

LA MATEMÁTICA DE LAS PLANTAS: una propuesta interdisciplinaria a partir del ludismo para la enseñanza de botánica

THE MATHEMATICS OF PLANTS: an interdisciplinary proposal from the lucidity for botanical teaching

Eduardo Bezerra de Almeida Jr.
Universidade Federal do Maranhão
São Luís, MA, Brasil
ebaj25@yahoo.com.br
ORCID: 0000-0001-7517-4775

Ingrid Fabiana Fonseca Amorim
Universidade Federal do Maranhão
São Luís, MA, Brasil
fabyamorim.bio@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3047-439X

Camila dos Santos Pires
Universidade Federal
Rural de Pernambuco
Belém, PA, Brasil
k_mila.pires12@hotmail.com
ORCID: 0000-0001-8555-5117

Catherine Rios Santos
Universidade Federal
de Minas Gerais
Belo Horizonte, MG, Brasil
catherineriosantos@gmail.com
ORCID: 0000-0003-1580-3765

Luann Brendo da Silva Costa
Universidade Federal do Maranhão
Maceió, AL, Brasil
luanncostaslz@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2973-2961

Kauê Nicolas Lindoso Dias
Universidade Federal
Rural da Amazônia
Belém, PA, Brasil
knld.contato@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0321-4026

Ariade Nazaré Fontes Silva
Universidade Federal
Rural de Pernambuco
Recife, PE, Brasil
ariade_22@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-9368-0986

Dinnie Michelle Assunção Lacerda
Centro de Ensino Pires Collins
Paço do Lumiar, MA, Brasil
michelacacerda@yahoo.com.br
ORCID: 0000-0003-4129-8010

Aryana Vasque Frota Guterres
Universidade Federal
de Minas Gerais
Belo Horizonte, MG, Brasil
ana.vasque41@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0004-7514

Mariana Guelero Valle
Universidade Federal do Maranhão
São Luís, MA, Brasil
valle_ma@yahoo.com.br
ORCID: 0000-0001-5203-370X

Gabriela dos Santos Amorim
Universidade Federal
de Pernambuco
Recife, PE, Brasil
amorimgab23@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9375-4033



RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo de una exposición interactiva que abordó cómo se puede enseñar Matemática y Botánica de una manera interdisciplinaria basada en el ludismo. Las actividades tuvieron lugar en la Universidad Federal de Maranhão (UFMA), en el Departamento de Biología, durante la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SCNT). Los estudiantes visitantes participaron en la exposición, que se organizó en seis estaciones: Estación 1 – Descubriendo formas geométricas en plantas; Estación 2 – Tallos y fitosociología; Estación 3 – Juego de memoria botánica; Estación 4 – Formas y simetría de flores; Estación 5 – La secuencia de Fibonacci y cómo está presente en las plantas; Estación 6 – El juego de mesa: conceptos de botánica y la relación con las matemáticas en la vida cotidiana. Las actividades desarrolladas, en general, involucraron asociaciones con ejemplos cotidianos, lo que permitió a los estudiantes relacionar los conceptos trabajados con sus conocimientos previos. El desarrollo de ese proyecto permitió la construcción y revisión de saberes asociando botánica y matemáticas por medio de acciones relajadas, estimulantes, aportando liviandad a los temas presentados; permitiendo el aprendizaje de una manera lúdica.

Palabras clave: Enseñanza de botánica, Interdisciplinaria, Proyecto de extensión, SNCT; Patrones matemáticos.

ABSTRACT

This study presents the development of an interactive exhibition that addressed how can be taught the Mathematics and Botany in an interdisciplinary way based on playfulness. The activities took place at the Universidade Federal do Maranhão (UFMA), in the Departamento de Biologia in the Semana Nacional de Ciências e Tecnologia (SNCT). Visiting students participated in the exhibition, which organized into six stations: Station 1 – Discovering geometric shapes in plants; Station 2 – Stems and phytosociology; Station 3 – Botanical memory game; Station 4 – Shapes and symmetry of flowers; Station 5 – The Fibonacci sequence and how it is present in plants; Station 6 – The board game: concepts of Botany and the relationship with mathematics in everyday life. The activities carried out, in general, involved associations with examples of everyday life, allowing students to relate the concepts worked with their previous knowledge. The development of the project allowed the construction and revision of knowledges associating botany and mathematics by relaxed actions, stimulating actions, tracing lightness for the presented topics, enabling learning in a playful way.

Keywords: Teaching of Botany, Interdisciplinarity, Extension Project, SNCT, Mathematical Patterns.

Interfaces - Revista de Extensão da UFMG, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p.01-706, jan./jun. 2023.

Introducción

La enseñanza de Botánica, considerada como tecnicista y tradicional en Brasil (Reinhold et al., 2006), puede ser mejor trabajada desde una perspectiva lúdica, así como otros temas considerados difíciles y agotadores, tanto por profesores como por alumnos. Las actividades lúdicas promueven la interacción entre diversas áreas del conocimiento, permitiendo la discusión y la resolución de diferentes problemas y favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Martinez, Fujihara & Martins, 2008).

Debido a la ausencia de materiales didácticos actualizados, laboratorios y actividades prácticas adecuadas, la enseñanza de Botánica ha sido evitada o pospuesta por los docentes y, consecuentemente, rechazada por los alumnos (Castelo-Branco, Viana & Rigolon, 2011). Esa situación se agrava en razón de la falta de percepción que se tiene de las plantas alrededor, generando lo que se conoce por "ceguera botánica". El término "ceguera botánica" fue citado por primera vez por Wandersee y Schussler (2002) como: (1) dificultad de ver o notar las plantas en su propio ambiente; (2) la incapacidad de reconocer la importancia de las plantas para la biosfera y para las actividades humanas; (3) la no apreciación estética de las formas pertenecientes al reino vegetal, viéndolas como seres inferiores. Para cambiar esa realidad, es necesario planificar clases y elaborar proyectos con nuevas metodologías que incentiven la autonomía de los estudiantes, con actividades que estimulen la libertad para una reflexión creativa y espontánea.

Esas problemáticas en el proceso de enseñanza-aprendizaje también son observadas en la enseñanza de matemáticas, debido a las limitaciones de los profesores en relacionarla con otra área del conocimiento y a la dificultad en trabajar los asuntos de forma asociada (Ferreira et al., 2022). Según Lazaroto y Reisdoefer (2022), la enseñanza de matemáticas ayuda a los alumnos a ejercer mejor su ciudadanía a partir de la discusión y de las aplicaciones de las matemáticas en el día a día, impidiendo al estudiante que la vea como inaccesible y desinteresada.

