



EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE INFRAESTRUCTURAS VERDES EN EL DESARROLLO DE APRENDIZAJE

Carmenza Beleño Romero¹
ID ORCID: 0009-0009-4466-6350
Jazmin Anai Avila Treviño²
ID ORCID: 0009-0002-3583-1050

¹ Doctoranda, Universidad Americana de Europa

² Docente Investigadora, Universidad Americana de Europa

Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana. RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

Resumen

El artículo aborda el impacto de las infraestructuras verdes en el aprendizaje en la Institución Educativa Distrital para el Desarrollo del Talento Humano en Barranquilla. A través de un enfoque mixto, se examinan los efectos de las prácticas ecológicas en el entorno educativo y se proponen recomendaciones para optimizar el ambiente escolar y promover el desarrollo integral de estudiantes y personal educativo. La investigación resalta la importancia de las infraestructuras verdes en la educación, destacando su influencia en la conciencia ambiental, el bienestar emocional, la calidad del aire, la biodiversidad y la eficiencia energética en la escuela. La metodología incluye entrevistas en profundidad con estudiantes, docentes y directivos, así como encuestas y análisis de datos ambientales. Se emplean herramientas estadísticas y técnicas cualitativas para analizar los efectos en el aprendizaje y el ambiente escolar. Los resultados muestran que la implementación de infraestructuras verdes en espacios reducidos tiene un impacto significativo en el desarrollo del aprendizaje, promoviendo la conciencia ambiental y creando un ambiente más

saludable para el aprendizaje. Sin embargo, se identifican desafíos relacionados con el mantenimiento, los costos y la gestión de los proyectos ecológicos. En conclusión, el estudio contribuye a la comprensión de cómo las infraestructuras verdes mejoran el ambiente educativo y fomentan el desarrollo integral de los estudiantes, proponiendo soluciones a los desafíos y subrayando la importancia de la sostenibilidad en la educación. La investigación sugiere que, a pesar de los beneficios evidentes, es crucial implementar estrategias efectivas de mantenimiento y financiamiento a largo plazo para asegurar la sostenibilidad de las infraestructuras verdes. Con la colaboración de toda la comunidad educativa, es posible crear un entorno escolar más saludable, eficiente y ecológicamente consciente

Palabras clave: conciencia ambiental, desarrollo del aprendizaje, infraestructuras verdes,

Abstract

The article addresses the impact of green infrastructure on learning at the "Institución Educativa Distrital para el Desarrollo del Talento Humano" in Barranquilla. Through a mixed-method approach, the effects of ecological practices in the educational environment are examined, and recommendations are proposed to optimize the school environment and promote the holistic development of both students and educational staff. The research highlights the importance of green infrastructure in education, emphasizing its influence on environmental awareness, emotional well-being, air quality, biodiversity, and energy efficiency within the school.

The methodology includes in-depth interviews with students, teachers, and administrators, as well as surveys and environmental data analysis. Statistical tools and qualitative techniques are used to analyze the effects on learning and the school environment. The results show that the

implementation of green infrastructure in limited spaces has a significant impact on learning development, promoting environmental awareness and creating a healthier learning environment. However, challenges related to maintenance, costs, and management of ecological projects are identified.

In conclusion, the study contributes to the understanding of how green infrastructure improves the educational environment and fosters the holistic development of students, offering solutions to the challenges and underscoring the importance of sustainability in education. The research suggests that despite the clear benefits, it is crucial to implement effective long-term maintenance and financing strategies to ensure the sustainability of green infrastructure. With the collaboration of the entire educational community, it is possible to create a healthier, more efficient, and ecologically conscious school environment.

Keywords: environmental awareness, learning development, green infrastructure.

Introducción

El ambiente escolar de los estudiantes en el aula es un tema que actualmente es objeto de mucha consulta y estudio en Colombia, debido al alto nivel de interés de las tres instituciones encargadas de la enseñanza y la escolarización de los niños, adolescentes y la juventud s en general: el Estado, la escuela y la familia (MEN, 2016), pero aun así la intervención en material ambiental dirigido a las escuelas de Colombia es bastante escasa. El espacio de aprendizaje y sana convivencia no se limita únicamente al aula de clase,

el entorno se visualiza como un espacio de riqueza insustituible que corresponde con la estrategia de enseñanza y se convierte en un instrumento de apoyo al proceso de aprendizaje (Castro y Morales, 2015).

Existe la necesidad de generar alternativas que propongan estrategias que contribuyan al mejoramiento de las zonas de esparcimiento dentro de las escuelas. Estas cuentan con el programa Proyectos Ambientales Escolares PRAE, que son proyectos pedagógicos que impulsan el diagnóstico, la revisión, la investigación, la percepción y el entendimiento de las problemáticas y los alcances ambientales a nivel local, regional y nacional, creando espacios de participación en conformidad con las tendencias y los comportamientos naturales y socioculturales (Educar para el desarrollo sostenible, 2005).

Este artículo propone un proyecto para el diseño de la construcción de zonas verdes en escuelas con espacios reducidos, la ejecución de muros con capacidad de impulsar el cambio en el contexto urbano favoreciendo el manejo y funcionamiento de agua pluviales, a la contaminación atmosférica, a la disminución térmica y aminoración del efecto isla de calor (Rivas, 2020). Estos jardines verticales son tendencia en el mundo, ya que representan la inclusión de la fauna en espacios urbanos, debido que en construcción se desarrollan moradas en predios significativamente reducidos y con pocos espacios en contacto con el medio ambiente, con posibilidad de beneficios con el entorno (Cabrejo, 2014). En la construcción de paredes verticales o fachadas verdes son necesarios materiales de fácil adquisición por parte de las instituciones educativas.

Por lo anterior, esta investigación presenta un diseño de un proyecto que evalúa el impacto que tienen las infraestructuras verdes en los espacios educativos para el desarrollo del aprendizaje y convivencia de los educandos, a través de proyectos ecológicos de desarrollo sostenible con estrategias para crear y mantener áreas verdes verticales en las escuelas con dimensiones reducidas y así propiciar entornos educativos centrados en el aprendizaje y el respeto ecológico.

La importancia de este proyecto es medir el bienestar de los estudiantes y ofrecer buenas y mejores condiciones para favorecer no solo la convivencia sino el equilibrio emocional, social, ecológico y el buen desarrollo cognitivo del alumnado de las escuelas estatales de Barranquilla. Con base en el contexto expuesto, la hipótesis sugiere la evaluación del impacto de infraestructuras verdes en espacios educativos de la Institución Educativa Distrital para el Desarrollo del Talento Humano en Barranquilla Colombia, podrían mejorarán significativamente el desarrollo del aprendizaje y convivencia de los estudiantes, alineándose con las necesidades del entorno socioeducativo.

Los objetivos específicos se centran en crear estrategias de evaluación que midan el impacto de estructuras ecológicas que requieren los estudiantes en la escuela para su desempeño académico y convivencial, además en diseñar una propuesta de infraestructuras verdes, que se pueda implementar en las escuelas con dimensiones reducidas, para dar cabida a espacios educativos centrados en el aprendizaje y el respeto ecológico y por último en diseñar un proyecto ecológico de desarrollo sostenible con estrategias pedagógicas para crear y mantener áreas verdes verticales, que sirvan como espacios educativos y de esparcimiento para los alumnos. Para dar cumplimiento a estos objetivos se hace indispensable responder a interrogantes como: ¿qué impacto tienen los espacios verdes y cómo influye en el aprendizaje y convivencia de los estudiantes?, ¿qué preferencias de estructuras ecológicas quieren los estudiantes de escuelas públicas en Barranquilla? ¿qué tipo de acondicionamiento debe tener los espacios de enseñanza- aprendizaje para lograr mayor concentración en los estudiantes de secundaria?, ¿cuál será el impacto que tendrán la infraestructura verde en las escuelas, como espacios bioclimáticos, cortinas verdes, techos verdes, jardines verticales, muros verdes, entre otros, para dar cabida a espacios educativos que se puedan centrar en el aprendizaje ecológico y se familiaricen con el entorno? Dicha problemática implica el diseño y la concepción del plan de trabajo y el planteamiento del enfoque y la finalidad de esta investigación.

