proyecto: identidad, cultura y diversidad en función de un análogo concreto; el compostaje y las lombrices para tener un acercamiento al concepto de cinética enzimática
3. Partiendo del modelo de aprendizaje expansivo se realizó una revisión de conceptos e ideas previas para articular el conocimiento popular con el conocimiento científico, por medio de puentes conceptuales.
4. Se desarrolló una propuesta didáctica que integra los conocimientos populares y científicos sobre la cinética enzimática en el contexto del compostaje. Esta propuesta, adaptada al entorno específico de la institución, ha promovido el aprendizaje expansivo, fomentando una transformación en los conocimientos adquiridos. La integración de saberes enriqueció la comprensión de los procesos involucrados en el compostaje y permitió establecer conexiones entre la ciencia y el entorno de los estudiantes.

Además, la evaluación del desarrollo de la competencia intercultural alcanzado por los estudiantes demostró un avance dentro del proceso evidenciando su capacidad para comprender y valorar diferentes perspectivas, trabajar en equipo y resolver problemas de manera colaborativa. La experiencia del compostaje, como un espacio de aprendizaje expansivo promovió el respeto por la diversidad de conocimientos y la integración de saberes tradicionales o populares y científicos. Los estudiantes demostraron un mayor interés y compromiso con las clases de química y el medio ambiente dando como resultado una muy buena afinidad a la competencia intercultural. La estrategia didáctica

permitió visualizar el progreso de los estudiantes en función a los criterios que se evaluaron dando como resultado que, en efecto la competencia intercultural *Aprender a Vivir Juntos* fue desarrollada, al menos en un nivel básico.

Como consideraciones finales, el proyecto puede ser una herramienta poderosa para fomentar la competencia intercultural “Aprender a Vivir Juntos”. Los resultados obtenidos evidencian que el enfoque puede promover una educación más inclusiva, expansiva y transformadora que quedó plasmada tanto en la institución como en los estudiantes de forma positiva.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baquero, R. (1995). *Vigotsky y el Aprendizaje Escolar*. Aique, Madrid, España.
- Carrillo, M. (2009). *La motivación y el aprendizaje*.
- Brito, N. B. M. (2017). Los puentes en la enseñanza de las ciencias: Un compromiso para comprender las investigaciones sobre las relaciones entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 2(42). <https://doi.org/10.17227/01203916.6962>
- Carbonero, P. (s. f.). Enzimas [Universidad politécnica de Madrid]. <https://oa.upm.es/54141/1/ENZIMAS.pdf>
- Departamento Nacional de Planificación, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, & comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico. (2022). Guía nacional para la adecuada separación de residuos sólidos. Colombia. <https://economiecirculaire.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/06/guia-nacional-para-la-adecuada-gestion-de-residuos-colombia-2022.pdf>
- Engeström, Y. (1999). El aprendizaje expansivo en el trabajo: hacia una reconceptualización teórica de la actividad. *Journal Of Education And Work*, 14(1).
- Farias Camero, D, Ballesteros G., M y Bendeck, M. (1999). Variación de parámetros fisicoquímicos durante un proceso de compostaje. Universidad Nacional de Colombia.
- Felipe, A., Gallarreta, S., & Merino, G. (2002). *Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias: Ejemplos en Biología del Desarrollo*.
- Furguerle, J. (2015). *Saber popular: una estrategia para el fortalecimiento de la gestión escolar participativa en la Escuela Bolivariana Vivienda Rural*.
- Garavito, J. D. & López, A. F. (2022). Pulpa de café como compost orgánico: un estudio de caso para la promoción de la competencia del sentido de responsabilidad hacia

las generaciones presentes y futuras. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/17372>.

Geertz, C. (2003). *La Interpretación de las Culturas*. Barcelona: Gedisa Editorial.

Giménez, G. (1996). *Territorio y cultura* [Estudios sobre las Culturas Contemporáneas]. Colima.

Mendoza, Rolando, & Herrera, Aníbal O. (2012). Cinética de Inactivación de la Enzima Peroxidasa, Color y Textura en Papa Criolla (*Solanum tuberosum* Grupo phureja) sometida a tres Condiciones de Escaldado. *Información tecnológica*, 23(4), 73-82.
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000400009>

González, R. O., & Ricalde, D. C. (2021). Aproximaciones a una metodología mixta. *NovaRua: Revista Universitaria de Administración*, 13(22), 65-84.

Glynn, SM y Koballa, TR, Jr. (2006). Motivación para aprender ciencias en la universidad. En JJ Mintzes y WH Leonard (Eds), *Handbook of college science teaching* (pp. 25 - 32). Arlington, VA: National Sciences Teachers Association Press.

Gudykunst, W.B. Applying anxiety/uncertainty management (AUM) theory to intercultural adaptation training. *International Journal of Intercultural Relations*, 22: (1998). (Pp 227-250.)