La dificultad de relacionar diferentes áreas de conocimiento es uno de los desafíos de la docencia (Ferreira et al., 2022). Por lo tanto, actividades lúdicas, interdisciplinarias y proyectos de extensión pueden ser estrategias para hacer la enseñanza más atractiva (Rohr, 2014). La interdisciplinariedad, como alternativa al enfoque disciplinario normalizador (Thiesen, 2008), va en contra de la idea de fragmentación de las ciencias y de los conocimientos que ellas producen. El concepto de interdisciplinariedad es polisistémico, pues permite diferentes perspectivas a partir de un mismo tema y, consecuentemente, la construcción de un conocimiento integrado (Oliveira et al., 2021).

En las universidades, estas actividades lúdicas e interdisciplinarias deben ser planificadas con base en los pilares de la educación, a saber: la enseñanza, la investigación y la extensión, teniendo como propósito la mejora de la formación de sus integrantes, desde la participación en actividades académicas y extracurriculares. Las instituciones educativas, que se basan en esta tríada, proporcionan experiencias a los estudiantes, las cuales no están presentes en estructuras curriculares convencionales y proporcionan una integración con el mercado y con la sociedad (Tosta et al., 2006).

De ese modo, durante la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), que en el año 2017 trabajó el tema "¡La Matemática está en Todo!" Se creó un ambiente con el objetivo de estimular a los visitantes a asociar las matemáticas y la botánica, abordando la importancia del mundo vegetal. Asimismo, este relato tiene como objetivo describir las actividades

realizadas por los integrantes del Laboratorio de Estudios Botánicos (LEB) y del Herbario de Maranhão (MAR) de la Universidad Federal de Maranhão (UFMA), en una exposición con el tema “La matemática de las plantas” destinada a marcar la interdisciplinaridad en el aprendizaje sobre las Plantas, durante la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT)..

Referencial teórico

La enseñanza de botánica, tanto en la Educación Básica como en la educación superior, es considerada, muchas veces, un gran desafío por los profesores y por los estudiantes, que lo ven poco atractivo y/o desalentador, causando, así, un distanciamiento del tema (Freitas et al., 2012). Sin embargo, la enseñanza de botánica puede ser interdisciplinaria y permear otras áreas del conocimiento como Geografía, Historia, Idiomas, Arte, Sociología y Matemáticas, siendo una posibilidad para el enfrentamiento de ese problema.

Al analizar cuestiones sobre la historia de la humanidad, observamos que está particularmente relacionada con el conocimiento, la utilización y la conservación/destrucción de la vegetación (Freitas et al., 2012). Los estudios de botánica fueron y aún son fuertemente influenciados por el uso de las especies, debido a su potencial económico, ornamental, textil y medicinal (Salatino & Buckeridge, 2016). El estudio de una región geográfica, por ejemplo, requiere no solo información sobre hidrografía, clima y suelo, sino también datos sobre la vegetación (Freitas et al., 2012). En todos esos puntos, observamos una integración de la botánica con otras áreas sin que sea necesario discernirlas.

Ante ese contexto, y para colaborar con los estudios botánicos, los herbarios, conceptuados como colecciones de plantas secas provenientes de diversos ecosistemas organizados en un sistema de clasificación, representan un importante espacio para el conocimiento de la flora local, regional y/o mundial (Peixoto et al., 2006). Funcionan, entre otras finalidades, como referencia para el desarrollo de investigaciones de doctorado, maestría y trabajo de conclusión de curso sobre los más variados aspectos de la botánica, como sistemática, morfología, taxonomía, evolución, fitogeografía y fenología. Además, los herbarios pueden servir como espacios facilitadores para la enseñanza de botánica, posibilitando la divulgación de la flora, la conservación de la biodiversidad y la importancia del mantenimiento de los acervos, considerados, de acuerdo con las actividades desarrolladas, como espacios formales o no formales de educación (Amorim et al., 2019).

En la Educación Básica, el herbario puede caracterizarse como una valiosa estrategia para desarrollar conceptos de biología a partir de la manipulación de plantas y sus estructuras, proporcionando una mayor dinámica para clases y posibilitando a los alumnos que conozcan las especies vegetales de su localidad, además de estimular el interés por la botánica (Fagundes & Gonzalez, 2006). Además de los herbarios, las clases prácticas y las de campo pueden ser utilizadas como estrategias eficientes para complementar y fundamentar el conocimiento teórico sobre las plantas.

Incluso con toda esa visibilidad y diferentes posibilidades empleadas en el estudio de la Botánica, Menezes et al. (2008) destacaron que la enseñanza de esa ciencia no es una tarea fácil, debido, principalmente, a la extensa cantidad de contenido a ser abordado en un período muy corto, lo que da lugar a enfoques sucintos y a veces insuficientes. A causa de estas dificultades, las instituciones de educación han buscado métodos que pretendan llenar las lagunas y abarcar en su totalidad los contenidos que deben ser abordados en el aula.

De acuerdo con la Ley de Directrices y Bases de la Educación Nacional (n. 9.394/1996),

la organización curricular de la Educación Básica brasileña necesita estar fundamentada en algunos componentes, tales como la integración y la articulación de los conocimientos en proceso permanente de interdisciplinariedad y contextualización. La interdisciplinariedad es un neologismo comprendido por el intercambio y las interrelaciones de las asignaturas, resultando en el conocimiento recíproco entre las áreas del saber, abriendo oportunidad para nuevos descubrimientos (Fazenda, 2011).

Entre las posibilidades de trabajar esa interdisciplinariedad, la enseñanza por proyectos se destaca por ser eficiente. Conforme a los Parámetros Curriculares Nacionales de la Enseñanza Media (PCNEM) (Brasil, 2002), los proyectos pueden ayudar en la creación de estrategias de organización de los conocimientos escolares, con la integración de diferentes saberes disciplinares. También según el mismo documento, para que sean trabajados bajo una visión interdisciplinaria, los proyectos necesitan relacionar contenidos escolares con asuntos cotidianos, priorizando temas que sean de interés de los alumnos y que traigan una reflexión sobre su realidad y promuevan su integración social.

Los Parámetros Curriculares Nacionales (PCNs) (Brasil, 2002) orientan el uso y la importancia de la enseñanza de Ciencias y Matemáticas, a la luz de la interdisciplinariedad, basándose en la discusión de las cuestiones científicas y tecnológicas y en el uso cotidiano. Los PCNs destacan, además, la contribución de la enseñanza interdisciplinaria para la formación moral, social y educativa a partir de la integración y de la articulación de los dominios del saber, posibilitando sujetos participativos y comunicativos en la sociedad (Lago, Araújo & Silva, 2015).

