

Trabajo de grado en modalidad de aplicación

[203015] Diseño de una ruta de aprendizaje basada en juegos para conceptos de ergonomía

Andrés Felipe Lanziano Baquero^{a,c}, Jorge Andrés Hernández Vargas^{a,c},

María Catalina Hernández Gomez^{a,c}, Wilson Alejandro Arias Avila^{a,c},

Yenny Alexandra Paredes Astudillo^{b,c}, Luis Andrés Saavedra Robinson^{b,c}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial
^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial
^cPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Abstract

In this project, it is intended to design a compendium of playful dynamics that can be incorporated in to industrial environments in order to mitigate the prevalent occupational risks in each organization and allow the interference of workers within the framework of the understanding of ergonomics. The main problem lies in the high numbers of occupational risks in Colombia classified as accidents and illnesses, a fact that causes great concern, since it causes disability in the workers of the different companies existing at the national and international level. For this reason, recognizing the high prevalence of recurrent occupational diseases and the occupational risks that produce them, it is necessary to create a theoretical-practical component on learning ergonomics reasoning within the framework of their prevention. For this, a series of industrial engineering tools will be used that allows the production of the Serious Games compendium from learning paths. The results of this research show that the country requires training employers on the subject due to its relevance for comprehensive development in the workplace, where, according to previous studies, the implementation of playful strategies such as games can yield positive results in the framework of teaching, training and prevention of different dangers associated with accidents and occupational diseases.

Key words: Serious Games, Design Games, Ludic Methodology, Ergonomics.

1. Justificación y planteamiento del problema

Colombia es un país con altos indicadores de ocurrencia de accidentes y aparición de enfermedades laborales, un problema constante que requiere de atención y cuidado por parte de las empresas, puesto que miles de trabajadores día a día sufren este tipo de lesiones. En consecuencia, estos presentan enfermedades crónicas, patologías físicas, psicológicas e inclusive la muerte. De acuerdo con el ministerio de salud y protección social, los sectores más críticos en cuanto a accidentalidad, enfermedad laboral y mortalidad son: minas y canteras, agricultura, ganadería, caza y silvicultura, industria manufacturera y construcción. Ahora bien, aunque desde el año 2017 estas cifras han disminuido, siendo ratificado por las estadísticas del año 2019, donde las enfermedades y muertes laborales disminuyeron en un 16,7 % y 14,4 % respectivamente (Revista Dinero, 2020), aún causa gran preocupación el índice de accidentes y muertes porque continúan siendo altos en el país (Fasecolda, 2020). Dicha situación ha provocado que el Ministerio de Trabajo exponga un análisis sobre los criterios normativos relacionados a la ergonomía, con el objetivo de mitigar la mayoría de los posibles riesgos laborales, a fin de propender el bienestar de los trabajadores (Ministerio de trabajo, 2014).

Desde esta perspectiva, en el país son diversas las patologías que se enmarcan en las enfermedades profesionales recurrentes dentro de las cuales se destacan el síndrome de conducto carpiano, lumbago, hipoacusia neurosensorial, trastornos de disco intervertebral, síndrome del manguito rotador, entre otras (Ordóñez Hernández, 2016). Todas ellas llevan un componente etiológico común radicado en condiciones de trabajo no aptas que propician lesiones anatómicas,

fisiológicas y psicológicas para el empleado. En su mayoría, estas patologías son resultantes de movimientos repetitivos, posturas inadecuadas, lesiones por levantamiento de cargas y exposiciones crónicas al ruido, iluminación, temperaturas elevadas, vibración y sustancias químicas (Ministerio de Trabajo, 2014).

Por consiguiente, dada la necesidad de cuidar el bienestar de los trabajadores surge el Comité Nacional de Salud Ocupacional en Colombia, conformado mediante la resolución 1563 del 7 de mayo del 2008, cuya función principal es impulsar, regular y controlar el cumplimiento de las obligaciones de las instituciones tanto públicas como privadas en materia de seguridad en el trabajo. Adicionalmente, se crea el Segundo Plan Nacional de Salud Ocupacional en el 2007, cuya finalidad es reducir el índice de accidentes en el trabajo y enfermedades profesionales, donde se consolidan diferentes leyes relevantes de años anteriores como la Ley 100 de 1993 y el Decreto-Ley 1295 de 1994. Estas normas reorientaron la salud ocupacional en Colombia, creando el Sistema General de Riesgos Profesionales y abarcando un papel fundamental en la mitigación de riesgos ergonómicos (Moreno, Murillo y Rubio, 2011). En este marco, para cumplir con las pautas gubernamentales, en algunos casos de empresas colombianas, se evidenció que las estrategias más comunes de divulgación de información para mitigar y prevenir aquellos riesgos o condiciones de trabajo que originen accidentes laborales son charlas presenciales, videoconferencias y cursos virtuales. Por ejemplo, con respecto a la más prestigiosa empresa del sector minero en el país, Ecopetrol, se utilizan folletos de bolsillo (Ecopetrol, 2009) y, por otro lado, grandes empresas lácteas como Alpina emplean auditorías de seguimiento con el fin de tener un plan de recordación ante el tema de salud ocupacional (Alpina, 2018).