Guevara, G, Verdesoto, A y Castro, E (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)

Gurmessa, B., Cocco, S., Ashworth, A.J., Udawatta, R.P., Cardelli, V., Serrani, D., Ilari, A., Pedretti, E.F., Fornasier, F., Corti, G. Enzyme activities and microbial nutrient limitations in response to digestate and compost additions in organic matter poor soils in the Marches, Italy (2024) *Soil and Tillage Research*, 242, art. no. 106136.

Heckman, J. (2006). A history of organic farming: Transitions from Sir Albert Howard's War in the Soil to USDA National Organic Program. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 21(3), 143-150. doi:10.1079/RAF2005126

- López Fernández, J. A., Mora Márquez, M., Arrebola Haro, J. C., & Medina Quintana, S. (2017). Itinerarios didácticos interdisciplinarios en el grado de educación primaria: Una propuesta en la ciudad de Córdoba. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1851-1856.
- Martínez-Lirola, María. (2018). La importancia de introducir la competencia intercultural en la educación superior: Propuesta de actividades prácticas. *Revista Electrónica Educare*, 22(1), 40-58. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.22-1.3>
- Mena, X., Mena, M., & Tavera. (2018). Enzimas y organismos importantes dentro del proceso de compostaje.
- Monge, H. M., & Melgar, M. P. (2016). EL ITINERARIO DIDÁCTICO COMO HERRAMIENTA PARA LA ACTIVACIÓN PATRIMONIAL: UNA EXPERIENCIA DOCENTE DESDE EL PARQUE MARÍA LUISA Educational itinerary as a resource for switch heritage on: a teaching proposal from Maria Luisa Park. *Campo Abierto, Revista de Educación*, 35(2), 83-94.
- Morales, Y. A. (2021). “Guardianas de la tierra” Una propuesta pedagógica para la enseñanza del cuidado de la vida a partir del compostaje en la huerta life con las estudiantes del Liceo Femenino Mercedes Nariño. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/16742>.
- Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649. <https://doi.org/10.1590/198053143763>
- Nivón, E., & Rosas, A. M. (1991). Para interpretar a Clifford Geertz. Símbolos y metáforas en el análisis de la cultura. *Alteridades*, 1(1),40-49.ISSN: 0188-7017. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74746342005>
- Núñez, M. L. (2016). Fortalecimiento de las habilidades ambientales en los estudiantes de séptimo grado a través de la separación y el manejo de los residuos orgánicos de la Institución Educativa Colegio Campestre Monteverde. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/1787>.
- Peñas, C. A. (2016). Comparación entre los derechos básicos de aprendizaje (DBA) y otras normas técnicas curriculares. *Fundación SIGE (Sistema Integral de Gestión Educativa)*. Colombia. Consultado el, 7(1), 2019.

- Porras Contreras, Y. A. (2017a). Formación de los jóvenes de Bogotá en el ámbito de la sostenibilidad desde una perspectiva local, en un marco colaborativo e intercultural.
- Porras Contreras, Y. A. (2017b). La formación del profesorado de ciencias en competencias interculturales: retos para la educación hacia la sustentabilidad en un escenario de posacuerdo. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 3369-3374.
- Porras, Y. 2014. Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI. En: Porras, Y. et al. 2014. Retos y oportunidades de la educación ambiental en el siglo XXI. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional. ISBN: 978-958-8878-52-2 <http://editorial.pedagogica.edu.co/verpub.php?pubid=357&catId=17>
- Rabey, M. (1990). Conocimiento Popular y Desarrollo. *Medio Ambiente y Urbanización*, 31: 46-55.
- Sepúlveda, G. (2001). ¿Qué es aprendizaje expansivo? Ponencia presentada al Encuentro Nacional de Educación y Patrimonio, CPEIP, Santiago.
- Schmidt, Q. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden [1].
- Torres, Á., Garzón, F., & Ceballos, N. (2013). scientific skills development through the application of alternative teaching strategies. an approach through the teaching of the natural sciences.
- Tuay-Sigua, R. N., Pérez-Mesa, M. R., & Porras-Contreras, Y. A. (2023). Teachers' Ideas and Educational Experiences Regarding Urban Environmental Sustainability in Bogotá, Colombia. *Sustainability*, 15(15), 11882.
- Varela, D. (2023). Diálogo Intercultural. Multiculturalismo, ciudadanía y política cultural en Bogotá. *Revista Colombiana de Sociología*, 46(2), 151-182.
- Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Mora, M. M. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2). <https://doi.org/10.22579/20112629.575>
- Vega-Torres, D. R., & Moreno-García, J. E. (2014). Investigación educativa en red: pedagogía, organización y comunicación. *Educación y educadores*, 17(1), 9-31.