La Base Nacional Común Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), que establece los aprendizajes esenciales que los estudiantes de la Educación Básica deben desarrollar a lo largo de su formación, determina que la necesidad del conocimiento matemático (Números, Álgebra, Geometría, Grandezas y Medidas, Probabilidad y Estadística) proviene de su aplicabilidad en el día a día y de su potencialidad en la formación de ciudadanos críticos. Por lo tanto, de acuerdo con ese documento, es necesario que los estudiantes tengan una visión integrada de la matemática, y, en esa construcción, vean su aplicación en la realidad, siendo, así, estimulados a la reflexión, de manera que consigan formular y resolver problemas en diferentes contextos de forma autónoma y usando variados recursos matemáticos.

De ese modo, la interdisciplinariedad de esas ciencias (Botánica y Matemática) contribuye tanto con la didáctica en la enseñanza como en la formación del discente; además, puede ser utilizada para explicar varios fenómenos biológicos a partir de la matemática, a ejemplo de la geometría, que se puede observar en las plantas (Rohr, 2014). Con base en el tema: "las formas geométricas de las plantas", los integrantes del Laboratorio de Estudios Botánicos (LEB) de la Universidad Federal de Maranhão, por medio de un proyecto de extensión elaborado para la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT), abordó temas relacionados con aspectos culturales y sociales asociados a la importancia de la Botánica y Matemáticas en la enseñanza, con vistas a la Educación Ambiental, promoviendo la percepción por medio de diferentes temas, para comprender y contextualizar la relación entre las matemáticas y las plantas.

Procedimientos metodológicos

Las actividades propuestas en el proyecto de extensión tuvieron como público específico alumnos de la red pública, del grupo etario de 12 a 17 años, principalmente de las escuelas próximas al campus Dom Delgado, UFMA, São Luís. Los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar diversos ambientes montados para proporcionar contacto con el mundo vegetal a partir del ludismo, asociándolo a las formas, ecuaciones, escalas geométricas y colores. Además, los estudiantes pudieron conocer la importancia de las matemáticas para las investigaciones académicas en el área de botánica, con énfasis en los estudios sobre la riqueza y la diversidad vegetal, que abordan la necesidad de conservación.

El material de la exposición fue organizado en forma de “Estaciones” (o mesas). En la primera estación, fue hecha una contextualización sobre el tema geometría, abordando, sucintamente, la importancia de las formas geométricas y sus aplicaciones en el cotidiano, principalmente en los estudios de botánica. Para ello, se presentaron a los alumnos algunos modelos didácticos en 3D a fin de posibilitar la interacción de los estudiantes con lo que estaba siendo explicado.

Para la primera estación, fue confeccionado un modelo didáctico llamado “Geoplano” (Figura 1), producido a partir de un soporte de madera con clavos dispuestos con un espaciamiento estandarizado y uso de ligas. A partir de este modelo didáctico, los estudiantes fueron desafiados a una “competición”: formar el mayor número de formas geométricas posibles con el uso de las ligas.

Figura 1 – Recurso didáctico Geoplano elaborado para la Estación 1.



Fuente: Acervo personal de los autores.

En la segunda estación, se explicó cómo las nociones de circunferencia y diámetro son esenciales en la medición de los tallos (parte de la planta que conduce la savia y sostiene las hojas) en los estudios botánicos. El tallo presentado tenía forma cilíndrica, constituido por un sistema aéreo, y, cuando se visualizaba en corte transversal, se observaba la forma de circunferencia.

Con el fin de mostrar estas medidas de circunferencia en diferentes tallos, se llevó a cabo el juego de anillos (Figura 2). Para este juego, se ha montado un pequeño espacio mos-

trando las diferentes circunferencias de tallos en una comunidad vegetal. Los participantes lanzaban los anillos para golpear los “tallos” (representados por tubos de PVC pintados con tinta marrón). Los anillos representaban la circunferencia de tallos de diferentes tamaños. Al participante se le daban tres oportunidades para acertar los anillos en los caños y, cuando acertaban, median los “tallos” con ayuda de una cinta métrica, aplicando los conceptos de medidas matemáticas que son usadas en los estudios botánicos de Fitosociología (estudio que trata del arreglo estructural de las comunidades vegetales).

Los tubos de PVC que representaban los tallos se organizaron sobre una base a 2 m de distancia del punto donde el jugador se posicionaba para lanzar los anillos. Era necesario por lo menos un acierto para que el equipo continuara en el juego y, después, seguir para la próxima estación. Los intentos eran realizados por diferentes personas, permitiendo así la participación de todos, o de la mayoría de los componentes del grupo.

Figura 2 – Espacio montado para el “Juego de Anillos” en la Estación 2.



Fuente: Acervo personal de los autores.

En la tercera estación, fue abordado como las figuras geométricas son utilizadas en asociación a las formas de las hojas (limbo foliar) en estudios de morfología vegetal. Durante las explicaciones, se destacó la importancia de las hojas en la captación de luz para la realización de la fotosíntesis; se destacó, también, que, dependiendo del lugar en que esa planta esté creciendo y desarrollándose, puede presentar una amplia variación de la morfología foliar. En estudios de morfología vegetal, a partir de las figuras geométricas, enseñadas en matemáticas, es posible observar y clasificar las diferentes formas de la lámina foliar, o sea, la forma de la hoja. Para trabajar esa asociación en el proyecto, se utilizó un juego de la memoria (Figura 3) cuyo objetivo era relacionar las formas de las hojas a las formas geométricas ya conocidas por los participantes, por medio de una metodología lúdica.

El juego de memoria estaba formado por 20 piezas organizadas en 10 pares (Figura 3). El par de una figura geométrica era la pieza que tenía el dibujo de la hoja en el formato correspondiente a esa figura, por ejemplo: para una pieza que tenía la figura de un círculo, el par correspondiente sería la pieza con el diseño de una hoja de limbo foliar redondeado. Si la primera y la segunda piezas puestas al revés correspondían, los jugadores continuaban

el juego; sin embargo, si la segunda pieza volteada no era el par correspondiente, las dos piezas se colocaban nuevamente sobre el panel y a los jugadores se les daba una segunda oportunidad. Cuando los participantes encontraban tres pares, continuaban para la siguiente fase de la exposición.

Figura 3 – Juego de la Memoria, cuyos pares estaban formados por una figura geométrica y una hoja con limbo foliar de formato correspondiente a la figura, en la Estación 3.



Fuente: Acervo personal de los autores.