Por ello, este artículo tiene como propósito aportar el impulso y fortalecimiento de la formación en el aprendizaje y convivencia de los estudiantes a través de estrategias que implementen propuestas de desarrollo sostenible con infraestructuras ecológicas de construcción vertical.

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

El crecimiento del desarrollo urbano ha traído consigo la industrialización de los procesos productivos y la tecnificación del reemplazo de la mano de obra humana para la transformación social. La invención de la máquina en la optimización de mecanismos de producción ha provocado fenómenos ambientales como el efecto invernadero (Parker, 2012), que se ha convertido en uno de los principales problemas de contaminación atmosférica, afectando negativamente la calidad de vida y la salud pública debido a la exposición a sus efectos.

Durante la Segunda Guerra Mundial, países como Reino Unido, Estados Unidos y Alemania, precursores de la revolución industrial, experimentaron un aumento en la migración de personas hacia sectores urbanizados. Esto generó la necesidad de producir alimentos en espacios reducidos, iniciando una transformación ecológica urbana (Parker, 2012b). La Unesco (2015) destaca a Berlín como una de las ciudades que mejor ha integrado estrategias urbanísticas de espacios verdes en su paisajismo, promoviendo la biodiversidad y contribuyendo a la salud de sus habitantes frente a los retos del cambio climático.

En América Latina, México ha implementado propuestas ecológicas, como Urbano Verde, con apoyo de la Unesco (2017). Este programa busca mejorar la calidad del aire y los espacios urbanos habitables mediante el diseño con plantas, logrando una armonía estética y ambiental. Miyakaso (2009) subraya la importancia de la conciencia ambiental en las instituciones educativas, fomentando programas que preserven zonas naturales y promuevan el contacto con el entorno.

En Argentina, la construcción de paredes verdes ha demostrado beneficios como la reducción del ruido, la mejora estética y la creación de ambientes tranquilos con temperaturas agradables. Según Velis (2019), los materiales utilizados en estas infraestructuras facilitan la absorción acústica, lo que las convierte en soluciones sostenibles y funcionales en entornos urbanos.

En Colombia, la Constitución de 1991 establece en su artículo 336 la responsabilidad del Estado de garantizar condiciones de vida favorables, incluyendo el saneamiento ambiental. Sin embargo, el crecimiento urbanístico ha limitado los espacios naturales de esparcimiento, afectando la calidad de vida de las comunidades (DANE, 2016). Minambiente (2019) resalta la necesidad de diseñar estrategias desde los establecimientos educativos para aprovechar los espacios reducidos y construir infraestructuras verdes que mitiguen los impactos en el desarrollo psicosocial y el aprendizaje de los estudiantes.

En Cundinamarca, investigaciones han evaluado el impacto de los jardines verticales en contextos educativos, demostrando beneficios como la sensibilización ambiental de los estudiantes y el fortalecimiento de su conciencia ecológica (Gómez, 2018). Gari (2016) argumenta que estas estrategias pueden integrarse a través de la pedagogía ecológica en las escuelas, promoviendo un enfoque interdisciplinario para el cuidado de la naturaleza. Asimismo, Torres (2011) propone que los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) incluyan estas iniciativas como herramientas innovadoras para transformar espacios vacíos en ambientes saludables, fomentando un sentido de pertenencia hacia el entorno.

En la región Caribe, investigaciones en Sucre han explorado los beneficios de las fachadas verdes en climas cálidos y húmedos. Muñoz y Torres (2013) destacan que estas infraestructuras mitigan las altas temperaturas, mejoran la sensación térmica y aprovechan las condiciones climáticas locales. Sin embargo, en el Atlántico no existen estudios significativos sobre este tema en instituciones públicas, aunque sí se observan ejemplos en espacios comerciales. Esta carencia evidencia la necesidad de investigar el impacto de las infraestructuras verdes en los espacios educativos del departamento, buscando mejorar tanto el entorno como la calidad de vida de los estudiantes.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo descriptiva y mixta. Se centró en comenzar con una fase cuantitativa seguida de una cualitativa, permitiendo que los hallazgos cuantitativos iniciales guíen el análisis cualitativo, siguiendo la propuesta metodológica de Creswell y Plano Clark (2018). El objetivo fue evaluar el impacto de las infraestructuras verdes en los espacios educativos para el desarrollo del aprendizaje y la convivencia de los estudiantes. Este diseño permitió comprender el proceso investigativo en todas sus etapas, desde la implementación de la encuesta hasta la obtención y análisis de resultados. Así se abordaron los objetivos planteados y se buscó solucionar el problema investigativo mediante una estrategia que contribuyera al mejoramiento del aprendizaje y al desarrollo ambiental de los estudiantes.

Para alcanzar los objetivos del estudio, se adoptó un enfoque exploratorio secuencial. La primera fase cuantitativa permitió recopilar datos mediante instrumentos estandarizados, y su análisis facilitó la selección de participantes relevantes para la fase cualitativa posterior. Este diseño fue elegido para profundizar en las percepciones y experiencias específicas relacionadas con el impacto de las infraestructuras verdes. Los criterios de selección de los participantes se basaron en su pertinencia respecto al objetivo del estudio y su disponibilidad, utilizando un muestreo por conveniencia que incluyó estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Distrital para el Desarrollo del Talento Humano, en Barranquilla, Colombia. Esta población fue seleccionada debido a su continuidad en la institución durante al menos dos años, lo que permitió realizar un seguimiento longitudinal. Se incluyó inicialmente a 85 estudiantes en 2023, concluyendo con 78 en 2024 debido a deserción escolar.

La investigación evaluó el impacto de variables específicas, como la construcción de infraestructuras verdes en espacios reducidos y el mejoramiento del aprendizaje y la convivencia de los estudiantes. Además, se exploró si la creación de estos ambientes propicia mejoras en el aprendizaje y bienestar estudiantil, así como en términos de beneficios ecológicos y sociales, promoviendo la biodiversidad a través de jardines verticales. Para ello, se realizó un diagnóstico del entorno escolar, identificando áreas adecuadas para instalar los jardines y necesidades específicas de estudiantes y personal escolar. La planificación y ejecución del proyecto contó con un equipo multidisciplinario compuesto por educadores, expertos en sostenibilidad y constructores especializados en jardines verticales, alineando las actividades con el Proyecto Ambiental Escolar (PRAE), según lo estipula la Secretaría Distrital del Ambiente (SDA, 2021).

Se utilizaron diversas técnicas e instrumentos de recolección de datos. En una primera fase, se aplicó un instrumento cualitativo con preguntas abiertas sobre preferencias de estructuras ecológicas, como jardines verticales y áreas verdes, y sobre tipos de plantas. En la segunda fase, se implementó un instrumento exploratorio que indagó sobre conocimientos previos de los estudiantes respecto a plantas ornamentales de la región, sus cuidados, y actitudes hacia el tema, utilizando una escala tipo Likert (1932). En la última fase, se aplicó un instrumento con preguntas específicas para evaluar el impacto de estas infraestructuras verdes en el contexto escolar, abordando temas como calidad del aire, biodiversidad, y uso eficiente de recursos, conforme a lo planteado por Gareca y Villarando (2017).