- Velandia, E. H., Valbuena, F. J. Contreras, O. M. (2019). Práctica evaluativa en metodología de ABP: una propuesta desde la práctica reflexiva. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10554/43396>.
- Velazco, E. B. (2014). La importancia de la relación cultura, territorio y enseñanza de las ciencias. En Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones (pp. 83-96). Adela Molina Andrade.
- Vargas, A. M. (2018). *Desarrollo de competencias interculturales desde la perspectiva de la sustentabilidad, una propuesta didáctica para el estudio ambiental del Humedal la Vaca (Bogotá)*.. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12209/9272>.

ANEXOS

ANEXOS 1. Encuesta de caracterización

ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN

La encuesta pretende realizar una breve caracterización de un grupo de estudiantes de grado once de la Institución Educativa León XIII que permita identificar la diversidad de la población objetivo.

1. Edad:
2. Sexo: Hombre ___ Mujer ___ Otro ___
3. Lugar de Nacimiento:
4. Lugar de nacimiento del o los acudientes:
5. Quiénes conforman su grupo familiar:
6. ¿Actualmente vive en el municipio de Soacha? Si ___ No ___
7. Cuánto tiempo lleva viviendo en el municipio de Soacha:
8. Desde qué año estudia en la Institución Educativa León XIII:
9. ¿Cree usted que el conocimiento científico se puede construir a partir de saberes tradicionales/ancestrales/populares? Justifique su respuesta.

10. Defina con sus propias palabras el término "Cultura":

11. Defina con sus propias palabras el término "Diversidad":

12. Defina con sus propias palabras el término 'Identidad':

ANEXOS 2. Multilaboratorio de cinética enzimática



MULTILABORATORIO CINÉTICA ENZIMÁTICA. Temperatura, pH y catalizadores

OBJETIVOS

- ❖ Cuantificar experimentalmente el impacto de la temperatura, la concentración y la presencia de un catalizador en la cinética de una reacción enzimática.
- ❖ Promover el desarrollo de competencias interculturales a través del trabajo colaborativo en la construcción de conocimientos sobre cinética enzimática

INTRODUCCIÓN

La velocidad a la que ocurre una reacción química es un tópico de especial interés a abordar pues se establecen condiciones óptimas para que una reacción ocurra, y en base a ello se entiende más el mecanismo que sucede en un sistema donde interactúan dos o más reactantes para formar productos. Existen diversos factores que tienen incidencia y/o pueden afectar la velocidad de una reacción, los más importantes son:

- Concentración de los reactivos.
- Temperatura.
- Presencia de un catalizador.
- pH

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

- ❖ Vasos desechables
- ❖ Vasos de precipitado
- ❖ Termómetro
- ❖ Plancha de calentamiento
- ❖ Vinagre
- ❖ Bicarbonato de Sodio
- ❖ Papa criolla y pastusa (Catalasa-Oxidoreductasa)
- ❖ Alkaseltzer
- ❖ Agua oxigenada
- ❖ 3 Soluciones ácidas
- ❖ 3 Soluciones alcalinas
- ❖ Indicador de repollo morado

PRÁCTICAS

PRÁCTICA A: Temperatura

PROCEDIMIENTO

1. Añadir aproximadamente 20mL de agua a temperatura ambiente a un vaso de precipitado.
2. Añadir aproximadamente 20mL de agua a 60°C a un vaso de precipitado.

PRÁCTICA B: pH

3. En cada vaso añadir una pastilla de Alkasetzer.
4. Tomar el tiempo que tarda en disolverse completamente la pastilla de Alkasetzer para cada caso.
1. Realizar una clasificación según hipótesis de las soluciones que consideren ácidas y las que consideren alcalinas (las suministrarán los docentes).
2. Añadir indicador de repollo morado a cada una de las soluciones.
3. Observar

PRÁCTICA C: Presencia de un catalizador

1. Macerar 10g de papa pastusa en un mortero y disolver en 50mL de agua.
2. Depositar solución en una botella plástica.
3. Añadir 20mL de peróxido de hidrógeno a un globo.
4. Asegurar el globo al cuello de la botella.
5. Depositar el peróxido de hidrógeno en la botella y observar

PRÁCTICA D: Temperatura

1. Añadir aproximadamente 20mL de agua a temperatura ambiente a un vaso de precipitado.
2. Añadir aproximadamente 20mL de agua a 60°C a un vaso de precipitado.
3. En cada vaso añadir 2 gotas de tinta china.
4. Observar

PRÁCTICA E: Concentración

1. Añadir 20mL de vinagre en un vaso de precipitado.
2. Añadir 10mL de vinagre y 10mL de agua en un vaso de precipitado
3. En cada vaso agregar 3g de bicarbonato de sodio.