En la cuarta estación se trabajaron los planos de simetría. En morfología vegetal, las flores pueden ser clasificadas en cuanto a los planos de simetría; en relación con ese aspecto, pueden ser denominadas actinomorfa, zigomorfa o asimétrica. Las flores actinomorfas poseen dos o más planos de simetría que pueden ser trazados partiendo de un eje central. Las flores zigomorfas presentan solo un plano de simetría, de forma que un lado quede exactamente igual al otro. Ya las flores asimétricas no presentan patrón de simetría.

En esa estación, inicialmente se hizo una contextualización sobre los patrones de simetría de las flores, que pueden o no existir. Se elaboró un juego de montaje, similar a un rompecabezas, en el que los participantes montaban las flores de acuerdo con el plano de simetría (Figura 4).

Sobre una mesa, fueron esparcidos varios modelos de biscuit en que las flores estaban divididas en planos de simetría. Solamente las asimétricas estaban enteras. El grupo era orientado a montar las flores de acuerdo con el plano de simetría solicitado. Para montar una flor actinomorfa, el grupo tenía que buscar, entre los modelos expuestos, las mitades o las partes que formaban una flor clasificada de esa forma. Al finalizar la actividad, los participantes eran instruidos a observar si la flor que habían escogido poseía solo un plan de simetría y, en seguida, era preguntado qué tipo de plan. En el caso de las flores asimétricas, el grupo solo tenía que señalar qué flor no presentaba ningún plano de simetría y por qué. Al montar los tres, podían pasar a la siguiente estación.

Figura 4 – Conjunto de montaje sobre planos de simetría de la Estación 4. A - imagen de una flor actinomorfa siendo montada; B - imagen de una flor zigomorfa; C - imagen de la flor actinomorfa totalmente montada.



Fuente: Acervo personal de los autores.

En la quinta estación, se abordó cómo la matemática está interconectada a las formas de las inflorescencias, por medio de la geometría y de secuencias matemáticas lógicas. Las formas geométricas están, de hecho, asociadas a la naturaleza, pues las plantas presentan formatos y patrones que están relacionados a su morfología, fisiología y anatomía. La secuencia de Fibonacci¹, conocida por poseer proporciones que reflejan un aspecto estético, puede, en su mayoría, ser representada en forma de espiral, siendo visto en inflorescencias, como, por ejemplo, el girasol. La secuencia de Fibonacci puede ser verificada en la disposición de las flores centrales y en la cantidad de flores externas, ya que implica la suma de los dos números secuenciales, y el valor siguiente corresponde a la suma de los dos anteriores.

El propósito principal de esta estación fue comparar el formato de las inflorescencias a las formas geométricas para que los participantes pudieran conocer, comprender y asociar las estructuras de las inflorescencias a la secuencia de Fibonacci (Figura 5). En esa etapa, se realizó un juego de asociaciones. Tres paneles fueron expuestos, uno con diversas formas geométricas, otro con varias imágenes de inflorescencias y, el último, con algunas clasificaciones de inflorescencias. El desafío consistía en asociar la forma geométrica a la disposición de la inflorescencia e intentar clasificarla. A continuación, la tarea se reducía a verificar una secuencia numérica en el formato de las inflorescencias, utilizando la lógica de Fibonacci. El

¹ Secuencia de Fibonacci es una secuencia numérica propuesta por el matemático Leonardo Pisa, más conocido como Fibonacci, que posee la siguiente fórmula: $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$

panel presentaba algunas situaciones, como cantidad de pétalos o cantidad de flores centrales encontradas en el girasol, y el participante señalaba si existía o no una secuencia.

Figura 5 – Participantes analizando la inflorescencia de un cactus para comprender y asociar el patrón a la secuencia de Fibonacci, en la Estación 5.



Fuente: Acervo personal de los autores.

Al final de las estaciones, había un gran “tablero” (banner diseñado para el proyecto) en el suelo (Figura 6), un dado y un juego de preguntas y respuestas. Para este juego, se permitían un máximo de cuatro equipos compuestos por cinco personas, con el fin de buscar la interactividad entre los participantes. Cada grupo tenía un integrante que representaba la pieza del juego (pin) y este se movía por el tablero. Se creó un guión con las reglas, explicando la función de las casillas del tablero y las acciones del juego. En el tablero había 30 casillas, 10 de ellas para preguntas y cinco para curiosidades. Para eso, fueron elaboradas 40 cartas de preguntas relacionadas a conocimientos generales de Botánica y 15 cartas con curiosidades acerca de los trabajos desarrollados por el Laboratorio de Estudios Botánicos (LEB) y Herbario MAR de la Universidad Federal de Maranhão.

Es importante resaltar que, dependiendo del nivel de escolaridad de los visitantes, eran realizadas adaptaciones a las preguntas, para que ocurriera una participación efectiva del público; además, cuando era necesario, era dado un auxilio en la lectura de las cartas de curiosidad. A priori, para que el juego fuera iniciado, eran establecidos los equipos, y cada representante del grupo jugaba el dado numérico. Aquel que sacara el mayor número en el dado comenzaba el juego y andaba las “casas” del tablero. Cuando el jugador se detenía en una casa de “pregunta”, debía responder a una pregunta general sobre Botánica; y su respuesta estaba relacionada con lo que se discutió en las otras estaciones, a fin de trabajar una visión sistémica del proyecto. Si acertaba la respuesta, el jugador podría continuar para la próxima ronda.

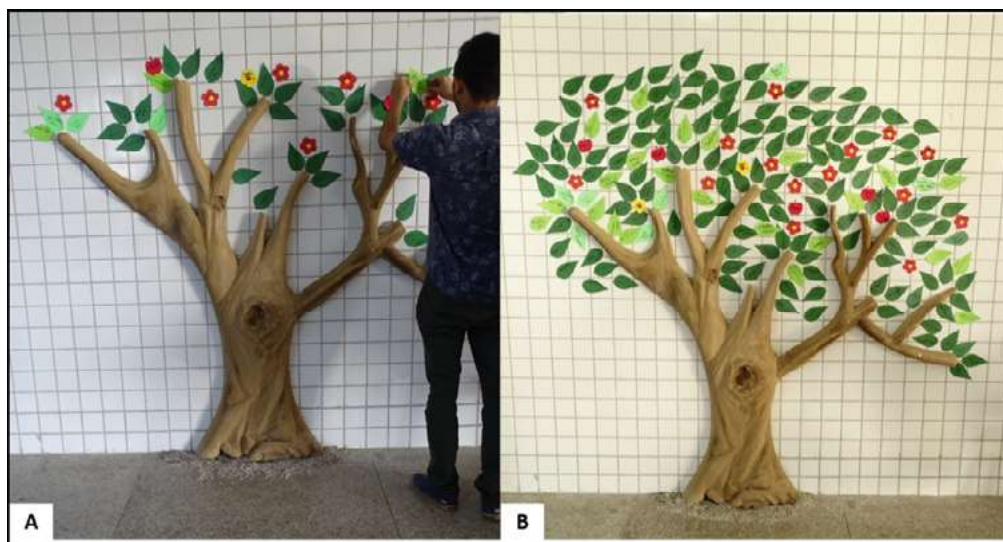
Figura 6 – Tablero del juego sobre preguntas y curiosidades sobre botánica y matemáticas.