El análisis cuantitativo empleó estadística descriptiva e inferencial mediante el software SPSS y Excel para procesar datos, mientras que la fase cualitativa utilizó codificación categórica y análisis temático. Estas técnicas permitieron comprender las percepciones estudiantiles sobre los beneficios ecológicos y educativos de las infraestructuras verdes. Los resultados se representaron gráficamente mediante diagramas de barras y circulares. Este enfoque metodológico integrador buscó no solo cuantificar el impacto de las infraestructuras verdes, sino también interpretar de manera crítica los cambios observados en los participantes, promoviendo una mayor conciencia ambiental y prácticas sostenibles entre los estudiantes (Freire, 2011; Ministerio de Educación Nacional, 2022).

A través de esta investigación, se pretendió demostrar que la incorporación de áreas verdes en contextos educativos no solo fomenta la sostenibilidad, sino que también mejora el entorno de aprendizaje

y convivencia, subrayando la importancia de incluir estrategias pedagógicas innovadoras en los currículos escolares. Este enfoque es congruente con los principios establecidos por el MEN (2005) en "Educar para el desarrollo sostenible", que destaca la necesidad de formar una ciudadanía consciente de su impacto ambiental y comprometida con el bienestar colectivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este es un proyecto pedagógico que promueve el cuidado y la conservación del medio ambiente, la responsabilidad social y el buen uso de los recursos naturales. En este estudio se analizan los resultados de los estudiantes, a través de la construcción y cuidado áreas verdes como son los jardines verticales. La etapa inicial recopila información de acuerdo con el planteamiento del problema sobre las percepciones de los estudiantes y establecer un marco para la creación y optimización de espacios verdes en las escuelas, con la intención de mejorar la convivencia, la educación ambiental y el desempeño escolar.

La fase cualitativa inicial, se realiza mediante entrevistas con estudiantes, docentes y personal administrativo, permitió identificar temas y patrones que orientaron el diseño de las preguntas y herramientas utilizadas en la fase cuantitativa. Por ejemplo, en cuanto a la percepción del bienestar emocional, los hallazgos cualitativos evidenciaron una percepción generalizada de reducción del estrés y mejora en el bienestar emocional atribuida a las infraestructuras verdes. Esto llevó a la creación de escalas específicas en la fase cuantitativa para medir de manera objetiva estos efectos.

Asimismo, se exploró el impacto de los espacios verdes en la motivación, el desempeño escolar y la sana convivencia. Los estudiantes expresaron que estos entornos mejoraban su motivación y capacidad de concentración. Esta observación guía la fase cuantitativa hacia la medición del desempeño escolar. Por otro lado, en términos de conciencia ambiental, la fase cualitativa mostró un aumento en la sensibilización y el respeto hacia el medio ambiente entre los estudiantes que interactuaban frecuentemente con los espacios verdes. Este hallazgo condujo a la inclusión de encuestas en la fase cuantitativa para evaluar actitudes ecológicas y comportamientos relacionados con el medio ambiente, con el objetivo de medir el impacto de las infraestructuras verdes en esta dimensión.

Percepción de los estudiantes de las estructuras ecológicas y su bienestar emocional y psicológico.

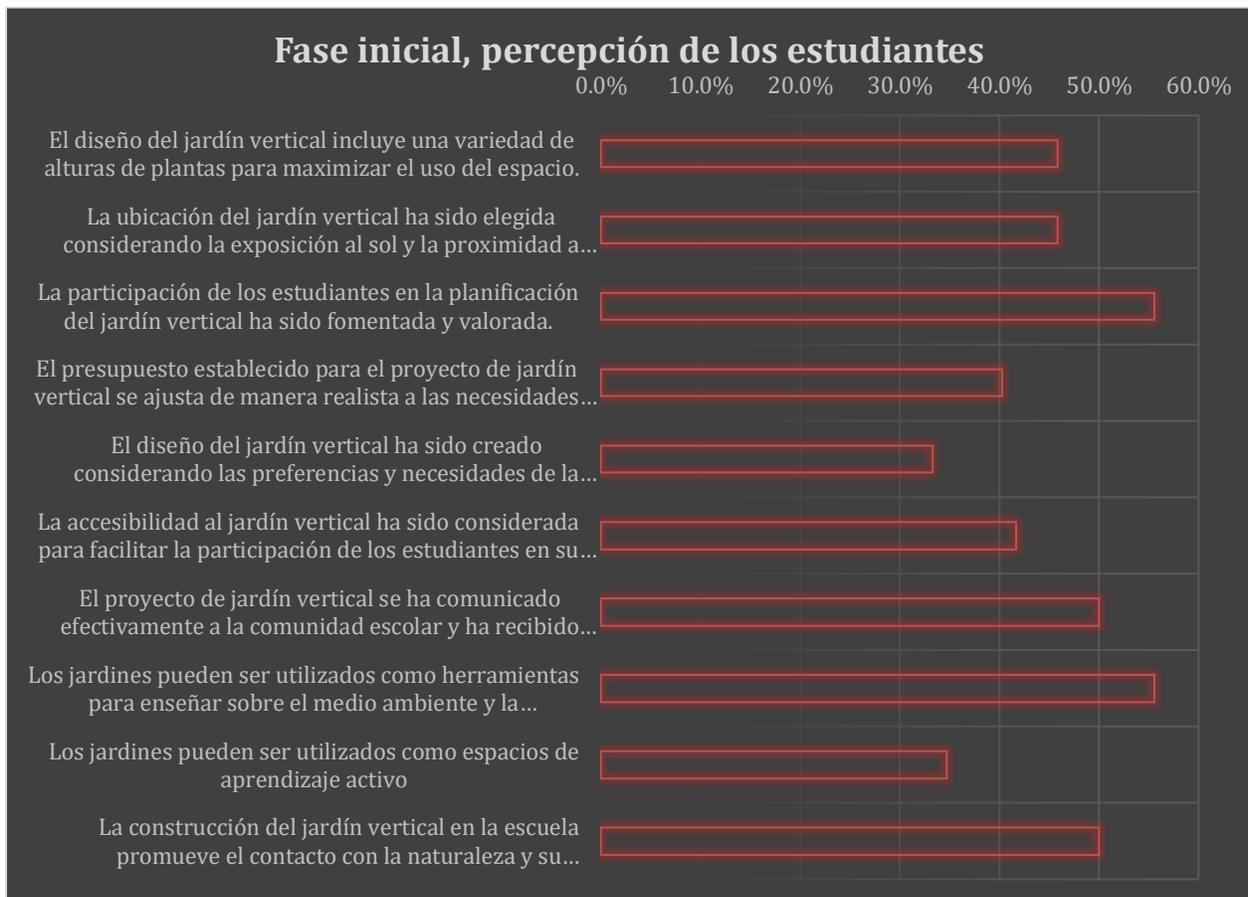
En la etapa inicial del estudio, se identifican las percepciones de los estudiantes sobre el impacto de los espacios verdes en su bienestar emocional, creatividad y conciencia ambiental. Al preguntarles sobre el "impacto más importante de tener espacios verdes en las escuelas", emergen respuestas que respaldan la idea de que estos espacios no solo embellecen el entorno, sino que también contribuyen significativamente a la salud mental y emocional. Esta percepción se alinea con la investigación de González & Sánchez, 2021. que asocian el contacto con la naturaleza con una mejora en el bienestar emocional y una reducción del estrés. Asimismo, se exploran las actividades que los estudiantes desearían realizar alrededor de los jardines, como la socialización, el aprendizaje al aire libre y el ejercicio, destacando su potencial para promover interacciones sociales significativas y un aprendizaje más dinámico, en concordancia con los hallazgos de Martínez (2019).

