



El juego didáctico como estrategia indagatoria para el abordaje histórico de la Física con el profesorado de Ciencias Naturales

Romero-Navarro Xiomara^a, Castillo-Rodríguez Kenneth^b

^a Educadora colaboradora del Programa de Capacitación Permanente en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica

^b Coordinador Programa de Capacitación Permanente en Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad Estatal a Distancia (UNED), Costa Rica

ARTICLE INFO

Received: 12 enero 2021

Accepted: 17 abril 2021

Available on-line: 31 mayo 2021

Keywords: Educational Game, History of Physics, Inquiri Based-Learning

Palabras claves: Juego didáctico, Historia de la Física, Aprendizaje por Indagación

E-mail addresses:

xromero@uned.ac.cr

kcastillo@uned.ac.cr

ISSN 2007-9847

© 2021 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

Teachers in Natural Sciences Teaching have to be increasingly dynamic, creative and innovative, a facilitator with the ability to get the learning community interested in science and the laws that govern it as part of their daily lives. A didactic workshop was designed in order to create a didactic game that allows the history of physics to be addressed in Costa Rican secondary education classrooms, in an attractive, fun and simple way. This workshop was applied to natural science teachers in four different areas of the country: San José (21), Alajuela (6), Turrialba (6) and San Isidro del General (5) for a total of 38 participants. It was developed through a planning of four stages in which they are integrated: a) a theoretical review that bases the investigation and didactics as elements of the work of the physics teacher in the classroom, b) a practical activity called "Crystals of developed physics through the investigative methodology, c) a social activity called: "Generation of ideas" from the didactic workshop and d) an evaluation of all the didactic activity. In general terms, it can be indicated that the didactic game "Crystals of Physics" constitutes a viable tool for classroom work, which from a playful approach, allows the development of a comprehensive and constructivist teaching-learning process for adolescents, as well as strengthening the educational management of teachers in Natural Sciences Teaching, in times of great changes in the Costa Rican educational process.

El profesorado en Enseñanza de las Ciencias Naturales tiene que ser cada vez más dinámico, creativo e innovador, un facilitador con la capacidad de lograr que la comunidad aprendiente se interese por la ciencia y las leyes que le rigen como parte de su cotidianidad. Se diseñó un taller didáctico con la finalidad de crear un juego didáctico, que permita el abordaje de la historia de la física en las aulas de la educación secundaria costarricense, de una manera atractiva, divertida y sencilla. Este taller se aplicó a profesores de ciencias naturales en cuatro zonas diferentes del país: San José (21), Alajuela (6), Turrialba (6) y San Isidro del General (5) para un total de 38 participantes. Se desarrolló mediante una planificación de cuatro etapas en las que se integran: a) un repaso teórico que fundamenta la indagación y la didáctica como elementos del quehacer del profesado de física en el aula, b) una actividad práctica llamada "Cristales de la física desarrollada a través de la metodología indagatoria, c) una actividad social denominada: "Generación de ideas" a partir del taller didáctico y d) una evaluación de toda la actividad didáctica. En términos generales se puede indicar que el juego didáctico "Cristales de a física" constituye una herramienta viable para la labor de aula, que desde un enfoque lúdico, permite el desarrollo de un proceso de enseñanza - aprendizaje integral y constructivista del adolescente, así como el fortalecimiento de la gestión educativa del profesorado en Enseñanza de las Ciencias Naturales, en tiempos de grandes cambios del proceso educativo costarricense.

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad el sistema educativo costarricense atraviesa un proceso de transformación de su currículo académico, con una visualización hacia cambios positivos en la gestión educativa, la comunidad docente del país desea que el nuevo abordaje de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación primaria y secundaria, promuevan el establecimiento de una educación como la que el país ha añorado por décadas, una educación que promueva una sociedad con mayor sentido de pertenencia, que cada ciudadano sea un agente de cambio para su familia y su comunidad; tal y como lo menciona Antonieta Kuz en su libro *Aprender a Enseñar*, que la educación sea “un proceso transformador que permita generar en los alumnos un andamiaje de habilidades valores y conocimientos” (Kuz, 2019, p.13). Dentro de este cambio de la educación costarricense, la nueva política educativa y los programas nacionales para la enseñanza de la educación científica, establecen la indagación como una nueva estrategia metodológica para la guía de los procesos enseñanza y aprendizaje, la cual está basada en los principios pedagógicos del socio-constructivismo que permiten visualizar el aprendizaje como un proceso continuo y progresivo, donde se valora las experiencias, habilidades y contexto de cada individuo. Así lo establece el Ministerio de Educación Pública (MEP), cuando menciona que todo proceso educativo es un acto social en constante evolución, el cual considera los sentimientos y los conocimientos previos de la comunidad educativa (MEP 2017, p.17).

Como un aporte hacia esa transformación del sistema educativo nacional, desde la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN) de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), a través del Programa de Capacitación Permanente en Didáctica de las Ciencias Experimentales (PROCDICE), se ha venido trabajando acciones para la actualización y capacitación al profesorado de la enseñanza de las ciencias naturales del país, especialmente a egresados y estudiantes activos de la UNED (Piedra, Vargas & Castillo, 2016; Castillo-Rodríguez & Villalobos, 2017; Castillo-Rodríguez & Arguedas-Matarrita, 2020), los cuales en su mayoría son parte del cuerpo docente del MEP que están asumiendo el reto y la responsabilidad de mediar con propiedad los procesos de enseñanza y aprendizaje en la actualidad del país.

La realización de los talleres didácticos en el área de enseñanza de la física brindados de parte del PROCDICE (Castillo-Rodríguez & Arguedas-Matarrita, 2020) vienen a ser un apoyo a esa gestión educativa del cuerpo docente, así como al fortalecimiento de los procesos en educación permanente y actualización en herramientas didáctica, enfocadas desde la extensión universitaria. UNED Al respecto Espinoza-Ríos (2016) plantea que es fundamental entender la mediación didáctica como una posición humanizante y positiva, de manera que potencialice la relación del individuo con su entorno (p.94). De aquí que en la enseñanza de la física, la didáctica juega un papel esencial, porque indica los métodos para que el profesorado realice una labor de calidad en el aula, que promueva en la persona estudiante la construcción y apropiación del conocimiento; y por ende la comprensión de los fenómenos físicos. Para (Camargo *et al*, 2004), la capacitación permanente del docente “*debe entenderse como un proceso de actualización que le posibilita realizar su práctica pedagógica y profesional de una manera significativa, pertinente y adecuada a los contextos sociales en se inscribe y a las poblaciones que atiende*”(p.81). Así entonces los procesos de formación continua o las capacitaciones sobre estrategias didácticas para la mediación del proceso de enseñanza aprendizaje en las áreas científicas, potencian habilidades en la persona docente, le actualiza y le insta a generar nuevas estrategias cada vez más innovadoras para apoyar la gestión en el aula. Esto permite concebir a la persona docente como un profesional idóneo para reconstruir el

cocimiento pedagógico (Camargo *et al*, 2004, p.81).

De esta forma el principal fin del taller “Cristales de la física” fue brindar a la persona docente una herramienta didáctica sencilla, práctica y fácil de implementar en el aula. Un juego de mesa que inste a la persona estudiante de secundaria a indagar, leer y reconocer el tiempo y espacio de cada uno de los científicos y sus aportes desde la física, como sus descubrimientos fueron el punto de partida para que nuevas investigaciones pudieran establecer sus bases científicas.

Se desea que a través del juego didáctico la persona docente guie un proceso pedagógico de calidad, orientado a que la persona estudiante reconozca la posición científica y humana de cada uno de los exponentes históricos de la física, durante épocas donde existió gran controversia social y política para el desarrollo de la ciencia y que a pesar de grandes limitaciones, existieron personas que gracias a su curiosidad y entrega, promovieron un desarrollo cognoscitivo de la humanidad, logrando así grandes avances en el pensamiento científico y tecnológico que ha llevado al ser humano a alcanzar una mejor calidad de vida y desarrollo (De Lemos, 2018).