Fuente: Acervo personal de los autores.

Finalmente, los estudiantes fueron invitados a dejar su nombre en el libro de visitas, que, en el proyecto, recibió el nombre de “Árbol de visita” (Figura 7). El objetivo fue construir la copa del árbol a lo largo de la SNCT 2017, posibilitando a los alumnos que participaran de esa construcción, dando a entender sobre el cuidado que se debe tener con las plantas.

Figura 7 – “Árbol de visita” utilizado en sustitución del libro de visitas.
A. Primer día de la SNCT 2017. B. Último día de las actividades de la SNCT 2017.



Fuente: Acervo personal de los autores.

Resultados

Durante la exposición, se hicieron varias preguntas con el fin de mantener un diálogo y un intercambio de conocimientos entre los estudiantes que estaban visitando la exposición

y los graduados que los estaban monitoreando. La importancia de las formas geométricas y sus aplicaciones en nuestro cotidiano, principalmente en los estudios de botánica, fue abordada durante toda la exposición. Para eso, los alumnos fueron cuestionados si conseguían relacionar las formas geométricas con algunas plantas; la mayoría citó por lo menos un ejemplo de esa relación. Los principales ejemplos citados por ellos mostraron cómo los alumnos lograron asociar las formas de las plantas con lo que se aprende en las clases de matemáticas, a saber: forma cilíndrica con el tallo; formas del rombo, oval, circular, y elíptica con los diferentes tipos de hojas; forma del cono con la copa de algunas gimnospermas; forma esférica con algunos frutos y semillas, entre otros.

En la quinta estación, donde se trabajó la secuencia de Fibonacci, se encontraron algunas dificultades, las cuales destacamos aquí. Nuestras explicaciones mostraban a los estudiantes donde esta secuencia de Fibonacci podría verse asumiendo formas geométricas, en ese caso, en inflorescencias. Sin embargo, todos los participantes (niños, jóvenes y adultos) que visitaban esa estación informaron que nunca habían oído hablar de la secuencia de Fibonacci en el aula. A consecuencia de eso, ese asunto fue explicado cuidadosamente, desde el concepto hasta cómo es interpretada la secuencia numérica para que todos pudieran visualizar en las inflorescencias. Eso demuestra que la exposición no solo trató de revisar temas ya trabajados en el aula, sino que también introdujo nuevas temáticas.

Para explicar las formas de las hojas, se utilizaron algunas plantas ornamentales que estaban decorando la exposición. Con eso, fue posible mostrar ejemplos de lo cotidiano a los estudiantes, una vez que las especies utilizadas eran bien conocidas popularmente, como las margaritas, los cactus, el alfiler, el árbol de pino, el lirio de agua y la pimentera. Eso permitió mostrar que en la misma planta pueden ocurrir variaciones en el formato de la hoja (unas podían ser fácilmente asociadas a una forma redondeada, o sea, a un círculo; otras ya se asemejaban más a un formato elíptico). Durante esas explicaciones, se destacó, también, que los formatos de las hojas auxilian en los estudios taxonómicos de las especies.

Durante los juegos, muchos otros conceptos de botánica fueron trabajados, como la forma de la lámina foliar, destacándose los formatos del ápice y de la base de la hoja. En ese ejemplo, pudimos mostrar que el ápice agudo tiene ese nombre por formar, en la región apical de la hoja, un ángulo menor que 90° ; y que las modificaciones foliares, como las que ocurren en cactus, cuyas hojas son modificadas en espinas, poseen un formato más próximo a un cono (con una base más redondeada y la punta más estrecha). Además de esos conceptos, fueron abordadas algunas curiosidades como las brácteas, que son hojas modificadas que poseen coloración diferenciada para atraer polinizadores, las cuales la mayoría de las personas confunde con pétalos.

Los juegos lúdicos posibilitaron el uso de muchas transposiciones didácticas para la adecuación de los temas al grupo etario de los alumnos que pasaban por las estaciones, siendo constructivos tanto para los estudiantes de las escuelas de educación básica (que visitaban las estaciones) como a los graduados que actuaron como monitores en el proyecto, pues permitieron la movilización de sus saberes como profesores en formación. Al final de cada estación, siempre se realizaban asociaciones con las actividades de investigación en botánica desarrolladas por los alumnos del curso de Ciencias Biológicas de la UFMA como una forma de estimular a los alumnos a tener el curso de biología como una posibilidad para ingresar en la universidad.

Discusión

La exposición realizada en la Universidad Federal de Maranhão puede ser caracterizada como una actividad de extensión universitaria. Las universidades deben seguir el principio de la indisociabilidad con actividades de enseñanza, investigación y extensión; en razón de eso, muchas veces la enseñanza y la extensión pueden superponerse y/o unirse ante cuestiones complejas del contexto socioambiental (Almeida Jr. et al., 2017). La extensión universitaria tiene un papel clave en la enseñanza comprometida con los problemas sociales, económicos y ambientales, siendo fundamental para la popularización de la ciencia (Cabral, 2002).

Las actividades de extensión se destacan por ser una forma de interacción que debe existir entre la universidad y la comunidad en la que está insertada, debiendo funcionar como una vía de doble mano en que la universidad lleva conocimientos a la comunidad y recibe de ella influjos positivos en forma de retroalimentación, tales como sus reales necesidades, anhelos y aspiraciones (Silva, 1997; Nunes & Silva, 2011). En ese sentido, podemos decir que el flujo entre universidad y comunidad establece un intercambio de saberes sistematizados, académicos y populares, lo que induce la producción de conocimiento como resultado de la democratización de la enseñanza y de la participación de la comunidad en la universidad (Serrano, 2013).

Al hacer extensión, estamos produciendo un conocimiento que busca viabilizar una relación transformadora entre la universidad y la sociedad y viceversa (Serrano, 2013). Ahí reside la importancia de proyectos que buscan proporcionar novedades para la comunidad, principalmente para los niños y jóvenes, que podrán despertar interés en desempeñar el papel de agentes transformadores en la sociedad (Gadotti, 2017). Además, las actividades de extensión pueden impactar la formación y la acción profesional de los estudiantes universitarios que pueden vivenciar sus teorías aprendidas en la academia (Fagundes, 2009). La extensión acerca al universitario a las demandas de la sociedad, fortaleciendo así su formación ciudadana; y para esos estudiantes, la extensión contribuye al reconocimiento y la aceptación del otro y de la diversidad (Gadotti, 2017).