De este modo, actualmente los métodos de capacitación en las empresas ya sean *coaching*, *mentoring*, grupos focales o reuniones informativas, son similares al del sistema educativo y se basan en un entrenamiento por competencias generales y específicas. Sin embargo, las estrategias para la implementación de programas ergonómicos en las empresas han demostrado carencias relacionadas con la falta de entrenamiento profesional y con el diseño confrontativo del programa, que, para un aprendizaje eficaz, debe ser compuesto por grupos interdisciplinarios de carácter colaborativo y participativo (Hendrick, 2008).

En función de lo planteado, el ergonomista Bill Brough, de Washington Ergonomics, realizó un estudio para medir el efecto de implantar programas de capacitación ergonómica de manera participativa en empresas aseguradas por Tokyo Marine Fire Insurance Company. Sus resultados concluyeron con una reducción notable de las tasas de lesiones por tensión en los trabajadores, remarcando de esta manera, la importancia de la implementación de metodologías lúdicas participativas para la mitigación de accidentes y enfermedades laborales (Hendrick, 2008).

En relación con el análisis anterior, a causa de estructurar la manera más eficaz de proporcionar un aprendizaje capaz de impactar positivamente en la conducta y el racionamiento de los trabajadores, se ha demostrado que cuanto más atractivo sea un programa, mejores son los resultados del mismo (Mas, Marzal y Bautista, 2021). En efecto, la eficacia del aprendizaje tiene mejores resultados cuando es de carácter activo, el cual se basa en metodologías didácticas y en problemas experimentales semejantes al contexto real con retroalimentación inmediata. De esta manera, la calidad y uso percibidos de un programa de entrenamiento está relacionado con la transferencia de conocimiento, y si el material de aprendizaje es muy teórico previene esta transferencia, por lo tanto, se precisa tener claridad en cómo debería ser una didáctica de aprendizaje y su naturaleza para que sea efectivo.

Dentro de este marco, nacen los *Serious Games*, caracterizados por estar diseñados específicamente con fines educativos, formativos e informativos, siendo estos de gran utilidad a la hora de comprender procesos complejos, ya que modelan situaciones de la vida real con facilidad, además de hacer el aprendizaje más amigable a raíz de su entretenimiento y diversión (Bezanilla et al., 2014). Como resultado, es considerada una herramienta de aprendizaje activa y lúdica, que, por su condición de versatilidad, podría ser utilizada como estrategia de capacitación.

De hecho, en la práctica, estudios han demostrado que los *Serious Games*, a partir de la transferencia de conocimiento relacionada a problemas ergonómicos y actos inseguros que rodean entornos laborales específicos, han incrementado los conocimientos de seguridad de los trabajadores, produciendo efectos comportamentales de prevención positivos e incrementando la reducción de resultados negativos en seguridad y salud, como dolores y síntomas musculoesqueléticos (Diego-Mas et al., 2020). En concordancia, Salen y Zimmerman, investigadores en diseño de interacciones de la Universidad de Carnegie Mellon, Pensilvania, aseguran que los *Serious Games*, por medio de la convergencia de dinámicas lúdicas y ámbitos de aprendizaje, logran construir una experiencia de juego significativa que determina su implementación en ambientes laborales no estrictamente como una actividad, sino como una experiencia capaz de generar un verdadero legado que impulsa a los trabajadores a reflexionar, apropiarse conocimientos y frecuentemente a

optar cambios emocionales y comportamentales que tienen como objetivo reducir los índices de enfermedades y accidentes laborales (Zimmerman et al., 2007).

En este sentido, se comprende la importancia de implementar una ruta de aprendizaje basada en juegos para incorporar conceptos ergonómicos. Sin embargo, para su aplicabilidad, se requiere de la identificación de ámbitos laborales propicios para su desarrollo y evolución. Para ello, se toma como referencia el modelo propuesto por Rodríguez y colaboradores, en el cual, se evalúan e identifican las condiciones ergonómicas relacionadas con la integración, ejecución, vigilancia y cultura de las organizaciones para determinar su grado de madurez ergonómica de acuerdo con las características de cada nivel (Ver Gráfico 1). Ahora bien, en función de lo planteado, la ruta de aprendizaje propuesta en este proyecto va a estar enfocada en potenciar las empresas que requieran de un proceso de reconocimiento e intervención ergonómica, es decir, las empresas que se encuentren en los primeros dos niveles del modelo de madurez y que carecen principalmente de conocimientos ergonómicos que les permitan mitigar los riesgos laborales presentes en sus respectivos ámbitos. De este modo, las dinámicas lúdicas y el propósito principal de los juegos estarán enfocados en generar estrategias de aprendizaje que permitan alcanzar a las empresas el nivel 3 de madurez ergonómica correspondiente a la experimentación, y de esta manera, sentar las bases para que cada organización disponga de las herramientas y el entendimiento necesario para promover programas ergonómicos innovadores y de uso regular (Rodríguez et al. 2012).