I. 1. Educación Científica Basada en la Indagación

La finalidad última de la educación es formar seres humanos con la capacidad de adaptarse a los grandes cambios que la globalización plantean en las sociedades actuales (Avilés, 2011, p.134). Es por esta razón que la educación científica costarricense ha venido modificando su enfoque paulatinamente desde hace algunos años, esto con el objetivo de promover a través de la enseñanza de las ciencias naturales, la formación de ciudadanos con nuevas habilidades, que a futuro ayude a enfrentar los nuevos retos que el mundo plantea, tal como lo menciona el Ministerio de Educación Pública en el Programa Nacional de Física: “Los desafíos socioeconómicos, ambientales y culturales actuales, demandan la construcción de una nueva ciudadanía fundamentada en la dignidad del ser humano, la solidaridad y el reconocimiento de la diversidad pluricultural y multiétnica de nuestro país” (MEP, 2017, p.5).

Esto significa la implementación de un proceso de “enseñanza de las ciencias que no se centre solamente en el aprendizaje de conceptos, sino que contribuya al desarrollo de competencias relacionadas con el modo de hacer y pensar de la ciencia” (SEA, 2017, p.2). Es decir una educación científica que integre dentro de su currículo una metodología investigativa que potencie habilidades o competencias, que promuevan en la comunidad aprendiente el desarrollo de un ser humano con pensamiento crítico, capaz de valorar reflexiva y razonadamente las diferentes dificultades que se presenten.

Desde el marco conceptual de la *Smithsonian Science Education Center* en una entrevista la Dra. Robyn M. Gillies explica que la educación basada en la indagación “adopta un enfoque de investigación para la enseñanza y el aprendizaje donde los estudiantes tienen la oportunidad de investigar un problema, buscar posibles soluciones, hacer observaciones, hacer preguntas, probar ideas y pensar creativamente y usar su intuición” (Gillies, 2020, párr.3). Desde este enfoque el proceso de enseñanza y aprendizaje está orientado a la participación activa del aprendiente, a que explore sus ideas, utilice sus conocimientos previos y los lleve a la práctica.

Otros investigadores apoyan esta concepción al plantear que la indagación contribuye en la comprensión de la naturaleza de la ciencia y el aprendizaje de los conceptos científicos mediante prácticas como formulación de problemas,

diseño de investigaciones, interpretación de datos, desarrollo de modelos, explicaciones, argumentación y comunicación (Crawford, 2014; Windschitl, Tompson & Braaten, 2008, ambos citados por Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal, 2019). En este sentido la indagación también promueve habilidades en el profesorado, ya que reta al educador a reinventarse en su quehacer de aula, a buscar estrategias pedagógicas que permitan la implementación de situaciones problemáticas que obliguen a la comunidad aprendiente contrastar sus resultados con la evidencia teórica y generar nuevas ideas.

Actualmente la educación científica basada en la indagación que se desarrolla en la educación secundaria del país, está fundamentada en principios filosóficos, como el humanismo, el constructivismo y el racionalismo, connotados por los investigadores de Piaget, Bruner, Vigostky, Wallon y Freire, dentro de los cuales se considera la formación integral de la persona, su autorregulación, la interacción del estudiantado con distintas áreas del quehacer científico y la actividad propositiva de la persona estudiante hacia la búsqueda del conocimiento (MEP, 2017, p.16), con el principal objetivo de promover en la comunidad aprendiente el desarrollo de habilidades para una nueva ciudadanía, que le permitan realizar distintas acciones en una diversidad de situaciones y ambientes desafiantes, respetando las particularidades que hacen a cada ser humano único y valioso en este mundo. (MEP, 2017, p.17).

Esto conlleva a que la alfabetización científica a través de la indagación sea un agente de gran relevancia en el proceso educativo, porque favorece el desarrollo de competencias para la comunicación y la reflexión crítica, elementos que va a promover en la persona estudiante la capacidad de resolver y atender distintas situaciones usando la ciencia y la tecnología con sentido de pertenencia y responsabilidad, en función de su desarrollo personal y comunitario. En concordancia a lo anterior Macedo (2016) en el I Foro Abierto de Ciencias Latino América y el Caribe, menciona que: *“La formación científica es hoy, en opinión de especialistas y expertos, una exigencia urgente, que ya ha puesto en evidencia su papel estratégico en el desarrollo de las personas y de los pueblos”* (p.6). Responsabilidad que recae principalmente en la persona docente, como agente principal para guiar y orientar los procesos educativos.

Por ello es fundamental que la persona docente participe en espacios académicos, donde se compartan ideas con colegas y se actualice en las nuevas tendencias educativas, principalmente en la diferenciación de términos como investigación e investigación científica que desde la opinión de la Dra. Robyn M. Gillies, en la *Smithsonian Science Education*, son distintos, algunos docentes piensan que al estar guiando una investigación en el aula o demostrando como hacerlo están investigando, sin embargo esto no es así, la investigación científica *“requiere que los maestros puedan despertar el interés de los estudiantes en un tema y luego brindarles oportunidades para llevar a cabo la investigación por sí mismos o preferiblemente en colaboración con otros”* (Gillies, 2020, párr.7). Además, la persona docente debe tener presente que de acuerdo con la indagación su función en este proceso es estar presente como guía y mediador para contestar las preguntas y provocar otras más, que orienten a la persona estudiante a comprender los términos e indagar más profundamente otros.

I.2. Didáctica para la enseñanza del aporte histórico de la física

La didáctica posee un cuerpo teórico muy importante, que dice cómo interactúan los componentes educativos en el aula (Picado, 2001, p. 105). Dentro de la educación científica ésta se encarga de la mediación del proceso de enseñanza y aprendizaje de aquellos contenidos científicos que son desarrollados en el ámbito académico, así como lo mencionan

Brincones y Campanario (2011, p. 2) la didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales “*tiene como objeto el estudio, análisis y explicación de los procesos formales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias que se dan en el marco institucional académico*” en la misma línea autores como Caamaño, Ametller, Cañal de León, Couso, Pro Bueno, Gallástegui, Jiménez, Justí, Pintó y Sanmartí (2011) aluden que la didáctica de las ciencias se ocupa de aspectos relacionados a qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar sobre ciencias, y a la vez cómo orientar e implementar la formación del profesorado de enseñanza de las ciencias exactas y naturales.

La enseñanza de las ciencias no es una tarea sencilla, en la actualidad se trabaja en dejar atrás la enseñanza tradicional como transmisora de información, para enfocar el aprendizaje de la ciencia como un “proceso continuo de construcción, reconstrucción, organización y reorganización de ideas y experiencias” (Tacca, 2011, p.143), pero para lograr esto se necesita de un profesorado comprometido consigo mismo y con la educación per se, que integre dentro de su quehacer la didáctica de una manera dinámica y con conlleve la construcción del aprendizaje.

La enseñanza de la física dentro de la educación secundaria integra dos elementos importantes, la historia y el componente matemático, por lo que en general la docencia se concentra en el abordaje de los contenidos y cálculos matemáticos y deja de lado los aspectos históricos o el aporte científico, elementos que en el pasado fundaron las leyes que hoy explican los fenómenos físicos y naturales que ocurren en el mundo.

Enseñar física no es una tarea sencilla, significa poder lograr que el estudiantado comprenda los procesos físicos que ocurren en la naturaleza, pero llegar a esta comprensión va más allá de enseñar los conceptos solamente. Es necesario que el profesorado investigue sobre procesos didácticos que respondan a nuevos objetivos de enseñanza, es decir, enseñar la interpretación de fenómenos más allá de enseñar verdades existentes, Sanmartí. (2002), citado por Castiblanco y Nardi (2013, p.51).