PRÁCTICA F: Presencia de un catalizador

4. En cada caso tomar el tiempo desde que inicia la reacción hasta que termina.
1. Macerar 10g de papa criolla en un mortero y disolver en 50mL de agua.
2. Depositar solución en una botella plástica.
3. Añadir 20mL de peróxido de hidrógeno a un globo.
4. Asegurar el globo al cuello de la botella.
5. Depositar el peróxido de hidrógeno en la botella y observar.
6. Formular hipótesis según el resultado

Nota: Realizar una réplica añadiendo 50mL de vinagre en lugar de 50mL de agua.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ❖ ¿Por qué la temperatura afecta la velocidad de una reacción?
- ❖ ¿Por qué la concentración de reactivos afecta la velocidad de una reacción?
- ❖ ¿Por qué el pH afecta la velocidad de una reacción?
- ❖ ¿Por qué la presencia de un catalizador afecta la velocidad de una reacción?
- ❖ ¿Por qué es importante estudiar la velocidad de una reacción?

BIBLIOGRAFÍA

Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (s. f.). Principios de Química - 7.ed.: Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente. Bookman Editora.

Actividad evaluativa mediante plataforma Kahoot! Factores que afectan la cinética química

La velocidad de las reacciones químicas es fundamental en muchos ámbitos, desde la industria hasta la vida cotidiana. A menudo se busca acelerar las reacciones para optimizar ciertos procesos y obtener productos de manera eficiente. Sin embargo, en algunas situaciones, también se busca aprovechar reacciones indeseables, como la descomposición de alimentos (Whitten, Davis, Peck, & Stanley, 2015). En este contexto y de acuerdo con el trabajo práctico realizado en el laboratorio se llevan a cabo las siguientes preguntas para evaluar los conocimientos científicos adquiridos durante la actividad ya mencionada.

1. El compostaje es un proceso de descomposición de materia orgánica mediante reacciones químicas. La velocidad de este proceso es muy importante para obtener buenos resultados. Si el proceso es demasiado rápido, la materia orgánica no se descompone completamente, dejando residuos sin transformar. En cambio, si es el proceso es demasiado lento, puede no ser tan eficiente (Whitten, Davis, Peck, & Stanley, 2015). Cuatro factores influyen de forma determinante en la velocidad de dichas reacciones químicas.

- I. Concentración
- II. Temperatura
- III. Presencia de un catalizador
- IV. pH

De esta forma:

- A. I, II son verdaderas
- B. II, III, IV son verdaderas
- C. Todas son verdaderas
- D. Solamente IV es verdadera

2. Imagina dos canecas de compost. La primera contiene solamente una pequeña cantidad de materia orgánica, la segunda contiene una gran cantidad. Es evidente que, en la segunda caneca, con mayor cantidad de materia orgánica podrá descomponerse más rápidamente. ¿Qué factor se ve involucrado en dicha descomposición?

- I. pH
- II. Temperatura
- III. Presencia de un catalizador
- IV. Concentración

Por lo tanto:

- A. Solamente I es correcta
- B. III y IV son correctas
- C. Ninguna es correcta
- D. Solamente IV es correcta

3. EL COMPOSTAJE

A. De los gases descritos en la presentación ¿Cuál es el más contaminante a corto plazo y por qué?

B. Describa con sus propias palabras en qué consiste el compostaje.

C. ¿Qué elementos o especies químicas se encuentran en el abono orgánico?

D. ¿Qué función cumplen los microorganismos y las lombrices en el proceso de compostaje?

E. ¿Qué entendiste sobre interculturalidad? ¿Puede aportar en tu aprendizaje?



ANEXOS 5. Validación de instrumentos

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO: ENCUESTA TIPO LICKERT

Estudiantes: Bryan Eduardo Baquero Bohórquez y Valentina Peñuela Arboleda
Códigos: 2019115005 2019115050

Director trabajo de grado: Yair Alexander Porras Contreras

Respetado (a) profesor (a):

Me permito solicitar respetuosamente a usted la evaluación y validación del instrumento metodológico anexo, el cual será aplicado a estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa León XIII

Esta rúbrica de evaluación se realiza con el fin de evaluar la funcionalidad del desarrollo de la competencia intercultural "aprender a vivir juntos". La presente investigación titulada *"DESARROLLO DE COMPETENCIAS INTERCULTURALES A PARTIR DEL MODELO DE APRENDIZAJE EXPANSIVO: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA EN EL CONTEXTO DEL COMPOSTAJE."* tiene como objetivo desarrollar competencias interculturales a partir del compostaje, articulando el conocimiento popular y el conocimiento científico, para el abordaje del concepto cinética enzimática en un grupo de estudiantes de la Institución Educativa León XIII. Por tanto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Es posible promover el desarrollo de la competencia intercultural "Aprender a Vivir juntos" en un grupo de estudiantes de la Institución Educativa León XIII, a partir del estudio del compostaje y la articulación entre el conocimiento popular y el conocimiento científico, en el contexto de la cinética enzimática?