Al pensar en un proyecto de extensión, se buscó acercar a los estudiantes de la educación básica a los temas relacionados a la botánica y a las matemáticas, temas que, por veces, son considerados como los "terrores" de los alumnos; se buscó también la vivencia de los futuros profesionales (graduandos) con formas diferentes de presentar tales temas, de manera más didáctica e interdisciplinaria. Asimismo, podemos ver, en el presente estudio, una relación transformadora tanto para los estudiantes y profesores (educación básica), que tuvieron contacto con esos contenidos de forma diferenciada, como para los docentes y discentes (universitarios) que construyeron una nueva manera de enseñar esos temas. Además, otro aspecto de gran destaque se refiere a todo intercambio de conocimientos, que fue vivenciado durante los días de exposición, por medio de diálogos y preguntas entre los estudiantes y los graduandos.

La dificultad de aprender y de enseñar botánica generalmente está asociada a su metodología de enseñanza y a sus particularidades, que generan un aprendizaje mecánico, requiriendo, por lo tanto, un abordaje diferenciado para volverse más atractivo. Esa metodología no flexible consiste en la presentación de conceptos y de particularidades relativas al uso de terminologías específicas, memorización de características de varios grupos vegetales, entre otros aspectos (Gomes, Lima & Oliveira, 2015).

Durante la ejecución del proyecto “La matemática de las plantas: la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento”, se utilizaron pocos nombres técnicos y científicos. La mayoría de las actividades desarrolladas involucraban asociaciones entre los temas y ejemplos del cotidiano, de forma que los estudiantes participantes conseguían relacionar los conceptos trabajados con sus conocimientos previos.

En ese sentido, cabe destacar, una vez más, que el uso de la ludicidad afecta directamente a la enseñanza y al aprendizaje de los estudiantes, favoreciendo el enraizamiento del conocimiento adquirido con los contenidos trabajados. Eso motiva la visualización, la participación y el desarrollo de diferentes habilidades, además de permitir al profesor ampliar su conocimiento sobre técnicas activas de enseñanza y desarrollar capacidades personales (Brasil, 2002).

Durante las actividades lúdicas, el uso de las transposiciones didácticas también fue importante para promover el aprendizaje significativo. Ese aprendizaje significativo fue trabajado en la práctica educativa por medio del ludismo, por medio de una planificación que haga efectiva su utilización aliada a la biología (Ferreira & Santos, 2019). Según los Parámetros Curriculares Nacionales (Brasil, 2002), el aprendizaje debe estar aliado a acciones que tornen la participación del alumno activa, para que él sea visto como un ser que piensa, experimenta, analiza y desarrolla el sentido crítico.

Ferreira y Santos (2019) afirman que el ludismo es una actividad universal que presenta algunas peculiaridades en el contexto social e histórico, pudiendo ser utilizado por el educador como instrumento para prevenir, diagnosticar, mediar e intervenir en el desarrollo integral del estudiante. El ludismo proporciona al estudiante un incentivo, en la medida en que es una alternativa para que él salga de la monotonía, profundizando la relación teórico-práctica; para los profesores, a su vez, es una alternativa para trabajar la interdisciplinariedad (Ferreira & Santos, 2019). A partir del uso de actividades lúdicas, diferentes metas pueden ser alcanzadas, siendo relacionadas con diferentes habilidades, tales como la cognición, el afecto, la socialización, la motivación y la creatividad, desarrolladas de forma divertida (Miranda, 2002).

Para que se tengan eficientes resultados con el uso del ludismo, se hace necesaria una participación activa de los sujetos (Coelho, Gonçalves & Abreu, 2015), y eso fue observado en todas las estaciones presentadas durante la ejecución del experimento que resultó en el presente artículo. Para trabajar la motivación de los estudiantes y traer significado a los contenidos durante el proyecto, se usaron plantas ornamentales bastante conocidas, a fin de mostrar ejemplos, que fueran más cercanos al cotidiano, y que fueran reconocidas por el nombre popular.

De acuerdo con Fialho (2007), los juegos didácticos o pedagógicos pueden ser un recurso facilitador en la enseñanza de esa ciencia, pues, además de promover la sociabilidad, trabajan la creatividad y proporcionan espíritu de “competencia” entre los alumnos. Sin embargo, para que se alcance total éxito en su aplicación, los juegos deben ser implementados como recursos complementarios a la enseñanza y no como una simple herramienta de aprendizaje (Freitas et al., 2011).

Además de actividades lúdicas a lo largo del desarrollo del proyecto, también se utilizaron algunos juegos para estimular el aprendizaje y despertar el interés de los estudiantes participantes. Una de las principales características de los juegos es su acción estimulante, que deriva de su demanda de concentración, creatividad y estrategia. En ese contexto, los

juegos pueden ser clasificados como educativos, puesto que son usados en el proceso de aprendizaje con desarrollo de habilidades cognitivas como resolución de problemas, percepción, creatividad y razonamiento lógico; didácticos, los que son usados en la escuela, con el fin de lograr objetivos específicos; y de entretenimiento, los que se utilizan solo para el entretenimiento, sin función pedagógica (Zanon, Guerreiro & Oliveira, 2008). Los juegos desarrollados en la experiencia que resultó en el presente artículo pueden ser clasificados como educativos, pues fueron aquellos en que se trabajaron, principalmente, la resolución de problemas, la percepción y el razonamiento lógico.

A medida que el juego estimula el interés del alumno y desarrolla diferentes niveles de experiencia social, con el descubrimiento de nuevas habilidades, pasa a tener funcionalidad pedagógica y el profesor asume la posición de conductor, estimulador y evaluador del aprendizaje (Zanon, Guerreiro & Oliveira, 2008). Para que ocurra este estímulo, el juego debe ser atractivo, agradable y fácil de entender, cómo se caracteriza por Falkembach (2006). Esa autora afirma que los juegos deben ser lúdicos y motivadores, para que el estudiante regrese varias veces a él; además, deben enseñar, divertir y estimular el aprendizaje de contenidos y habilidades por medio del entretenimiento. Ante esto, tal propuesta fue desarrollada en el proyecto de extensión "Matemáticas de las plantas", pues, a partir del ludismo, se incluyeron juegos para trabajar la interdisciplinariedad.