En esta línea se plantea que el conocimiento de ciencias exactas debe ser comprendido con la historia, la epistemología y el contexto de surgimiento (Castiblanco, & Nardi, 2013, p.51). La necesidad de tomar en cuenta la historia y la epistemología dentro de la enseñanza de las ciencias, tiene la finalidad de propiciar la reconstrucción de los conocimientos que se irán a trabajar en el aula (Castiblanco & Nardi, 2013, p.51). En la actualidad la ciencia y la tecnología son los valores más apreciados para las sociedades, su utilidad y aporte al progreso le brinda permanencia en todos los contextos mundiales. Es decir, el estudio de la ciencia es por si sola la actividad que caracteriza al ser humano y le distingue de otros seres vivos “*por consiguiente merecedora de que se estudie su historia, la evolución de sus ideas, experimentos, teorías, científicos, instituciones y repercusiones*” (Sánchez, 1987, 182).

Las nuevas propuestas donde la educación debe ser orientada no solo a la formación academicista, sino a la humanista, la persona docente en física debe voltear su mirada hacia actividades de exploración que tomen en cuenta los pensamientos previos de la persona estudiante, que les provoque interés y curiosidad por lo que están haciendo. Como lo menciona Tacca (2011, p.142) es decir, que el estudiante construya poco a poco su propio conocimiento a partir de sus experiencias de vida. Una tarea que necesita de un profesorado comprometido consigo mismo y con la educación per se. Por lo tanto, es fundamental que el profesorado de ciencias actual deje atrás paradigmas tradicionalistas como el pensar que el solo la exploración y realizar algunas actividades prácticas son suficientes para la asimilación de la información científica. Para Tacca (2011) esto no es en realidad así, “la obtención de esta información solamente indica cómo es la

naturaleza, más no cómo funciona, ya que el conocimiento científico involucra una serie de teorías y procesos con los cuales se puede llegar a muchas interpretaciones de la naturaleza” (p.142), significa que la enseñanza de la ciencias debe ser desarrollada con un sentido de pertenencia, con ideas claras y con apretura de parte de la persona docente para guiar el proceso educativo hacia la formulación de respuestas oportunas, fundamentadas en las leyes teóricas, la historia de la ciencia y su representación en el contexto actual del planeta.

II. METODOLOGÍA

El taller “Cristales de la física” corresponde a una actividad elaborado bajo la habilidad pensamiento sistémico, esto desacuerdo con el plan de estudios de física del MEP (MEP, 2017, p. 42). El cual consiste en un juego de mesa con el que los docentes pueden mediar en el aula la temática: Histórica de la Física. De manera que los estudiantes exploren y estudien la historia de la física a través de un juego sencillo, divertido y económico.

Así también la sencillez de su diseño y fácil elaboración, permite que la estrategia sea utilizada por el profesorado en la implementación del recurso para el abordaje de otros temas. Por esta razón el presente taller fue dirigido a egresados y estudiantes activos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), como aporte a su actualización profesional (Ver figuras 3).

“Cristales de la física” fue aplicado en: a) el Simposio Costarricense de Enseñanza de las Ciencias Biología, Física y Química, realizado en San José en enero del 2019, b) en julio 2019 en el Centro Universitario de Turrialba, c) noviembre 2019 en el Centro Universitario de Alajuela y d) en noviembre en el Centro Universitario de San Isidro de Pérez Zeledón. El taller “Cristales de la física” tuvo una duración aproximada de 6 horas.

II. 1. Características de la población participante del taller: “Cristales de la física”

El presente taller se realizó orientado a brindar apoyo a egresados y funcionarios docentes del Ministerio de Educación Pública del área de Enseñanza de la Ciencias Exactas y Naturales.

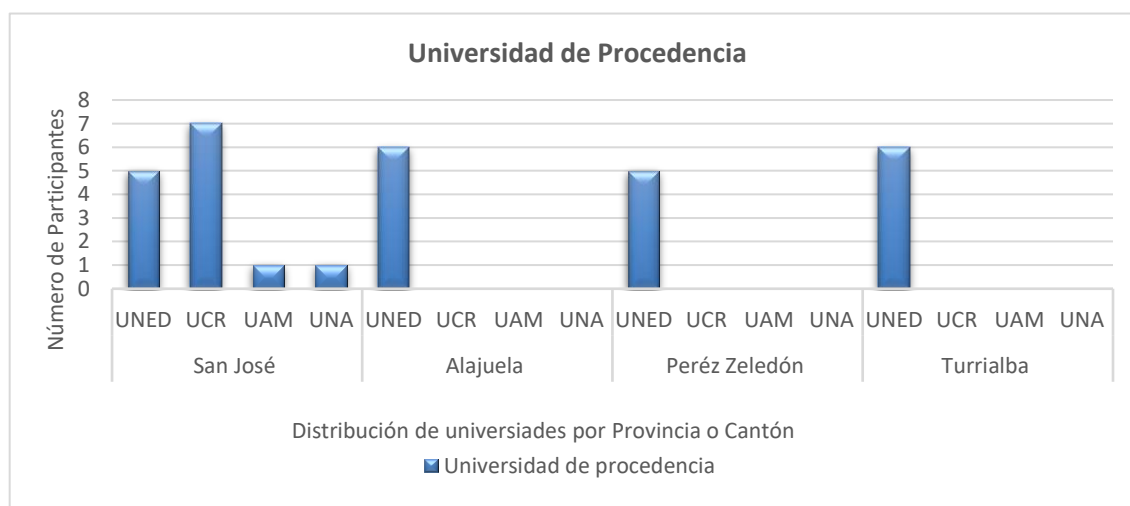


FIGURA 1. Universidades de procedencia de los participantes en: San José, Turrialba, Alajuela y San Isidro.

La población participante del taller corresponde a docentes egresados de la Universidad Estatal a Distancia, la Universidad Nacional y Universidad de Costa Rica, instituciones públicas estatales de Costa Rica y Universidad Americana, centro educativo privado. En su mayoría son miembros activos del Ministerio de Educación Pública y estudiantes activos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales de la UNED (ver figura 1). Participaron un total de 38 educadores (21 en el Centro Universitario de San José, 6 en Turrialba y Alajuela respectivamente y 5 en San Isidro), de los cuales 13 fueron varones y 25 fueron mujeres (ver figura 2). En su mayoría los participantes cuentan nivel académico superior al bachillerato y/o continúan con sus estudios superiores.

El taller didáctico “Cristales de la física” consta de cuatro partes principales: la primera parte consiste en una parte teórica del taller didáctico, en la cual se brinda una explicación de los conceptos y procesos de la indagación como metodología para el abordaje de la historia de la Física. La segunda parte denominada “Cristales de la física” corresponde a la aplicación de las cuatro fases de la metodología por indagación en el abordaje de la temática histórica de la Física, una tercera parte llamada “Generación de ideas” a partir del taller didáctico en la que se promueve la generación de una idea producto del taller y la última parte, la cual corresponde a la evaluación general del taller didáctico. A continuación, se comenta cada parte del taller brindado.