Por otro lado, se indaga sobre cómo los espacios verdes pueden integrarse efectivamente en el currículo escolar para estimular el aprendizaje práctico y la creatividad. Los estudiantes muestran interés en métodos interdisciplinarios que conecten el entorno natural con diferentes áreas del conocimiento, lo que podría enriquecer su educación y fomentar habilidades como el pensamiento crítico (Córdoba & Gutiérrez, 2020). Además, se evalúa su familiaridad con conceptos como jardines verticales y plantas ornamentales, revelando tanto un interés como una disposición para involucrarse en el cuidado y mantenimiento de estos espacios. Este interés indica el potencial de implementar capacitaciones en temas ecológicos, fortaleciendo su conciencia ambiental y sentido de responsabilidad (Ramírez, 2022).

La siguiente figura presenta el porcentaje de aceptación (sumando las respuestas "De acuerdo" y "Totalmente de acuerdo") para cada aspecto evaluado del proyecto del jardín vertical en esta primer fase. Esto permite identificar rápidamente los puntos más valorados en el proyecto.

Figura 1.

Resultados de la fase inicial: percepción de los estudiantes en la creación de espacios verdes



Fuente: Elaboración propia

Importancia de las áreas verdes en espacios pequeños

En relación con la importancia de las áreas verdes en espacios reducidos, un 57% de los encuestados manifiesta que considera esenciales estas zonas, mientras que un 39% se posiciona en una postura neutral o considera que no son importantes. Este dato destaca la relevancia de los espacios verdes, incluso en entornos limitados, para fomentar un ambiente escolar más acogedor y propicio para el aprendizaje, en consonancia con estudios de Salinas & Rojas, (2018) y Pérez & Martínez, (2021) evidencian que la presencia de vegetación en contextos educativos puede mejorar tanto la concentración como el rendimiento académico de los estudiantes.

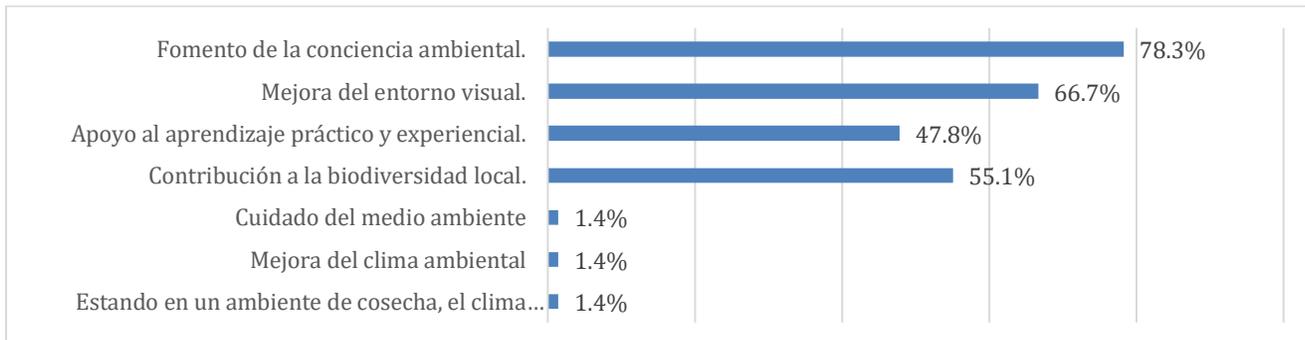
La encuesta revela que un 60% de los estudiantes considera que la construcción de jardines en su entorno escolar es importante, abarcando las respuestas "Sí, es importante" y "Sí, es muy importante". Sin embargo, un porcentaje considerable, equivalente al 43%, no percibe su relevancia, sumando aquellos que

respondieron "No es importante en absoluto" y "No es muy importante". Este contraste con González & Sánchez, (2020) y Cabrera, (2017) que además sugieren una polarización en las opiniones de los estudiantes respecto a la utilidad de los jardines, lo cual puede ser indicativo de una falta de conciencia sobre los beneficios potenciales que estos espacios verdes podrían proporcionar, tales como la mejora del bienestar emocional y la promoción de un entorno escolar más saludable

Los siguientes diagramas presentan la percepción de dos preguntas en este primer momento:

Figura 2.

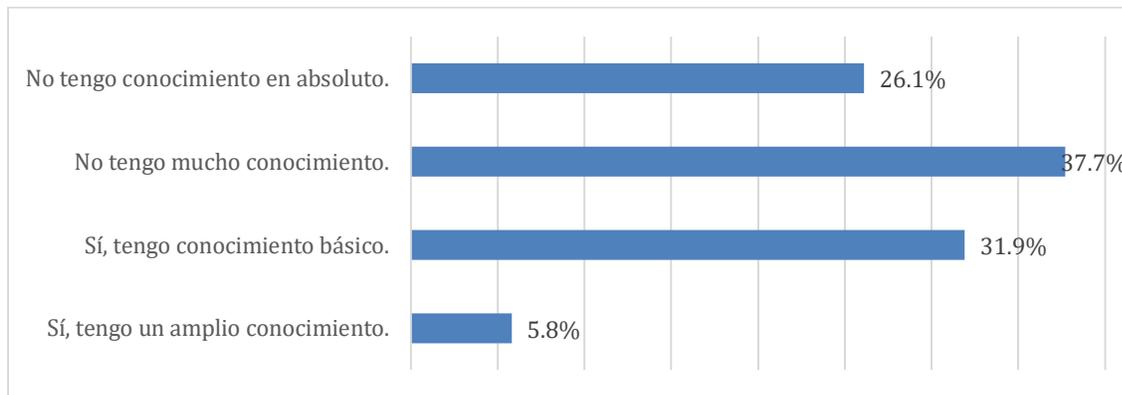
Resultados de la fase inicial: ¿Qué beneficios crees que podrían traer un proyecto ecológico de jardinería?



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.

Resultados de la fase preliminar: ¿Te consideras familiarizado/a con diferentes tipos de plantas ornamentales?



Fuente: Elaboración propia

Actividades preferidas y rendimiento académico

Las actividades que los estudiantes desean realizar en torno a los jardines incluyen la socialización con amigos (84.1%) y la lectura al aire libre (58%). Este deseo por interactuar en espacios al aire libre sugiere que los jardines no solo deben ser vistos como áreas para el aprendizaje, sino también como lugares que promueven el bienestar social y emocional, fortaleciendo las relaciones interpersonales entre los estudiantes coincidiendo con Faber Taylor et al., (2002). Respecto al impacto de los jardines en el rendimiento académico, solo el 41% de los estudiantes opina que estos espacios tienen una influencia positiva en su desempeño escolar, mientras que un 36% mantiene una postura neutral. Esta percepción limitada contrasta con lo sugerido por Wells & Lekies, (2006) y Cabrera, (2017) en una falta de conexión entre los beneficios que pueden ofrecer los jardines y los resultados académicos, lo que resalta la necesidad de realizar intervenciones educativas que articulen y refuercen la relación entre los espacios verdes y el aprendizaje efectivo

Los elementos que los estudiantes prefieren ver en las áreas verdes de su escuela incluyen bancos cómodos (73.9%), plantas y árboles (78.3%), y espacios para actividades grupales (63.8%). Estos resultados coinciden con Cabrera, (2017) en una clara preferencia por entornos que faciliten tanto la comodidad como la interacción social y educativa, lo que sugiere que la planificación de jardines escolares debe considerar estos aspectos para maximizar su utilidad y atractivo

Finalmente, la accesibilidad y adaptación de las áreas verdes a las necesidades de todos los estudiantes es considerada importante por el 59% de los estudiantes. Esta estadística pone de manifiesto la necesidad de diseñar espacios inclusivos que contemplen la diversidad de capacidades y necesidades

de la población estudiantil, promoviendo así la equidad en el acceso a los beneficios que ofrecen los entornos naturales, en similitud a la promovido por Pérez & Martínez, (2021), que enfatizan que la inclusión de todas las voces en el diseño de espacios verdes puede potenciar su uso y, por ende, su efectividad como herramientas

La información recopilada en esta primera fase proporciona una base sólida para comprender las percepciones y necesidades de los estudiantes en relación con los jardines y áreas verdes en el entorno escolar. A pesar de las opiniones diversas y algunas percepciones limitadas sobre el impacto académico directo, el reconocimiento de la importancia de la naturaleza para el bienestar emocional y la educación ambiental resalta la necesidad de seguir promoviendo y desarrollando estos espacios en las escuelas.