Los objetivos específicos de la investigación son:

1. Reconocer las ideas previas de algunos estudiantes de la Institución Educativa León XIII, sobre prácticas ambientales populares y conceptos científicos relacionados con variables propias del suelo y el compostaje.
2. Elaborar una propuesta didáctica integral y adaptada al contexto de compostaje para el desarrollo de competencias interculturales, desde la integración entre conocimientos populares y científicos propios de la cinética enzimática.
3. Evaluar el nivel de competencia intercultural que desarrollan estudiantes de la Institución Educativa León XIII, en el contexto del compostaje desde la integración entre conocimientos populares y científicos en relación con la cinética enzimática.

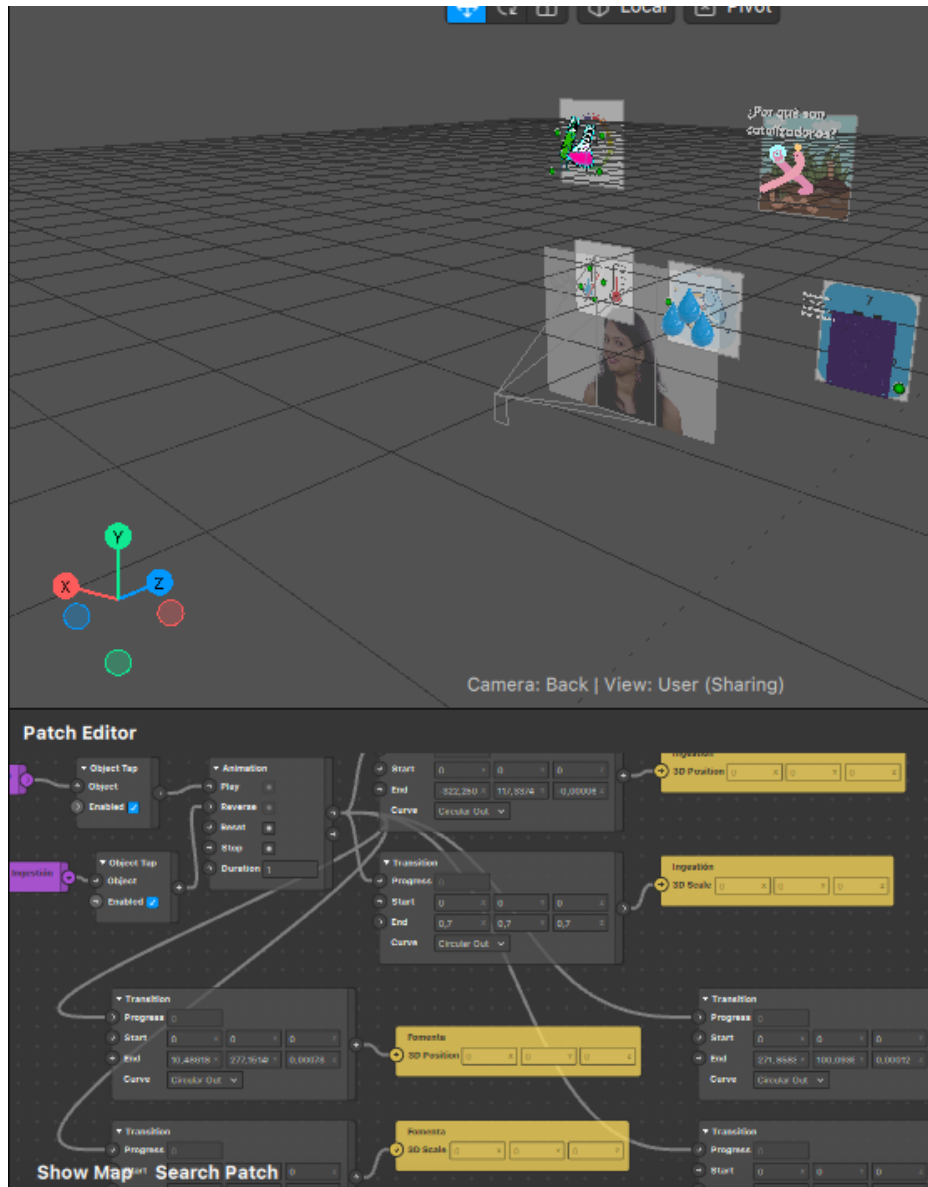
A continuación, se encuentra la tabla para realizar la respectiva valoración teniendo en cuenta los siguientes ítems de valoración:

Cumple (C)
No cumple (NC)
Cumple parcialmente (CP)