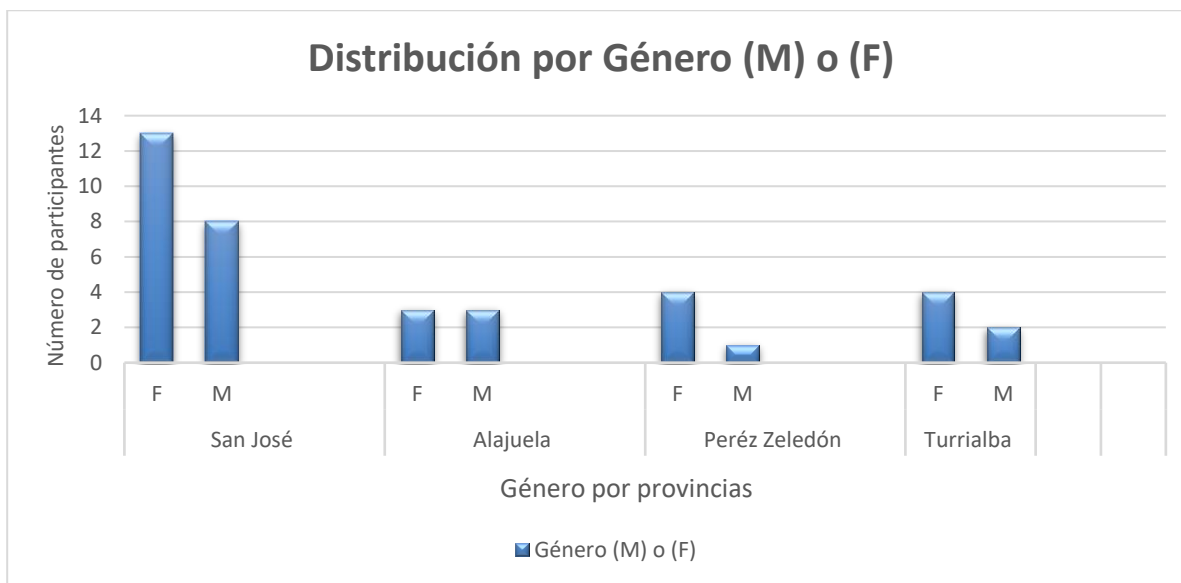


FIGURA 2. Distribución de género de los participantes en: San José, Turrialba, Alajuela y San Isidro de Pérez Zeledón.

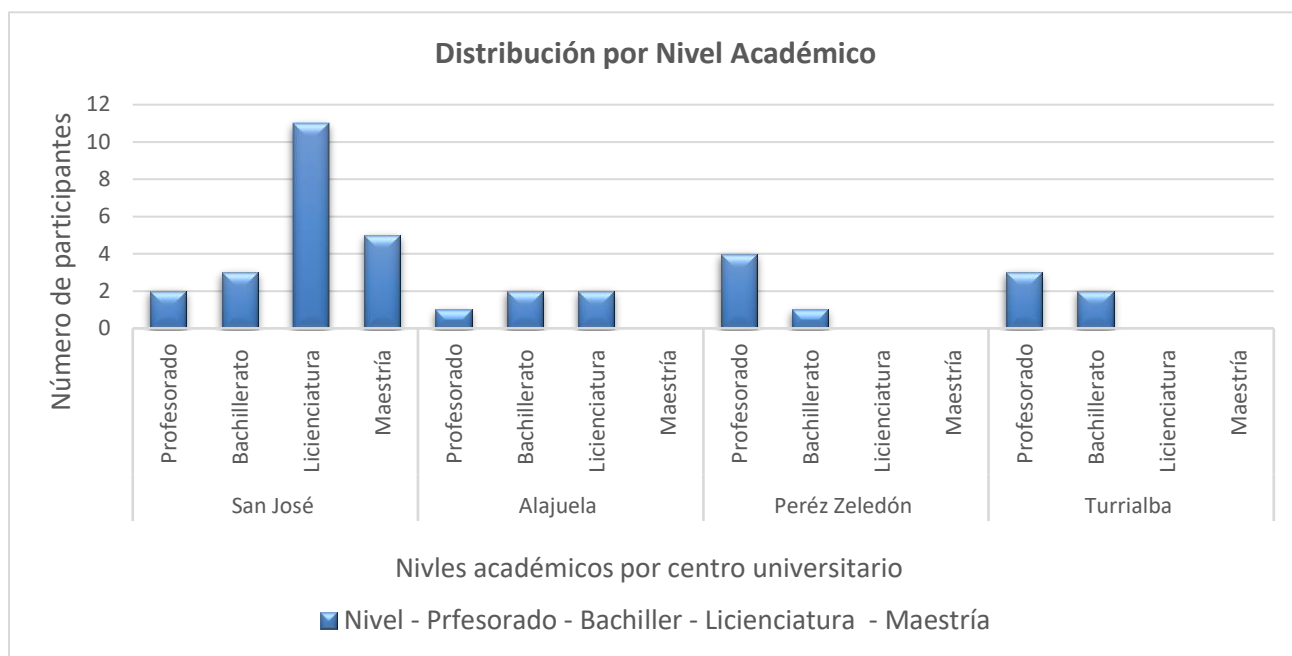


FIGURA 3. Nivel académico de los participantes en: San José, Turrialba, Alajuela y San Isidro de Pérez Zeledón.

II .2. Parte teórica del taller didáctico

Para la exposición se desarrolló una presentación en Power Point® donde se describen los conceptos que fundamentan las fases de la indagación como una metodología de aprendizaje para el desarrollo de temáticas científica en la educación secundaria, así como un ejemplo de cómo diseñar cada una de las fases para el abordaje del tema la “historia de la física”. La indagación responde a un proceso de enseñanza y aprendizaje centrado en el alumno en la cual el estudiantado busca soluciones a una situación problema, promoviendo en este el interés y la curiosidad para llegar a soluciones razonables, permitiendo el desarrollo un pensamiento más crítico y un aprendizaje significativo (Castillo-Rodríguez & Arguedas-Matarrita, 2020). Al respecto los autores Uzcátegui y Betancourt (2013, p. 117 - 118) plantean que la indagación debe ser desarrollada en las siguientes cuatro fases a saber:

- La focalización:** consiste en la primera etapa y en ella se propicia el interés y la motivación del estudiantado a través preguntas bien diseñadas que comprendan situaciones problemáticas diseñadas según el contexto del alumnado.
- La fase de exploración o experimentación:** es la fase en la que el estudiante explora e investiga basados en el criterio de sus ideas para la búsqueda de resultados. En esta etapa el docente simplemente guía y brinda acompañamiento, permitiendo la argumentación, el razonamiento y confrontación de los puntos de vista del estudiantado.
- En la tercera de las fases denominada contrastación o reflexión:** el estudiantado confronta sus resultados con los datos reales o teóricos, formulando sus propias conclusiones, dentro de esta fase el docente debe estar atento a mediar el proceso para que el estudiantado reflexiones y analice detalladamente sus conclusiones.

- d) **La última fase de evaluación:** corresponde a la confirmación del aprendizaje, es en esta cuando el estudiantado es capaz de extrapolar el aprendizaje a eventos cotidianos, generando pequeñas investigaciones o extensiones del trabajo experimental.

II. 3. Parte Cristales de la Física

A partir de lo anterior se presenta un ejemplo de cómo elaborar cada una de las fases, para el abordaje de la temática: “Historia de la Física”, resaltando que su implementación no obedece de una forma secuencial, si no al contexto, temática y recursos con los que dispone la persona docente en el aula, además de la importancia de cada una de estas fases para la construcción de un conocimiento significativo. Así la metodología utilizada en el taller “Cristales de la física” se basa en los cuatro principios de la indagación:

II. 3.1. Focalización:

En esta primera fase se realizan grupos y se da un acercamiento al tema, para cual se muestran a los participantes dos imágenes, acompañadas de dos preguntas. En la primera se representan los mejores científicos de la historia de la ciencia y se le consulta a los participantes ¿A cuántos premios Nobel de física reconoce? (ver figura 4) de esta manera se atrae la atención de los participantes propiciando el interés y la curiosidad.