Fase intermedia: Relación entre el conocimiento de plantas conciencia ambiental de los estudiantes.

En la segunda fase de evaluación del jardín vertical, busca determinar cómo este proyecto impacta en la sostenibilidad ambiental y educativa de la comunidad escolar. La selección de especies de plantas adaptadas al clima local no solo minimiza los costos de mantenimiento, sino que también promueve la resiliencia del jardín, alineándose con Rodríguez et al. (2019), con los principios de sostenibilidad urbana discutidos en Latinoamérica, quien enfatiza la importancia de emplear flora autóctona en proyectos de infraestructura verde para maximizar los beneficios ambientales. Además, se evalúa la calidad del sustrato, aspecto fundamental para la longevidad del jardín y la salud de las plantas, siguiendo las recomendaciones de García y Silva, (2021), cuya investigación en infraestructura verde destaca la importancia del suelo adecuado en espacios educativos urbanos

Otro aspecto central en esta fase es la inclusión de la comunidad educativa y la planificación del mantenimiento a largo plazo, factores cruciales para la perdurabilidad y aceptación del proyecto. La participación estudiantil en el diseño y cuidado del jardín fomenta el aprendizaje práctico y fortalece el sentido de pertenencia hacia el entorno escolar, en concordancia con González et al., (2020) y Hernández & Ramos, (2018), sus estudios realizados en Colombia y Argentina subrayan el impacto positivo de los jardines en la educación ambiental y en la socialización de los estudiantes. La accesibilidad y el involucramiento activo de los estudiantes en el mantenimiento del jardín no solo aseguran su sostenibilidad, sino que también promueven una conexión con la naturaleza, aspecto cada vez más relevante en la educación para la sostenibilidad en América Latina.

Estos resultados se pueden observar en el siguiente diagrama que ofrece un resumen global de los aspectos evaluados según el porcentaje de aceptación en la escala de acuerdo y totalmente de acuerdo.

Figura 4.

Organización de la fase intermedia: Aceptación del proyecto de jardines verticales



Fuente: Elaboración propia

Los hallazgos cuantitativos reflejaron las percepciones y temas identificados en la fase cualitativa, como la mejora del bienestar y la calidad ambiental. Los datos cuantitativos confirmaron, con mayor precisión, las afirmaciones hechas por los estudiante en la etapa inicial. Además, proporcionaron la evidencia empírica necesaria para sustentar la importancia de las infraestructuras verdes en el entorno educativo.

A continuación, se ofrece un mapa de las pretensiones de cada pregunta de esa segunda sesión, con el objetivo de explorar los componentes esenciales que este proyecto puede aportar a la comunidad educativa.

Figura 5.

Organización de la fase intermedia: Componentes esenciales del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Sostenibilidad y Selección de Plantas

Un alto porcentaje de los encuestados (61%) opinan que la selección de plantas para el jardín vertical se realizó con base en la resistencia local y sostenibilidad. Este hallazgo se alinea con la

investigación de locales González et al., (2016), que enfatizan la importancia de utilizar especies nativas en la planificación de jardines urbanos, ya que estas promueven la biodiversidad y son más adaptables a las condiciones Sin embargo, un 17% se muestra en desacuerdo, indicando que es crucial continuar la educación sobre prácticas de sostenibilidad.

Análisis del Suelo y Estructura de Soporte

El 63% de los participantes considera que se realizó un análisis de suelo, aunque el 30% se mantiene neutral o en desacuerdo respecto a su importancia. Este aspecto es fundamental, que según Martínez et al., (2019), un adecuado análisis del suelo es esencial para el éxito de las infraestructuras verdes. La percepción de que la estructura del jardín ha sido evaluada y garantiza seguridad también es positiva, con un 78% de acuerdo, lo que es coherente con estudios que sugieren Silva et al.,(2021), la planificación estructural es crítica para prevenir accidentes en entornos educativos.

Participación Estudiantil

La participación de los estudiantes en la planificación del jardín vertical es valorada por el 66% de los encuestados, lo que resalta el compromiso y la conexión con el medio ambiente. La literatura respalda que la inclusión de los estudiantes en proyectos de aprendizaje activo mejora no solo su motivación, sino también su aprendizaje sobre sostenibilidad (Melo et al., 2020). Este enfoque participativo es esencial para desarrollar una conciencia ambiental en las nuevas generaciones.

Uso Educativo de los Jardines

El 70% de los encuestados aceptan que los jardines verticales sirven como herramientas para la enseñanza sobre el medio ambiente y la sostenibilidad situación que es respaldada por León et al., (2017). quien demuestran que los entornos verdes no solo mejoran el bienestar emocional de los estudiantes, sino que también facilitan el aprendizaje práctico, resultado que se evidencia en esta investigación. La conexión con la naturaleza se considera vital para la educación en el siglo XXI, promoviendo la salud mental y la creatividad.

Comparando los resultados de esta investigación con estudios previos, como el de Pérez y Díaz (2018), que examinaron los beneficios de los espacios verdes en escuelas urbanas de México, se observa que tanto los entornos naturales como los jardines verticales ofrecen ventajas significativas en términos de salud y bienestar. No obstante, se identifican áreas de mejora en la planificación y el mantenimiento, lo que sugiere la necesidad de formación continua para el personal docente y administrativo.

Los resultados de la encuesta reflejan tendencias positivas en relación con la sostenibilidad, la seguridad y la participación de la comunidad escolar. Sin embargo, también evidencian áreas que requieren atención, como la necesidad de mejorar la comunicación sobre el análisis de suelo y la implementación de actividades educativas más estructuradas. En comparación, un estudio realizado por Wells y Evans (2003) sugiere que la integración de espacios verdes en las escuelas puede aumentar la motivación de los estudiantes, lo que podría correlacionarse con los resultados positivos obtenidos en nuestra encuesta.

Por el contrario, estudios como el de Pérez y Díaz (2018) resaltan que la efectividad de los entornos verdes en el aprendizaje depende de una implementación adecuada y un currículo bien diseñado. Esto sugiere que, aunque el entorno físico es un factor importante, la calidad de la enseñanza y la forma en que se integran estos espacios en el aprendizaje son igualmente cruciales.