ANEXOS 6. Juego de roles

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LEÓN XIII ÁREA DE QUÍMICA GRADO ONCE Juego de roles: Química, compostaje e interculturalidad	
OBJETIVO	
<p>Propiciar el desarrollo del trabajo en equipo por parte de los estudiantes a partir de una situación hipotética en el marco de un enfoque socio ambiental, donde cada grupo de estudiantes deberá asumir un rol aleatorio y desarrollar un discurso argumentativo para ser expuesto de forma respetuosa.</p>	
ACTORES IMPLICADOS	
<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Empresa de Fertilizantes ⇒ Representante de la Junta de Acción Comunal ⇒ Alcalde de Soacha ⇒ Procuraduría municipal 	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Representante del colectivo Entre Raíces (dedicada a la realización de abono orgánico) ⇒ Representante del sindicato de trabajadores agrícolas ⇒ Representante de la secretaría de Medio Ambiente de Soacha ⇒ Representante de los agricultores afectados
CASO	
<p>Una empresa privada del municipio de Soacha fabrica/síntesis y distribuye fertilizantes, principalmente inorgánicos, los elementos de esos fertilizantes son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio (NPK) en diferentes porcentajes. Los agricultores del municipio son los principales consumidores de dichos fertilizantes que, según su experiencia les ha servido en sus cultivos, sin embargo, la empresa no especifica en la presentación de sus productos la concentración de los nutrientes presentes y su composición, por tanto, los agricultores han optado por aplicar el fertilizante de manera empírica por 'tanteo'.</p>	
<p>Durante los últimos meses, en los cuerpos hídricos cercanos a los cultivos donde se ha aplicado el fertilizante, se está evidenciando una situación. Grandes capas de algas de color verde se volvieron evidentes en algunas zonas y las aguas se están tornando turbias. Las autoridades locales atribuyen el fenómeno a la temporada de lluvias que ha azotado al municipio y, por tanto, no se investiga al respecto. Tiempo después, los habitantes de las regiones aledañas a los cultivos han empezado a presentar enfermedades de tipo estomacal, vómito y diarrea.</p>	