El proyecto también presentó la tarea de dar a conocer las plantas a los estudiantes participantes; con este fin, se usaron nombres populares de plantas ornamentales y se citaron ejemplos de donde podemos encontrarlas en el día a día. Salatino y Buckeridge (2016) enfatizan la necesidad de hacer que los estudiantes, educadores y la población en general vean las plantas, pues una sociedad que no conoce y no reconoce sus plantas puede traer consecuencias drásticas a los ecosistemas. Buckeridge (2015) cita que la falta de conocimiento sobre las plantas puede llevar a la gente a no preocuparse por el medio ambiente y, de esa forma, dejar de tomar en consideración la importancia de las plantas para la vida. Esto puede acarrear la pérdida de muchos seres vivos y la destrucción de bosques enteros. Otro ejemplo citado por el autor es que el no reconocimiento de las especies vegetales puede llevar a cambios significativos en la cadena de producción del país e influir directamente en la economía brasileña.

El principal método de hacer conocer las plantas a los estudiantes es por medio de metodologías que refuerzan su importancia en el día a día y en el medio ambiente. El primer paso es la valoración de los conocimientos previos y la disminución de la distancia entre los estudiantes y los contenidos trabajados. Según Freire (2013), cuando trabajamos los elementos como algo parado, estático, dividido, fragmentado y estandarizado, y cuando utilizamos ejemplos distantes de la realidad de los educandos, el proceso de construcción del conocimiento se torna difícil y no significativo.

El segundo paso, y el más importante, es trabajar los temas de botánica con interdisciplinariedad, o sea, asociada a las matemáticas, a la historia, a la geografía, a la lengua portuguesa, a la literatura, al medio ambiente, a la filosofía, a la economía etc. (Salatino & Buckeridge, 2016). La botánica está en todas partes. Las plantas forman parte fundamental de nuestra vida, de forma directa o indirecta, constituyen nuestras ropas, así como viviendas, muebles, medicinas, alimentación, entre otros ejemplos. De esa forma, trabajar la botánica teniendo en consideración esa multiplicidad es fundamental para la construcción del cono-

cimiento, y esta construcción puede ser desarrollada en diversos ambientes formales, no formales e informales (Faria, Jacobucci & Oliveira, 2011).

El proyecto “Matemáticas de las plantas” es un ejemplo de que la botánica, cuando se presenta de forma práctica, puede ser percibida en todo y debe ser estudiada de forma interdisciplinaria, a fin de que se convierta en un conocimiento significativo y relevante al estudiante. Incluso dentro de la matemática, la botánica puede ser asociada a contenidos más específicos, y esa asociación puede ser realizada en otras asignaturas, en las diversas modalidades de enseñanza y en los diferentes años, de la Educación Básica a la educación superior (Neris, 2013).

En la asignatura de portugués, por ejemplo, la botánica puede ser trabajada con la pieza teatral “Una lección de botánica” de Machado de Assis; en la química, con el cambio en la estructura de los átomos que forman los elementos, con la extracción de esencias y ceras, entre otras temáticas; y, en la historia, con los cambios sufridos en los ecosistemas desde el período de colonización de Brasil, y con los mitos indígenas sobre el origen de las plantas nativas medicinales. Además de estas materias, la botánica puede aliarse a otras disciplinas que, normalmente, causan cierta resistencia por parte de los educandos (Laws, 2010; Salatino & Buckeridge, 2016).

Por fin, la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento sobre botánica puede ser un factor fundamental en el alcance del Objetivo 4 (Educación de calidad) entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (ODS – Agenda 2030) y en el cumplimiento de la meta 4.7, que prevé que para 2030 “todos los alumnos y alumnas construyan conocimientos y habilidades necesarias para promover el desarrollo sostenible, incluso, entre otros, por medio de la educación para el desarrollo sostenible y estilos de vida sostenibles”. Al que todo indica, esa meta solo será alcanzada con una educación interdisciplinaria, con la botánica siendo trabajada de forma difusa, en todo y en todos los lugares.

Consideraciones finales

A partir del desarrollo de ese proyecto, fue posible observar la construcción y revisión de los conocimientos asociando botánica y matemática por medio de actividades lúdicas, transformando el proyecto “La matemática de las plantas: la interdisciplinariedad en la construcción del conocimiento” en acciones relajadas y estimulantes; trayendo liviandad para los temas presentados, de modo a posibilitar a los estudiantes el aprendizaje de forma lúdica. Por lo tanto, es posible discutir la importancia de las plantas y cómo se insertan en nuestra vida cotidiana.

Las actividades desarrolladas en el proyecto “La matemática de las plantas”, además de trabajar desde el ludismo para dinamizar y estimular a los estudiantes participantes, también han permitido a los profesores en formación conocer posibilidades para desarrollar las asignaturas y temas diferentes de forma interdisciplinaria. Asimismo, temas que a veces son estudiados de forma estática pueden ser vistos desde una nueva perspectiva, dinamizando el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir del ludismo y de la interdisciplinariedad.

Agradecimientos

A la Fundación de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo Científico y Tecnológico de Maranhão (FAPEMA), por la financiación del proyecto (Proceso SNCT-03563/17), y al Departamento de Biología, por el apoyo al desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- Almeida Jr., E. B.; Costa, L. B. S.; Pires, C. S.; Santos, S. C. C.; Valle, M. G. (2017). O Herbário MAR como espaço de integração de atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão. *Unisanta BioScience*, 6(5), 145-150.
- Amorim, G. S.; Pires, C. S.; Santos, C. R.; Nascimento, A. D.; Almeida Jr., E. B.; Valle, M. G. (2019). Herbários como espaços facilitadores para o processo de ensino e aprendizagem. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*, 11(1), 36-45.
- Brasil (2002). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação. <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>.
- Brasil (2018). Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília. <http://base-nacionalcomum.mec.gov.br/>.
- Buckeridge, M. (2015). Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. *Estudos Avançados*, 29, 85-101.
- Cabral, A. M. F. (2002). Relatório de atividades do sof/Etapp cível. Laboratório de Serviço Social. Belém: UNAMA.
- Castelo-Branco, A. L.; Viana, I. B.; Rigolon, R. G. (2011). A utilização do jogo 'Perfil Botânico' como estratégia para o Ensino de Botânica. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Campinas.
- Coelho, A. R. R. A.; Gonçalves, M. N. M.; Abreu, M. C. (2015). Jogo das Angiospermas: uma proposta no ensino de Botânica. *Revista Digital*, <https://efdeportes.com/efd202/jogo-das-angiospermas-uma-proposta-de-botanica.htm>.
- Fagundes, J. A.; Gonzalez, C. E. F. (2006). Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio. <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1675-8.pdf>.
- Fagundes, M. C. V. (2009). Universidade e projeto político-pedagógico: diálogos possíveis fomentando formações emancipatórias. Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade do Vale do Rio dos Sinos.
- Falkembach, G. A. M. (2006). O lúdico e os jogos educacionais. Mídias na Educação. In: CINTED - Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS. http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf.