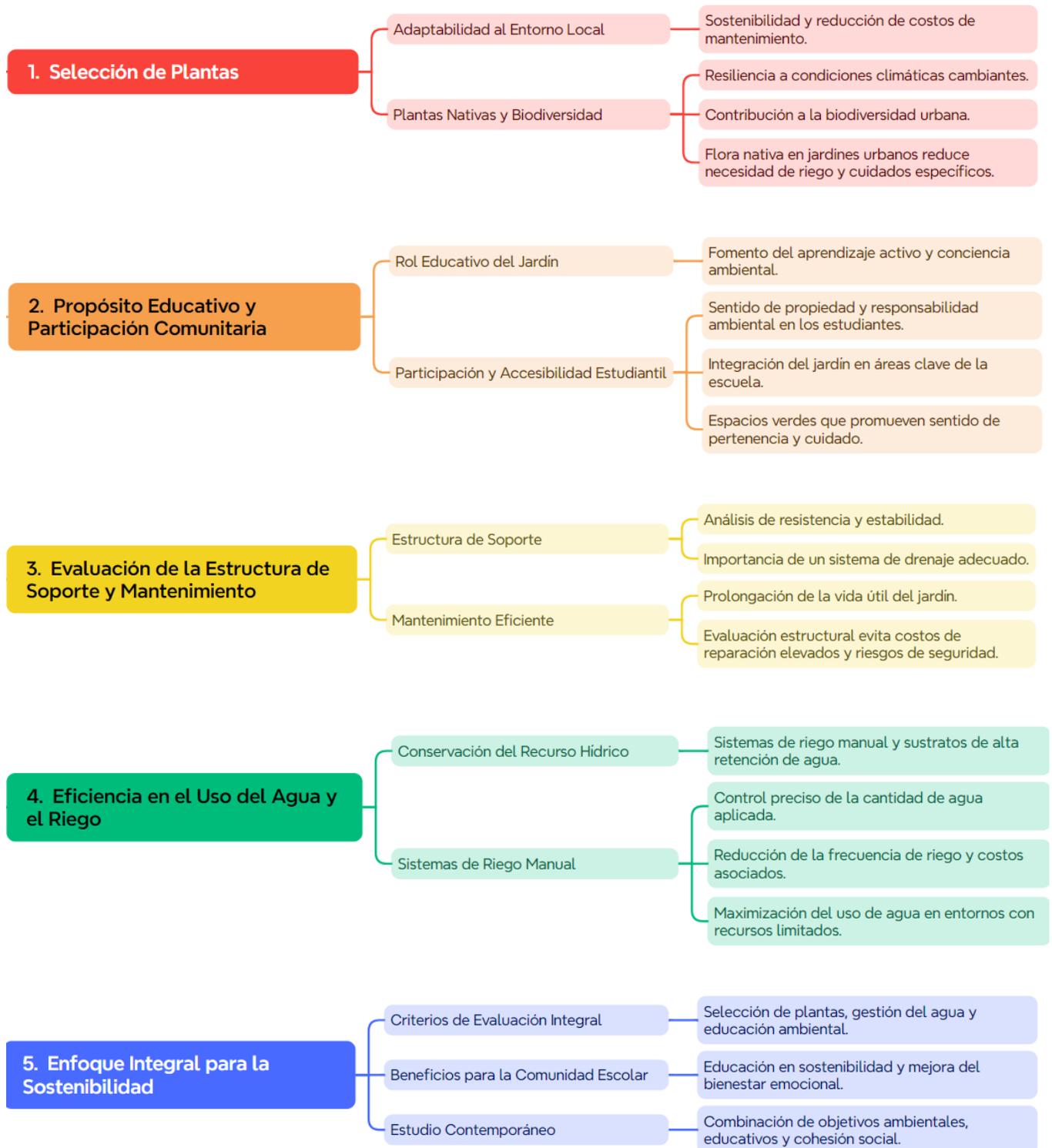
Etapa de cierre o etapa final

En esta última etapa se revisa los diversos aspectos esenciales en términos de sostenibilidad, eficiencia y funcionalidad educativa. Este proyecto intenta evaluar desde principios ecológicos hasta el impacto en la comunidad educativa, abordando criterios como la adaptabilidad de las plantas, el riego, la composición del suelo y la participación estudiantil. En esta fase, se logra combinar la riqueza narrativa de los testimonios con las cifras objetivas. Por ejemplo, el incremento del 20% en la participación estudiantil en actividades académicas se correlacionó con las entrevistas cualitativas en las que los estudiantes expresaron sentirse más motivados y concentrados en los espacios verdes.

Cada pregunta busca no solo definir las necesidades técnicas y ecológicas del jardín, sino también asegurar su valor como recurso de aprendizaje y cohesión en la comunidad escolar. A continuación, se exploran los principales enfoques:

Figura 6.

Etapa final: Componentes esenciales del proyecto



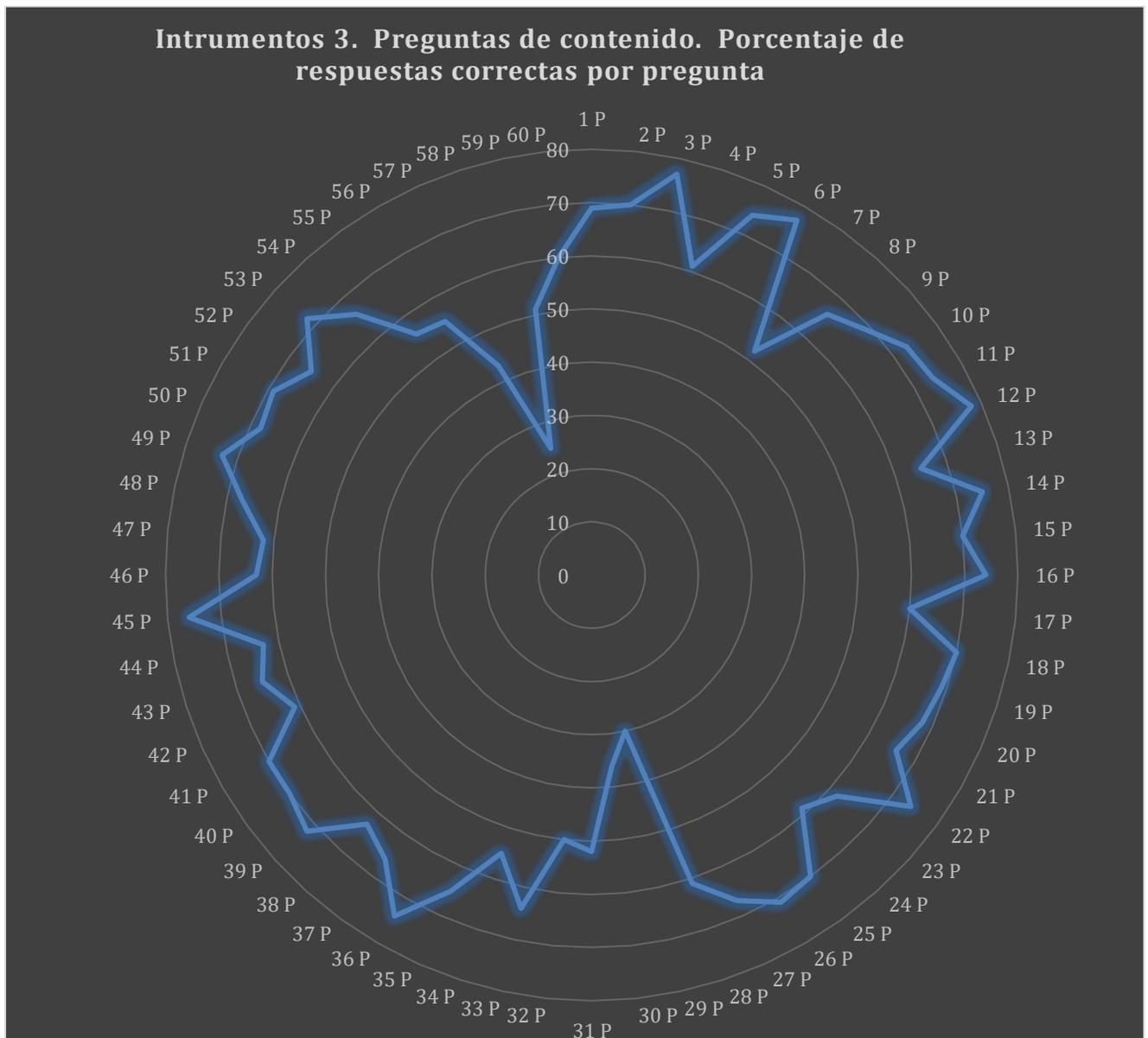
Fuente: Elaboración propia

Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana. RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

En la evaluación de conocimiento presentada, se recolectan respuestas de 60 preguntas con opciones múltiples (a, b, c, d) de única respueata. La distribución de respuestas para cada pregunta muestra ciertos patrones y rangos en la precisión de las respuestas. A continuación, se detallan algunos resultados relevantes:

Figura 7.