ANEXOS 7. Filtro de Instagram

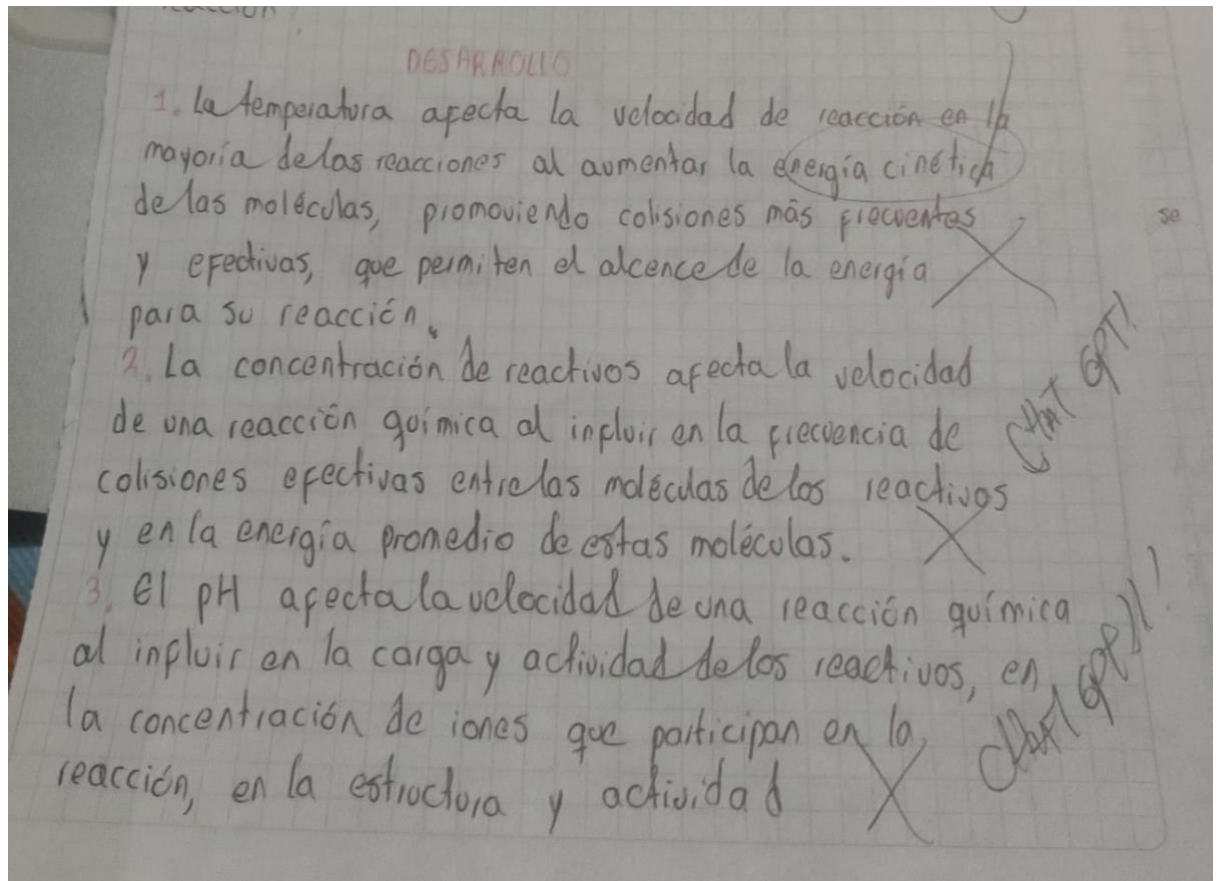


ANEXOS 8. Rúbrica de evaluación

Competencia Aprender a vivir juntos

ENFOQUE	INDICADOR	INSUFICIENTE	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
ACTITUDINAL Y AFECTIVO	Habilidades comunicativas asertivas	El estudiante se comunica con los demás de forma clara y respetuosa, escuchando a los otros y expresando sus ideas sin invalidar las demás, a través de una argumentación coherente.	El estudiante se comunica sin la necesidad de atacar a los demás y tiene la disposición de escuchar.	El estudiante no tiene interés en escuchar las opiniones de los otros, mostrándose indiferente.
	Integración con los demás individuos de la comunidad	El estudiante tiene la capacidad de convivir e integrarse de manera equitativa con los miembros de su comunidad, forjando lazos desde el respeto y la equidad.	El estudiante se relaciona con los miembros de su comunidad de forma recíproca.	El estudiante vive en comunidad, sin embargo es apático e indiferente con las personas que lo rodean.
	Respeto hacia los demás y hacia sí mismos	El estudiante reconoce su cuerpo como primer territorio que debe ser cuidado y respetado desde los aspectos mentales y físicos, y así mismo propicia el cuidado hacia los demás.	El estudiante se respeta a sí mismo y a los miembros de la comunidad.	El estudiante muestra poca receptividad y empatía hacia las personas que integran su comunidad.
	Preservación de los territorios propios y ajenos	El estudiante entiende la importancia de preservar los territorios y reconoce la importancia que dichos territorios cumplen en la comunidad.	El estudiante entiende que es importante no contribuir con el deterioro del territorio.	El estudiante no reconoce la importancia de los territorios que le rodean.
	Interés por problemáticas ambientales que se presentan en el contexto local	El estudiante es consciente y reconoce que hay diversas problemáticas de tipo ambiental a nivel global y local, identificando sus principales consecuencias como el calentamiento global.	El estudiante sabe que existen problemáticas de nivel ambiental.	El estudiante conoce algunas problemáticas ambientales pero prefiere ignorarlas.
PROCEDIMENTAL	Resolución de problemas	El estudiante tiene la capacidad de dar solución a problemas y/o situaciones que puedan presentarse en su contexto a partir de sus habilidades y conocimientos previos aplicándolos a nuevas situaciones.	El estudiante es capaz de resolver la mayoría de problemas que se presentan en su contexto utilizando sus habilidades y conocimientos previos.	El estudiante muestra dificultades significativas a la hora de proponer soluciones a una problemática relacionada con su contexto para aplicarlo a nuevas situaciones.
	Articulación de conocimientos previos con la integración de nuevos saberes	El estudiante construye nuevos conocimientos a partir de saberes previos por medio de puentes conceptuales y la abstracción de los conceptos necesarios para comprensión de los mismos.	El estudiante es capaz de construir nuevos conocimientos a partir de los saberes previos por medio de puentes conceptuales.	El estudiante demuestra dificultades al construir nuevos conocimientos a partir de saberes previos y poco relaciona los saberes.
	Articulación de conocimientos populares con conocimientos científicos	El estudiante reconoce la importancia de los saberes populares y es capaz de articularlos con conocimientos de índole científico asumiendo criterios de selección y argumentación por medio de puentes y redes conceptuales.	El estudiante entiende las nociones de conocimiento científico y conocimiento tradicional popular y comprende que puede establecerse una relación entre ambos.	El estudiante no tiene claridad para establecer puentes conceptuales para conectar el saber popular/tradicional con el saber científico.
	Desarrollo de estrategias para aplicar el conocimiento en contextos comunitarios reales	El estudiante desarrolla y aplica estrategias que mejor se le acopla para la resolución de problemáticas en sus respectivos contextos a través de metodologías teórico-prácticas.	El estudiante logra desarrollar las estrategias necesarias para iniciar proyectos y/o acciones que repercutan de forma directa e indirecta en su contexto local.	El estudiante no logra articular sus conocimientos teóricos en el desarrollo de prácticas aplicadas a un contexto comunitario.
	Razonamiento químico, matemático y social	El estudiante tiene la capacidad de crear argumentos y resolver problemas por medio del razonamiento matemático, químico y desde un enfoque social, aplicados a su contexto local.	El estudiante tiene las habilidades de razonamiento lógico y social básicas para la construcción de conocimiento y el desarrollo de proyectos.	El estudiante tiene alguna noción de razonamiento lógico y social, sin embargo presenta dificultades para la abstracción del lenguaje matemático respecto a su nivel académico.
COGNITIVO	Habilidad para abstraer nuevos conceptos en base a conocimientos e ideas previas	El estudiante tiene la capacidad de articular saberes propios con nuevos conocimientos a través de analogías, esquemas o imágenes mentales.	El estudiante recuerda el material aprendido con amplitud como hechos, términos, conceptos básicos y respuestas.	El estudiante no relaciona sus conocimientos previos con nuevos conocimientos, por el contrario reemplaza el conocimiento.
	Comprensión de los conceptos	El estudiante demuestra el entendimiento de las temáticas organizando, comparando, interpretando, haciendo descripciones y expuestas las ideas principales.	El estudiante es capaz de crear un discurso básico a partir de un concepto estableciendo una relación clara de sus ideas.	El estudiante logra exponer la definición de un concepto, sin embargo no relaciona en su contexto y argumentación.
	Capacidad de tomar decisiones que posibiliten cambios positivos a nivel interpersonal e intrapersonales	El estudiante es capaz de acoplar sus conocimientos y herramientas para realizar acciones directas en pro de sí mismo y de su interacción con el entorno y la comunidad que los rodea.	El estudiante examina y fragmenta la información en diferentes partes mediante la identificación de causas y motivos; realiza inferencias y encuentra evidencias que apoyen generalizaciones.	El estudiante tiene una percepción del conocimiento solamente teórica, dejando de lado su utilidad práctica para la resolución de problemas en el entorno.
	Capacidad de recopilar y organizar información relevante	El estudiante consulta la información y la relaciona de diferente manera combinando elementos con un nuevo patrón o proponiendo distintas alternativas de solución.	El estudiante capta la información relevante, sin embargo no tiene claridad a la hora de organizar sus ideas con la información brindada.	El estudiante no tiene la capacidad de recopilar la información y por ende se le dificulta su organización.
	Entendimiento de la repercusión de las acciones individuales y colectivas sobre el medio ambiente	El estudiante comprende a cabalidad que desde su hacer individual y colectivo puede llegar a tener un impacto directo e indirecto sobre el medio ambiente y por ende procura adoptar posturas que beneficien su entorno.	El estudiante reconoce que desde sus acciones logra incidir positiva o negativamente en temas relacionados con el medio ambiente.	El estudiante es consciente del impacto que pueden generar sus acciones sobre el medio ambiente, sin embargo no le da relevancia en su quehacer.