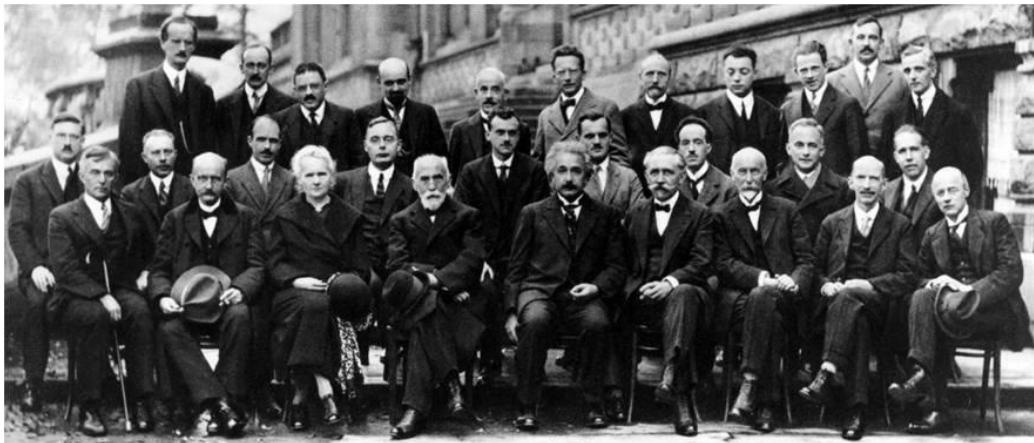


FIGURA 4. Mejores Científicos de la Historia. Tomado de:

<https://www.educandoenigualdad.com/wp-content/uploads/2017/02/fotociencificos.jpg>

II. 3.2. Exploración o experimentación:

Como segunda fase de la indagación se organiza el grupo en subgrupos, se le facilita a cada grupo un juego de mesa “Cristales de la Física”, el cual contiene ocho parejas de cartas, una con la imagen un científico y otra con un reseña de su aporte a la física incluyendo un lector de QR mediante el cual los estudiantes pueden acceder a la biografía del personaje histórico, después de hacer las parejas correspondientes (científico – aporte), de manera que los participantes van completando una línea de tiempo, que comprende desde la Física antigua, la Física de la edad media, la Física moderna y

la Física contemporánea. Además, se incluye una cronología diseñada a través de códigos QR, con un dodecaedro con los períodos temporales mediante la cual los participantes van lanzando por turno el dodecaedro y con el uso de su celular puede realizar una exploración en distintos momentos históricos (ver figura 5 y 6).

En esta fase de la metodología el profesorado es un guía, un orientador y un facilitador responde consultas, promueve el razonamiento y compara ideas entre los participantes.

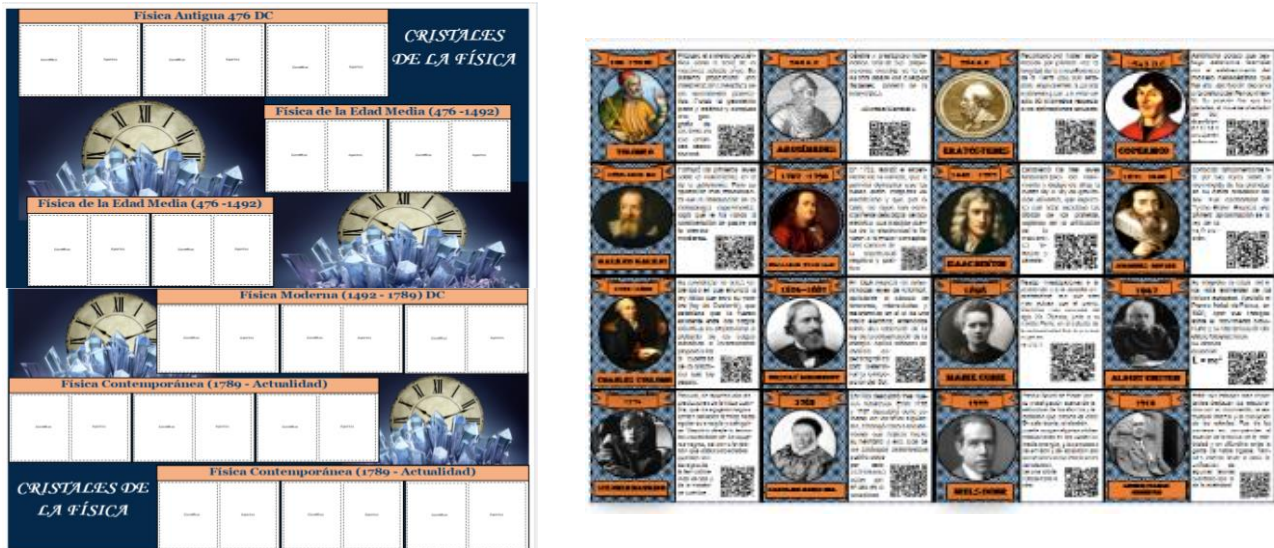


FIGURA 5. Estrategia de juego de mesa dinámico “Cristales de la Física”. Elaboración propia.

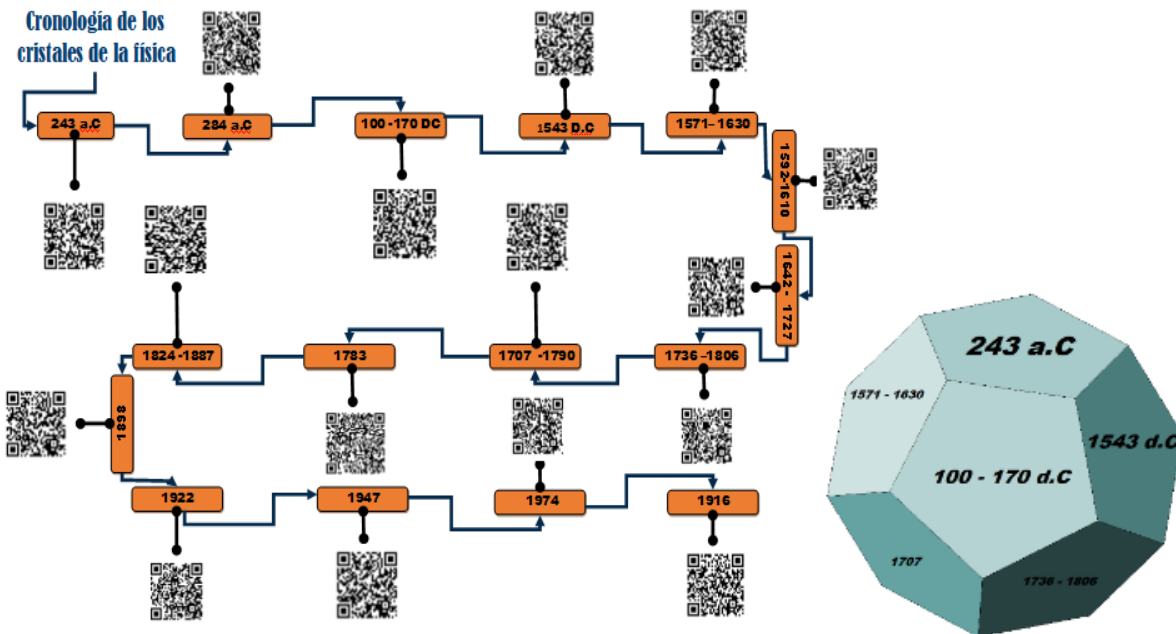


FIGURA 6. Cronología “Cristales de la Física”. Elaboración propia.

II. 3.3. Contrastación o reflexión:

Como tercera fase de la indagación, después de que los participantes han explorado, de manera conjunta y haciendo uso de la información en los lectores QR se revisa la línea de tiempo y se discute por qué la ubicación de cada uno de los científicos en este tiempo y espacio, así como los aportes de los mismos y el beneficio **aportado a la ciencia actual**.

II. 3.4. Evaluación:

Como forma de confirmar un aprendizaje en los participantes y observar su capacidad de extrapolar lo aprendido, se les sugiere hacer una propuesta similar con otra temática científica que consideren viable y aplicable para el desarrollo de los programas de educación científica.