Etapa final: Resultados de preguntas de contenido, tercera fase.



Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en este estudio reflejan tendencias significativas relacionadas con la implementación de jardines verticales en un entorno educativo, mostrando tanto fortalezas como limitaciones, en preguntas como ¿Cuándo es crucial considerar la capacidad del sustrato para retener nutrientes en la selección para el jardín vertical?, ¿Qué se espera lograr al ajustar de manera realista el presupuesto a las necesidades del proyecto? y ¿Cuál es el propósito principal del sistema de riego manual

implementado en el jardín vertical? se observa que la mayoría de los estudiantes seleccionan la opción correcta, alcanzando porcentajes de respuestas acertadas cercanos al 94% en algunos casos. Este resultado sugiere un dominio adecuado en ciertos temas abordados en estas preguntas.

Patrones en preguntas difíciles En la pregunta ¿Cuál es una crítica común contra considerar el crotón como una planta adecuada para un jardín vertical? y ¿Cuál es una crítica que se suele hacer contra la eficacia de los fertilizantes orgánicos para mejorar la estructura del suelo y su fertilidad? los participantes distribuyen sus respuestas de manera más dispersa entre las opciones, indicando dificultad en comprender o responder correctamente estas preguntas. Las respuestas correctas son superadas por las opciones incorrectas, lo que podría implicar confusión en la formulación de los conceptos, apropiación de vocabulario o falta de claridad en los temas.

Consistencia en la selección correcta: En preguntas como ¿Qué aspectos se consideran generalmente en un plan de mantenimiento y cuidado a largo plazo para un jardín vertical? y ¿Qué medidas se tomaron para asegurar que el proyecto de jardín vertical recibiera el apoyo de la comunidad escolar? se alcanzan respuestas correctas en el 100% y 96% de los casos, respectivamente. La claridad en estos temas y la familiaridad de los participantes con estos contenidos se ven reflejadas en estos resultados.

Comparación con estudios recientes en América Latina

Estudios similares en América Latina, como el de García et al. (2023) en Perú, y el de López y Martínez (2022) en México, reflejan resultados comparables. En dichos estudios, el nivel de precisión en preguntas específicas también muestra variaciones según la claridad de los contenidos y su relevancia cultural y educativa. En el caso peruano, García et al. encuentran que el 85% de los participantes responde correctamente a temas que se alinean con su contexto educativo y cultural, mientras que el 15% restante presenta dificultad en preguntas más técnicas. López y Martínez encuentran un patrón similar en México, destacando que el diseño de las preguntas y el uso de ejemplos cercanos al contexto escolar mejoran la precisión de las respuestas.

Estos estudios también destacan la importancia de la claridad en la redacción de las preguntas para reducir errores de interpretación y mejorar la precisión en las respuestas, un aspecto crítico para optimizar la comprensión y evaluar de manera justa el conocimiento.

Errores o Problemas Detectados

Uno de los problemas recurrentes en el presente análisis es la dispersión de respuestas incorrectas en preguntas que contienen conceptos complejos. Este hallazgo es consistente con estudios como el de Rojas (2022) en Chile, donde las preguntas ambiguas aumentan la probabilidad de respuestas incorrectas.

Hallazgos Destacados

Los resultados de esta evaluación resaltan patrones de comprensión en ciertos temas, mientras que identifican áreas de mejora en la formulación de preguntas. La tendencia en varias preguntas a seleccionar la opción correcta indica una comprensión sólida en temas específicos, aunque ciertas preguntas complejas reflejan la necesidad de clarificar términos y enfoques para evitar confusiones.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación ofrecen una visión comprensiva sobre cómo las infraestructuras verdes pueden influir en diversos aspectos del desarrollo estudiantil, desde el rendimiento académico hasta el bienestar emocional y social. Estas conclusiones destacan los beneficios observados, así como las áreas que requieren atención y mejora. Asimismo, se incluyen recomendaciones específicas para optimizar el uso de infraestructuras verdes en instituciones educativas, asegurando su sostenibilidad y efectividad a largo plazo. Este conjunto de conclusiones pretende proporcionar una guía útil tanto para educadores como para responsables de políticas educativas interesados en promover ambientes de aprendizaje más sostenibles y saludables.

Los hallazgos destacan aspectos positivos relevantes, como el reconocimiento del valor educativo de los jardines verticales y la prioridad dada a la selección de especies nativas como estrategia sostenible. Estos resultados sugieren que, aunque persisten desafíos relacionados con la capacitación técnica, la financiación y la integración curricular, los jardines verticales representan una oportunidad significativa para promover el aprendizaje práctico, la sensibilización ambiental y la sostenibilidad en contextos educativos. En conjunto, los datos confirman la relación causa-efecto entre la implementación de prácticas sostenibles y los beneficios percibidos, aunque también evidencian áreas críticas que requieren atención para maximizar el impacto de este tipo de proyectos, a demás pretende proporcionar una guía útil

tanto para educadores como para responsables de políticas educativas interesados en promover ambientes de aprendizaje más sostenibles y saludables.

La evaluación del impacto de las infraestructuras verdes en la IED para el Desarrollo del Talento Humano muestra resultados positivos y significativos. La introducción de estos espacios ha mejorado el rendimiento académico de los estudiantes al proporcionar un ambiente de aprendizaje más saludable y estimulante. Las infraestructuras verdes no solo han contribuido a un entorno escolar más agradable, sino que también han fomentado una mayor conciencia ambiental entre los alumnos. La mejora en la calidad del aire y el bienestar emocional de los estudiantes refleja los beneficios de estas iniciativas. Sin embargo, también se han identificado desafíos relacionados con el mantenimiento y los costos, que deben ser abordados para asegurar la sostenibilidad y efectividad de las infraestructuras verdes a largo plazo. En general, las infraestructuras verdes se han establecido como una herramienta valiosa en la educación, promoviendo un entorno más saludable y enriquecedor para el desarrollo integral de los estudiantes.

La creación de estrategias de evaluación para medir el impacto de las estructuras ecológicas en el desempeño académico y social de los estudiantes ha demostrado ser efectiva. Los métodos de evaluación han revelado una correlación positiva entre la presencia de infraestructuras verdes y la mejora en el rendimiento académico, así como en las habilidades de convivencia y cooperación entre los estudiantes. Estas estrategias han permitido identificar áreas específicas donde las infraestructuras verdes han influido positivamente, como en la motivación de los estudiantes y la dinámica de grupo. Sin embargo, también se ha observado que la implementación continua y el ajuste de las estrategias de evaluación son necesarios para adaptarse a los cambios y asegurar una medición precisa y relevante del impacto a lo largo del tiempo.