Faria, R. L.; Jacobucci, D. F. C.; Oliveira, R. C. (2011). Possibilidades de ensino de botânica em um espaço não-formal de educação na percepção de professoras de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13 (1), 87-104.

Fazenda, I. C. A. (2011). *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro*. 6. ed. São Paulo: Edições Loyola.

Ferreira, A. A. S. N.; Santos, C. B. (2019) A Ludicidade no Ensino da Biologia. *Revista de Psicologia*, 13(45), 847-861.

Ferreira, M. N. A.; Xavier, A. R.; Andrade, W. M.; Santos, M. J. C. (2022). Interdisciplinaridade e processos de ensino e aprendizagem: experiências formativas de docentes que lecionam matemática. *Concilium*, 22(1), 328-340.

Fialho, N. N. (2007). Jogos no ensino de química e biologia. In: Congresso nacional de educação – Curitiba: IBPEX.

Freire, P. (2013). *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Freitas, D.; Menten, M. L. M.; Souza, M. H. A. O.; Lima, M. I. S.; Buosi, M. E.; Loffredo, A. M.; Weigert, C. (2012). *Uma abordagem interdisciplinar da Botânica no Ensino Médio*. 1ed. São Paulo: Moderna.

Freitas, R. D. L.; Furlan, A. L. D.; Kunze, J. C.; Maciel, M. M.; Santos, A. D.; Costa, R. D. (2011). Uso de jogos como ferramenta didática no ensino de botânica. In: Congresso Nacional De Educação Curitiba, p. 12809- 12815.

Gadotti, M. (2017). Extensão universitária: para quê. Instituto Paulo Freire, v. 15. https://www.paulofreire.org/images/pdfs/Extens%C3%A3o_Universit%C3%A1ria_-_Moacir_Gadotti_fevereiro_2017.pdf.

Gomes, J. A. C.; Lima, A. K. M.; Oliveira, F. C. S. (2015). Dominó vegetal: uma atividade lúdica como recurso auxiliar para o ensino de botânica. In: Congresso Nacional de Educação (CONEDU). Campina Grande-PB. Anais II CONEDU, v. 1, p. 1-6.

Lago, W. L. A.; Araújo, J. M.; Silva, L. B. (2015). Interdisciplinaridade e ensino de ciências: perspectivas e aspirações atuais do ensino. *Saberes*, 1(11), 52-63.

Lazaroto, A. A.; Reisdoefer, D. N. (2022). Um mapeamento teórico de relatos de experiências que abordaram a investigação matemática. *Contraponto: Discussões científicas e pedagógicas em Ciências, Matemática e Educação*, 3(3), 40-53.

Laws, B. (2010). *Fifty plants that changed the course of history*. Buffalo: Firefly Books Ltd.

Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. *Diário Oficial da União, Brasília*, 23 de dezembro de 1996. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm.

Martinez, E. R. M.; Fujihara, R. T.; Martins, C. (2008). Show da Genética: um jogo interativo para o ensino de Genética. *Genética na Escola*, 3(2), 24-27.

Menezes, L. C.; Souza, V. C.; Nicomedes, M. P.; Silva, N. A.; Quirino, M. R.; Oliveira, A. G.; Ronelli,

R.; Andrade, D.; Santos, B. A. C. (2008). Iniciativas para o aprendizado de botânica no ensino médio. XI Encontro de Iniciação à Docência da UFPB-PRG.

Miranda, S. (2002). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas Críticas*, 8(14), 21–34.

Neris, D. (2013). A importância das aulas práticas no ensino de botânica. <http://biopedagogia.webnode.com.br/news/a-import%C3%A2ncia-de-aulas-praticas--no-ensino-de-bot%C3%A2nica>.

Nunes, A. L. D. P. F.; Silva, M. B. C. (2011). A extensão universitária no ensino superior e a sociedade. *Mal-Estar e Sociedade*, 4(7), 119-133.

ODS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – Agenda 2030. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=4>

Oliveira, R. E. D.; Figueiredo, R. A. D.; Makishi, F.; Sais, A. C.; Olival, A. D. A.; Alcântara, L. C. S.; Morais, J. P. G. D.; Veiga, J. P. C. (2021). A interdisciplinaridade na prática acadêmica universitária: conquistas e desafios a partir de um projeto de pesquisa-ação. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 26, 377-400.

Peixoto, A. L.; Barbosa, M. R. V.; Menezes, M.; Maia, L. C. (2006). Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia.

Reinhold, A. R. C.; Girardi, A. L.; Weber, E.; Farezim, J. S.; Fontana, E. A.; Güllich, R. I. C. (2006). O ensino de Botânica e suas práticas em xeque. In: *Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC - Florianópolis*, SC. http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/JNIC/RESUMOS/resumo_3646.html.

Rohr, T. C. S. (2014) *Práticas Interdisciplinares no Ensino da Matemática*. Fórum internacional de pedagogia. Santa Maria/RS – Brasil.

Salatino, A.; Buckeridge, M. (2016). Mas de que te serve saber botânica? *Estudos avançados*, 30(87), 177-196.

Serrano, R. M. S. M. (2013). Conceitos de extensão universitária: um diálogo com Paulo Freire. *Grupo de Pesquisa em Extensão Popular*, 13(8), 01-15.

Silva, O. D. (1997). O que é extensão universitária. *Integração: ensino, pesquisa e extensão*, 3(9), 148-149.

Thiesen, J. D. S. (2008). A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. *Revista brasileira de educação*, 13, 545-554.

Tosta, R. M.; Calazans, D. L.; Santi, G. S.; Tumulo, I. B.; Brochado, K.; Faggian, L. F.; Faria, L. C.; Muller, M. L.; Cecchini, M. V. G.; Ishida, R. M. M.; Fonseca, R. F.; Sanz, S. D.; Vieira, T. C. H.; Palazzin, V. (2006). Programa de Educação Tutorial (PET): uma alternativa para a melhoria da graduação. *Psicologia Latino América*, 8, 0-0.

Wandersee, J. H.; Schussler, E. E. (2002). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science*

Bulletin, 47, 2-9.

Zanon, D. A. V.; Guerreiro, M. A. S.; Oliveira, R. C. (2008). Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição*, 13, 72-81.

FECHA DE ENVÍO: 28/10/2021

FECHA DE ACEPTACIÓN: 09/02/2022