II.4. “Generación de ideas” a partir del taller didáctico

En esta tercera parte del taller, haciendo uso de los laboratorios de cómputo de los centros universitarios, y a partir de las ideas planteadas en la fase de evaluación, los participantes apostaron a su creatividad y habilidades y desarrollaron ideas valiosas para trabajar diferentes temáticas dentro del área de las ciencias naturales en el aula. De las que se pueden mencionar:

- a) **“Elementos químicos”**: En el área de la Química, un juego de mesa con imágenes de los elementos en su estado natural para el estudio y características de principales elementos de la tabla periódica, elaborado por los docentes de Alajuela.
- b) **“Que organera soy”**: En el área de la Biología, un juego de mesa para el abordaje de las funciones y características de las organelas citoplasmáticas de la célula eucariota, elaborado por los estudiantes activos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales en el Centro Universitario de San Isidro.
- c) **“El átomo”**: En el área de la Química, un juego de mesa con los diferentes modelos atómicos, propuesto para el abordaje de la historia del átomo, elaborado por los educadores de la provincia de Alajuela.
- d) **“Adaptaciones biológicas”**: En el área de la Biología, estudiantes activos de la carrera de Enseñanza de las Ciencias Naturales en el Centro Universitario de San Isidro, elaboran un juego de mesa para el desarrollo del tema “adaptaciones biológicas” presente en el programa de Biología de la educación diversificada.

De esta manera los participantes del taller extrapolaron su aprendizaje y mostraron lo aprendido a través de un verdadero trabajo colaborativo.

II.5. Evaluación del taller didáctico “Cristales de la física”

En esta última etapa de taller se aplica un formulario en el que se recopila información de todos los participantes (edad, género, nivel académico y universidad de procedencia) y además se evalúa el taller desde su organización y estructura a través de una secuencia de preguntas cerradas y abiertas.

III. Discusión y Resultados

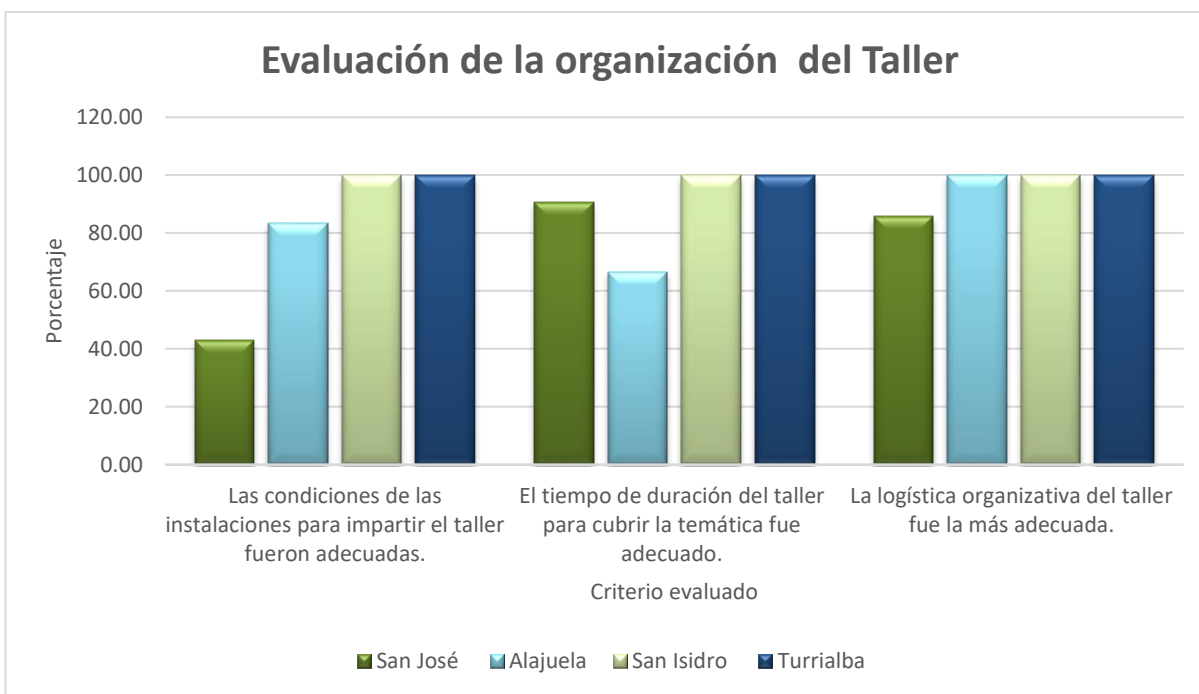


FIGURA 7. Evaluación del taller “Cristales de la física” por parte de los participantes.

A partir de los criterios “en desacuerdo” “medianamente de acuerdo” y “de acuerdo”, siendo el primero evaluado con el menor valor y el tercero con el valor más alto, se determina en cuanto a la evaluación general del taller “Cristales de Física” que hubo una coincidencia mayoritaria de un 80% en Alajuela y un 100% en San Isidro y Turrialba por parte de los participantes respecto a las condiciones de las instalaciones donde se realizó la actividad, fueron las adecuadas, esto se debe a que en la mayoría de los centros universitarios de la UNED donde se efectuó el taller, cuentan con una infraestructura amplia y mobiliario adecuado para el trabajo con adultos. Un el 40% de los participantes correspondiente a San José considero inadecuado el espacio físico para el desarrollo de la actividad, posiblemente porque fue donde hubo mayor respuesta de parte de los participantes y el espacio disponible fue muy reducido y con un mobiliario escolar inadecuado para el desarrollo del taller.

Respecto a la valoración realizada a los aspectos sobre el tema tratado, si éste fue atinente a su formación docente, a su quehacer profesional y con la profundidad adecuada, se puede observar que los partícipes de Alajuela, Turrialba y San Isidro del General lo valoran estando de acuerdo, un 100% y San José en un 90%, brindando así una aceptación de la temática en cuanto la profundidad con la que se abordó y la pertinencia de la misma con su labor.