El diseño de una propuesta de infraestructuras verdes para escuelas con dimensiones reducidas ha sido exitoso en ofrecer soluciones prácticas que optimizan el espacio disponible. Las propuestas incluyen jardines verticales, techos verdes, y áreas verdes compactas, que han demostrado ser efectivas en crear ambientes educativos que fomentan el aprendizaje y el respeto ecológico sin requerir grandes extensiones de terreno. Estas soluciones permiten a las escuelas con limitaciones en infraestructura al aire libre, ofrecer espacios verdes que benefician tanto la educación como el bienestar de los estudiantes.

La implementación de estos diseños ha permitido a la institución educativas maximizar el uso de su espacio y promover una cultura de sostenibilidad dentro de un entorno educativo más reducido.

El diseño del proyecto ecológico de desarrollo sostenible, que incluye estrategias pedagógicas para la creación y mantenimiento de áreas verdes verticales, ha mostrado ser una solución innovadora y efectiva. Estas áreas verdes verticales no solo han mejorado la estética del entorno escolar, sino que también han servido como recursos educativos valiosos, proporcionando a los alumnos experiencias prácticas en sostenibilidad y ecología. Las estrategias pedagógicas asociadas han fomentado la participación activa de los estudiantes en el cuidado y mantenimiento de estos espacios, promoviendo un aprendizaje más profundo y una mayor conexión con el entorno natural. Este enfoque ha demostrado ser beneficioso tanto para la educación como para el bienestar general de los estudiantes, ofreciendo un balance entre espacios educativos y recreativos.

Cabe destaca que después de culminar las tres fases, la importancia de los espacios verdes en entornos escolares evidencia su impacto positivo en el bienestar emocional, el rendimiento académico y el desarrollo social de los estudiantes. González y Sánchez (2020) destacan que un 60% de los estudiantes considera esencial la construcción de jardines en su entorno escolar, lo que subraya la percepción de estos espacios como facilitadores del bienestar emocional y un entorno propicio para el aprendizaje. Este hallazgo se alinea con la investigación de Salinas y Rojas (2018), quienes concluyen que la presencia de vegetación en las escuelas no solo mejora la calidad del entorno físico, sino que también se correlaciona con un incremento en la concentración y el rendimiento académico, evidenciando así el potencial de los jardines como recursos educativos.

Asimismo, la accesibilidad y la inclusión son aspectos fundamentales en la creación de estos espacios verdes. Según Pérez y Martínez (2021), el 79% de los encuestados considera vital que las áreas verdes se adapten a las diversas necesidades de todos los estudiantes. Este enfoque inclusivo no solo asegura que cada alumno pueda beneficiarse de los espacios naturales, sino que también fomenta un sentido de comunidad y pertenencia, lo que puede incrementar la utilización de estos entornos como herramientas educativas efectivas. La creación de jardines accesibles y funcionales puede, por tanto, contribuir a un aprendizaje más integral y colaborativo.

REFERENCIAS

Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana. RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

Cabrera, L. (2017). *La importancia de los espacios verdes en el desarrollo emocional de los estudiantes.*

Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad, 5(1), 25-34. Recuperado de Google Académico

Constitución Política de Colombia, julio de 1991 (Colombia)

Creswell, J. W. (2009). *Diseño de investigación: Enfoques cualitativo, cuantitativo y mixto* (3ra ed.).

Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Ceballos, M. A., & Aguirre, J. (2019). " *El uso de la estadística en la investigación educativa: Descriptiva e inferencial en estudios en América Latina.*" Revista de Educación y Tecnología, 8(2), 65-82.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3rd ed.).

Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Córdoba, L. M., & Gutiérrez, J. R. (2020). *La importancia de los espacios verdes en la educación ambiental: un análisis desde la educación y la sostenibilidad.* Revista de Educación Ambiental, 20(2), 27-42.

Faber Taylor, A., Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (2002). *Is contact with nature important for human functioning?* Psychological Science, 13(2), 120-124.

Fernández, R., & Vargas, C. (2015). " *Análisis de datos cuantitativos en investigaciones sociales en América Latina: Un enfoque descriptivo e inferencial.*" Revista Latinoamericana de Métodos de Investigación, 3(1), 30-45.

Freire, H. (2016). Patios vivos para crecer y aprender. Cuadernos de pedagogía, 465, 16-22.

GARECA, M., & VILLARPANDO, H. (2017). *Impacto de las áreas verdes en el proceso de enseñanza aprendizaje.* Revista Ciencia, Tecnología e Innovación, 14(15), 877-892.

González, A., Álvarez, M. R., & López, J. (2016). *Impacto de la selección de especies nativas en la biodiversidad urbana.* Revista de Ciencias Ambientales, 5(2), 125-134.

Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill.

Ley 115 de 1994. *Ley General de Educación de Colombia.* Señala las normas generales

Revista de Investigación Multidisciplinaria Iberoamericana. RIMI © 2023 by Elizabeth Sánchez Vázquez is licensed under

para regular el Servicio Público de la Educación. Congreso de la República de Colombia

Ley 164 de 1994. Diario Oficial No. 41.575, 28 de octubre de 1994. *Unidas sobre el Cambio Climático*

Likert, R. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes." *Archives of Psychology*, 22(140), 1-55.

Llinás, H. (2006). *Estadística Inferencial*. Ediciones Uninorte

Martínez, J., Jiménez, L., & Torres, A. (2019). *Importancia del análisis de suelo en proyectos de infraestructura verde en ciudades latinoamericanas*. Revista de Ecología y Ambiente, 34(1), 44-59.

Martínez, M. (2019). *Efectos de las áreas verdes en el bienestar emocional de los estudiantes*. Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 17(1), 109-125. Recuperado de Redalyc

Melo, F. S., Costa, R. L., & Almeida, G. (2020). Participación estudiantil en proyectos ambientales: Un estudio de caso en Brasil. *Educación y Desarrollo Sostenible*, 5(3), 215-229.

MEN, Ministerio De Educación Nacional, (2005). Colombia. <http://mineducacion.gov.co/>

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible , (2019) . Dirección de gestión integral del recurso Hídrico. Colombia. <https://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible , (2022). ¿Cómo se analizan los ítems de las pruebas saber (pp. 7 – 10). (2019). Bogotá: Mineducaicón

Pérez, C., & Martínez, J. (2021). *Inclusión y accesibilidad en espacios verdes escolares*. Revista de Inclusión Educativa, 9(4), 67-82. Recuperado de Google Académico

Pérez, R., & Díaz, M. (2018). *Beneficios de los espacios verdes en la educación: un enfoque desde la experiencia en escuelas urbanas de México*. Revista Mexicana de Educación Ambiental, 12(2), 93-105

Ramírez, F. (2022). *Los jardines escolares como espacios de aprendizaje activo: una experiencia en la educación primaria*. Educación y Pedagogía, 34(1), 85-102. Recuperado de Educación y Pedagogía.

SECRETARIA DISTRITAL DEL AMBIENTE, SDA. (2021). *¿Qué son los PRAE: Proyectos Ambientales Escolares en Bogotá?* Alcaldía Mayor de Bogotá, Colombia.

<https://oab.ambientebogota.gov.co/>

- Silva, J. C., & Oliveira, P. (2021). *Estructuras seguras en jardines verticales: Una revisión de las mejores prácticas*. Revista de Arquitectura y Diseño Urbano, 29(4), 201-218.

Unesco. (2010). *Educación para el desarrollo sostenible*. Libro de consulta. Editorial Unesco. Francia, 53.Ley

Wells, N. M., & Lekies, K. S. (2006). *Nature and childhood: The importance of nature in the lives of children*. *Children, Youth and Environments*, 16(1), 1-16.