ANEXOS 9. RESULTADOS CON CHAT IA GPT



Preguntas al resolver

¿Por qué la temperatura afecta la velocidad de una reacción?

Cuando aumenta la temperatura, las moléculas se mueven más rápido y tienen más energía, lo que aumenta la frecuencia y la energía de las colisiones entre las moléculas.

¿Por qué la concentración de reactivos afecta la velocidad de una reacción?

Porque determina la frecuencia de colisiones entre las moléculas cuando la concentración de los reactivos aumenta; ya que hay más moléculas presentes aumenta la probabilidad de que se colisionen entre sí.

Handwritten signature and date: 6/11/2019

ANEXOS 10. PADLET



ANEXOS 11. Encuesta tipo Likert

		Muy de acuerdo	De acuerdo
1	Se me facilita el aprendizaje a través de la experiencia y prácticas que involucren mi interacción con el entorno.		
2	Las practicas de laboratorio y los proyectos me incentivan a aprender.		
3	Articulo los nuevos conocimientos con los conocimientos previos que tengo.		
4	El saber tradicional o popular es igual de importante que el saber científico.		
5	Tengo en cuenta los conocimientos de mis compañeros cuando realizo actividades en equipo.		
6	Soy buen@ trabajando en equipo en ambientes académicos.		
7	La enseñanza en contexto es relevante para el contenido en las clases.		
8	Es importante procurar por el buen manejo de los residuos orgánicos sólidos.		
9	Nuestras acciones dentro y fuera de la institución repercuten en el contexto y el medio ambiente.		
10	Por medio de la química puedo aprender y combatir problemáticas socioambientales.		
11	Creo que es importante tener en cuenta las creencias y gustos de los demás para la vida en sociedad.		
12	Soy conciente de que mis acciones repercuten y tienen impacto en el medio ambiente.		
13	La motivación es fundamental para fomentar mis procesos de aprendizaje.		
14	Es importante Aprender a Vivir Juntos para desarrollar procesos de tipo individual, colectivo, y educativo.		
15	Si no estoy de acuerdo o tengo diferencias con alguien lo mejor es atacarlo, discriminarlo.		
16	La opinión de alguien deja de tener validez cuando no la comparto.		
17	Considero que la diversidad es un factor importante para entender otras perspectivas, fuera de la mía.		
18	Soy capaz de ponerme en el lugar del otro en contextos de índole social y comunitario.		
19	Se puede construir conocimiento desde la diferencia y las distintas perspectivas que tienen los integrantes de una comunidad.		