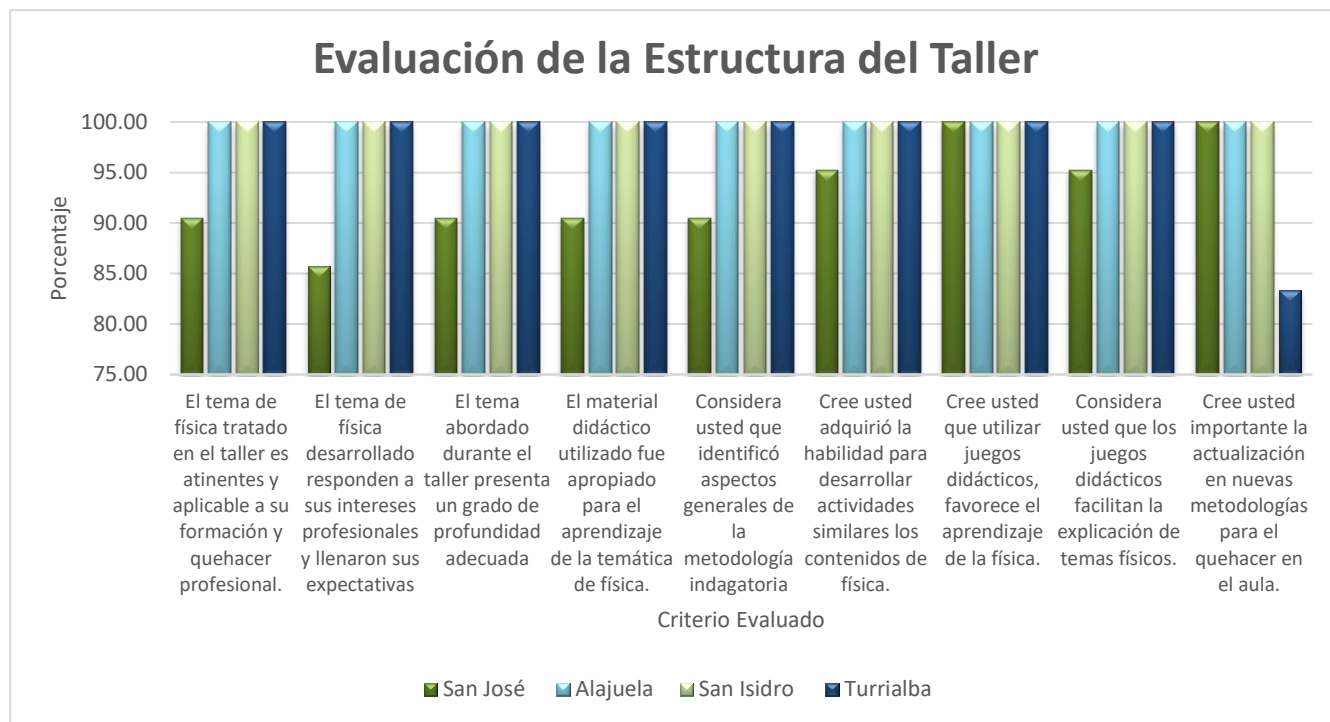


FIGURA 8. Evaluación de la estructura del taller por parte de los participantes.

Posteriormente en relación al juego didáctico como material utilizado para la mediación del tema la Historia de la Física, las personas docentes de Alajuela, Turrialba y San Isidro del General coinciden estar de acuerdo en un 100% y San José en un 90%, esto muestra que las personas docentes comparten opinión respecto al juego didáctico como metodología que favorece el desarrollo de temáticas teóricas, como la historia de la ciencia, aspecto que apoya Garaigordobil (2008, p.5) cuando menciona que el juego es fundamental en el desarrollo integral de la persona estudiante “ya que guarda conexiones sistemáticas con lo que no es juego, es decir, con el desarrollo del ser humano en otros planos como son la creatividad, la solución de problemas, el aprendizaje de papeles sociales”. Es decir, que la persona estudiante aprende relacionando su contexto o experiencias con los contenidos teóricos, de manera que los comprende y entiende su aplicación en la vida cotidiana.

Otro de los resultados de la encuesta muestran que la totalidad de los participantes en las cuatro sedes universitarias coinciden estando de acuerdo en un 100 %, en que el juego didáctico promueve el aprendizaje la física, cualidad que Garaigordobil (2008, p.5) respalda al indicar que el aprendizaje a través del juego posibilita en la persona estudiante el “autodescubrimiento, exploración y experimentación con sensaciones, movimientos, relaciones, a través de las cuales llegan a conocerse a sí mismos y a formar conceptos sobre el mundo”. Por lo tanto, educar a través de estrategias lúdicas lleva a la persona estudiante a comprender su entorno y construir su conocimiento. Garaigordobil (2008, p.6) lo explica lo anterior diciendo que “el juego crea y desarrolla estructuras de pensamiento, origina y favorece la creatividad infantil; es un instrumento de investigación cognoscitiva del entorno”. De esta manera es perceptible que el juego didáctico estimula y fortalece el desarrollo de las capacidades, habilidades físicas, cognitivas y emocionales de la persona estudiante.

En la misma línea Melo y Hernández (2014, p.42), rescatan que jugar es una acción humana que existe desde

tiempos muy antiguos, el ser humano es un ser lúdico por naturaleza por lo que aprende con mayor facilidad aquello que le gusta y le produce placer. Por lo tanto, la interacción presente en el juego permite al individuo “entender cómo aprende y cuáles son sus transformaciones y los de su entorno” (Melo & Hernández, 2014, p.45).

Consecuentemente respecto al aspecto que los juegos didácticos facilitan la explicación de temas de la ciencia física, la comunidad de educadores, concuerdan estar totalmente de acuerdo en un 100% en Alajuela, San Isidro del General, Turrialba y 95%, en San José, resultados que muestran que los juegos didácticos son percibidos como un instrumento útil para explicar de manera sencilla temáticas que puede llegar hacer muy complejas. Tal y como lo respalda Melo y Hernández, (2014, p.45) al mencionar que el juego educativo es una “herramienta didáctica, llena de sentido, que se relaciona con los aprendizajes significativos de los educandos y mejora los resultados académicos”.

Al realizar la consulta sobre si el taller didáctico elaborado potencializa las habilidades en la persona docente para desarrollar recursos similares con los contenidos de física u otras ciencias, el 95% en San José y 100 % en Alajuela, Turrialba y San Isidro, responden estar totalmente de acuerdo, argumentando el principio de aprender haciendo, ya que a través de la guía y el modelo utilizado se logró de manera colaborativa elaborar recursos valiosos para el trabajo en el aula con otras temáticas de las ciencias exactas. Por ejemplo, un juego de mesa para el abordaje de las funciones y características de las organelas citoplasmáticas de las células eucariotas, las propiedades de los elementos químicos y las principales adaptaciones biológicas de los seres vivos, todas temáticas que forman parte de los programas nacionales de para la Educación Científica en secundaria.

El 100% de los participantes de Alajuela, San Isidro del General, Turrialba y 95% en San José mencionaron estar de acuerdo en que el taller “Cristales de la física” les permitió reconocer aspectos clave sobre la indagación como método de enseñanza y aprendizaje de una manera práctica, además un 100% de los participantes de San José, Alajuela, San Isidro del General y un 85% de Turrialba coinciden en es fundamental la actualización docente en las nuevas tendencias y métodos para la mediación pedagógica de la educación científica.

A través de historia el sistema educativo costarricense se ha desarrollado bajo métodos tradicionales que en su momento fueron los adecuados, y son la razón de que hoy día el país cuente con instituciones educativas públicas de gran renombre, además de hombres y mujeres destacados en las áreas científicas y del saber, sin embargo la ciudadanía ha cambiado y lo que fue provechoso en el pasado no le es hoy. Por ello, es evidente la necesidad de incorporar herramientas didácticas, con un componente innovador como, los juego de mesa entre otros, recursos que promuevan que la persona estudiante construya su propio aprendizaje tal y como lo menciona Melo y Hernández, (2014, p.53) que “en vez de sólo almacenar conocimiento, sea capaz de incorporarlo a su estructura cognitiva, transformarlo y, quizás lo más importante, usarlo en la solución de problemas”, para así promover un proceso educativo más integral, para lograr una ciudadanía que responda de manera pertinente a las necesidades planetarias que se han surgido a raíz de los grandes cambios sociales, políticos y culturales por los que atraviesa el planeta.

De manera general la mayoría de los participantes en los diferentes centros universitarios calificaron el taller como útil para su trabajo en la clase, resaltando puntos de mejora como, incluir complejidad mediante el uso de pistas y otros elementos, como dados para hacer el juego más interactivo, así como ampliar la línea de tiempo a mayor cantidad de representantes históricos de la ciencia antigua y moderna.

IV. CONCLUSIONES

Desde el punto de vista de los investigadores la información recopilada en el presente artículo muestra la evidencia teórico – práctica de la implementación de un juego de mesa como estrategia que pueda ser utilizada dentro de la metodología por indagación para el abordaje de temáticas científicas, como una herramienta innovadora, sencilla económica, fácil de elaborar, con adaptabilidad a otros temas y que a la vez puede integrar un componente tecnológico.

De forma general se puede indicar que el juego didáctico “Cristales de la física” constituye una herramienta viable para la labor de aula, ya que desde un enfoque lúdico, permite aportar al desarrollo de un proceso de enseñanza y aprendizaje integral y constructivista para el adolescente, así como el fortalecimiento de la gestión educativa del profesorado en Enseñanza de la Ciencias Naturales, en tiempos de grandes cambios del proceso educativo costarricense.

La acción realizada por los participantes en cada una de las sedes promovió la creatividad y la innovación, interiorizando aspectos teóricos de la metodología indagatoria y plasmándolos en nuevas ideas muy útiles para su labor de aula. Así mismo potencializó en la población de educadores las habilidades tecnológicas tanto en su elaboración como en su implementación en la clase, promoviendo así un liderazgo educativo que responda de manera congruente a las tendencias del sistema educativo actual.

El trabajo desarrollado permite plantearse que la didáctica aplicada a través actividades lúdicas, se convierten en una herramienta muy adecuada, para guiar un proceso educativo de calidad, y que orientado a una alfabetización científica promueve la formación de un pensamiento sistémico y el desarrollo de seres humanos conscientes de que la ciencia forma parte de cada individuo, de su realidad y contexto social.

V. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal administrativo y técnico de los centros universitarios de San Isidro, Alajuela, y Turrialba, así como a la sede central de San José, por el espacio brindado, por la gestión de convocatoria a los estudiantes y por su disposición a colaborar con la logística de la actividad. También, a los docentes participantes, por sacar de su tiempo y compartir experiencias de enseñanza y aprendizajes con sus pares en un ambiente ameno de cortesía y respeto.

REFERENCIAS

Avilés Dinarte, Ginette (2011). *La metodología indagatoria: una mirada hacia el aprendizaje significativo desde "Charpack y Vygotsky"*. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 12 (23) ,133-144. ISSN: 2215-2458. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=666/66622603009>

Brincones I y Campanario J, M, (2011). *Guía Docente Didáctica de las Ciencias I: Física y Química*. Universidad de Alcalá, 2-6., Recuperado de <http://www3.uah.es/jmc/asigdidactica1.pdf>

Caamaño A., Ametller J., et al. (2011). *Didáctica de la Física y la Química*. (7-211). Barcelona: GRAO. Recuperado de https://books.google.co.cr/books?id=_OnaVM8nnpn0C&printsec=frontcover&dq=la+did%C3%A1ctica+en+la+ense%C3%B1anza+de+la+ciencia+f%C3%ADsica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjH3uCn_rjoAhVIn-AKHVlkDgQQ6AEIJjAA#v=onepage&q=la%20did%C3%A1ctica%20en%20la%20ense%C3%B1anza%20de%20la%20ciencia%20f%C3%ADsica&f=false

Campelo A., J.,(2003). *Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la física*. Revista Brasileira de Ensino de Física. **25**, 86-104. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000100011&lng=en&tlng=es.

Castiblanco, Abril, O. L., & Nardi, R. (2013). *Un uso de la Historia en la Enseñanza de la Didáctica de la Física*. Góndola, Enseñanza y aprendizaje de la Ciencias, **8**, 49 -60. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/267026226>

Castillo –Rodríguez, K. & Arguedas- Matarrita, C. (2020). *El aprendizaje bajo la metodología por indagación con un programa de análisis de video: El caso de Tracker*. *Lat.Am.J.Sci.Educ.* **7**, 12008, 1-13.

Castillo-Rodríguez, K. & Villalobos, W. (2017). *¿Cómo explicar tipos de reacciones químicas en disolución acuosa con materiales de fácil adquisición, en educación secundaria costarricense?* *Lat.Am.J.Sci.Educ.* **4**, 22059, 1-9.

Camargo, M., Calvo, et al. (2004). *Las necesidades de formación permanente del docente*. Educación y Educadores. **1**, 79-112. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2041051>

De Lemos, M. G. (2018). *Cristales de la Física*. Obtenido de: <https://sites.google.com/site/cristalesdelafisica/home>

Domènec Bañeres, A. J. (2008). *El juego como estrategia didáctica*. Claves para la innovación. Barcelona, España: Laberinto. Obtenido de <https://upvv.clavijero.edu.mx/cursos/LEB0739/documentos/JuegoEstrategiaDidactica.pdf>

Espinosa, R. E. (2016). *La formación docente en los procesos de mediación didáctica*. *Praxis*. **12**, 90 – 102. Diponible en DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.1850>

Gilles, M, R ., (27 de Enero de 2020). *¿Qué es la ciencia basada en la investigación?*. Smithsonian Science Education Center. [Fecha de Consulta 29 de Junio de 2020].

Disponible en <https://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=https://ssec.si.edu/stemvisions-blog/what-inquiry-based-science&prev=search>

Kuz, A., (2019). *Aprender a Enseñar: Un puente de experiencias y posibilidades tecnológicas*. (7 -65). Buenos Aires: DUNKEN. Recuperado 29 Abril del 2020 de

<https://books.google.co.cr/books?id=G9qLDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=aprender+a+ense%C3%B1ar&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwilz9zgw8znAhXyzVkKHYdMBTUQ6AEIODAC#v=onepage&q=aprender%20a%20ense%C3%B1ar&f=false>

Macedo B., (2016). *Foro CILAC. Eje Temático: Cultivando Ciencias Y Ciudadanía*. Educación Científica. UNESCO, 5-17. Recuperado 29 Abril del 2020 de

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/PolicyPapersCILAC-CienciaEducacion.pdf>

Melo Herrera, M. P., y Hernández Barbosa, R. (2014). *El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Rev. Innovación Educativa, **14**, 41-64. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n66/v14n66a4.pdf>

Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. (2017). *Programa de Estudio de Física Educación Diversificada*. San José, Costa Rica. 2-128. Recuperado de

<https://www.mep.go.cr/sites/default/files/programadeestudio/programas/fisica2018.pdf>

Picado, G. F. (2001). *Didáctica General, Una perspectiva Integradora*. San José, Costa Rica: EUNED

Piedra, G., Vargas, X. y Castillo, K. (2016). Utilización de Microsoft excel en un taller de orbitales atómicos con docentes de ciencias exactas y naturales. *Rev. Innovaciones Educativas*. **18**. 5-18.

Reyes - Cardenas y Padilla. (2012). *Áreas Temáticas Emergentes de la Educación Química [Indagación y Resolución de Problemas]. La indagación y la enseñanza de las ciencias*. Educ. Quím., **23**, 415-421. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v23n4/v23n4a2.pdf>

Uzcátegui y Betancourt (2013). *La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media*. Revista de Investigación. **78**,109-127. Escuela Técnica Alfredo Pietri y Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Venezuela. Recuperado de

<http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v37n78/art06.pdf>

(2017). *Sistema de Evaluación y Aprendizaje*. Modelo de enseñanza de la ciencia por indagación Área Ciencias Naturales. 1-11. Disponible en <http://www.anep.edu.uy/sea/wp-content/uploads/2017/07/Analisis-de-CIENCIAS-Foco-1-Formativas-2017.pdf>

Retana-Alvarado, Diego Armando. & Vázquez-Bernal, Bartolomé. (2019). *Educación científica basada en la indagación: análisis de concepciones didácticas de maestros en ejercicio de Costa Rica a partir de un modelo de complejidad*. Revista Educación, 43, 1-32. [Fecha de Consulta 29 de Junio de 2020]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44058158025>

Sánchez, R. J. (1987). Conferencia invitada en el 11 Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias y las Matemáticas. *USOS Y ABUSOS DE LA HISTORIA DE LA FÍSICA EN LA ENSEÑANZA*, (págs. 23-25). Valencia. Obtenido de <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v6n2/02124521v6n2p179.pdf>

Tacca, H. R. (2010). *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación BÁSICA*. Investigación Educativa, **14**, 139-152. Obtenido de http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/2327/2010_Tacca_La%20ense%20anza%20de%20las%20Ciencias%20Naturales%20en%20la%20Educaci%20n%20B%20sica.pdf?sequence=2&isAllowed=y