Gráfico 1. Niveles de madurez, tomado de: Modelo de Madurez de Ergonomía para Empresas (MMEE)

En síntesis, para la prevención y reducción de los comportamientos inseguros en las organizaciones, se requiere de la formación hacia trabajadores en el marco de la mitigación de riesgos laborales, que se constituye como base fundamental para poder luchar con las cifras de morbilidad y mortalidad que supone dichas patologías (ASIS, 2017). Teniendo en cuenta las carencias y necesidades mencionadas de los programas de entrenamiento actuales en Colombia, el nivel de madurez ergonómica de las organizaciones y las ventajas que otorgan los *Serious Games* en los procesos de aprendizaje, entre los que destacan: lograr un método de enseñanza más amigable y el contexto previamente expuesto, este proyecto de diseño propone una ruta de juegos y actividades lúdicas, capaces de articular el aprendizaje y la enseñanza dentro de las organizaciones para determinar su aplicabilidad en el ámbito de la ergonomía.

2. Antecedentes

En Colombia, determinado mediante el decreto 1072 de 2015, nace el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) establecido por el Ministerio del Trabajo. Este sistema tiene el objetivo de asegurar el cumplimiento de las normas mínimas establecidas por el Sistema General de Riesgos Laborales para la protección de la integridad del personal de cada trabajador a partir de la identificación de prácticas, situaciones peligrosas y acciones de intervención de riesgos propios de la actividad económica. Esto aplica tanto para las personas que realicen actividades laborales en sectores públicos y privados como para las asociaciones que afilian trabajadores independientes al Sistema de Seguridad Social Integral y las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) (Ministerio de trabajo, 2015). Sin embargo, cada una de las organizaciones precisa complementar sus prácticas por medio de metodologías y estrategias de capacitación que sean capaces de construir un aprendizaje activo y efectivo que pueda complementar y actualizar cada una de las temáticas necesarias para la prevención y capacitación de sus subordinados.

En relación con este tema, en las últimas décadas, diversas investigaciones han tenido como objetivo identificar métodos lúdicos para capacitar a poblaciones objetivas. En el marco ergonómico, un estudio publicado en el *American Journal of Public Health*, cuya finalidad radica en determinar el grado de efectividad de noventa y cinco diferentes métodos

de capacitación, indicó que los métodos más atractivos como capacitación lúdica en modelos de comportamiento y capacitación práctica, son, en promedio, tres veces más efectivos que los métodos menos atractivos para promover la adquisición de conocimientos y habilidades (Burke et al., 2006). Por otro lado, The International Journal of Environment Research and Public Health publicó los efectos del uso de medios inmersivos como VR (Virtual Reality) en la efectividad de la formación para prevenir riesgos ergonómicos. Sus estudios reflejaron que los trabajadores percibieron de manera más interesante y útil la metodología inmersiva. Sin embargo, al transferir los conocimientos al ámbito laboral, esta modalidad no aumentó significativamente la percepción de riesgo de los trabajadores, por lo cual, se llegó a la conclusión que además de proponer didácticas lúdicas es necesario implementar otros elementos que permitan establecer una dirección directa causa-efecto entre los factores de riesgo ergonómicos y sus graves consecuencias para su salud (Diego-Mas et al., 2020).

Por otro lado, en otros campos de investigación diversos estudios han justificado el uso de metodologías lúdicas para procesos de enseñanza. Un proceso de investigación para mejorar el diseño de un juego de aprendizaje de matemáticas, tuvo como finalidad denotar el proceso de intromisión de las teorías requeridas para el proceso de enseñanza-aprendizaje, evidenciando que para mejorar el diseño de juegos de aprendizaje de matemáticas, se objeta un enfoque que encamina al diseñador a establecer la conexión entre las teorías pedagógicas y el diseño del juego, logrando denotar que los juegos se constituyen como herramientas motivadoras idóneas para el proceso de aprendizaje (Kallo, Mohan, & Kinshuk, 2016). Finalmente, una investigación realizada en la provincia de Groningen, cuyo objetivo consistió en la documentación de una actividad lúdica para la transición energética, determinó el potencial de prototipos de *Serious Games* como un método de desarrollo académico capaz de integrar contextos locales y establecer un equilibrio en términos de contenido y dominio, siendo ambos factores, significativos para el aprendizaje de los jugadores (Ampatzidou & Gugerell, 2018).

Ahora bien, sobre la técnica de diseño de los *Serious Games*, una investigación realizada en la Universidad Tecnológica de Brisbane, Australia, destaca cómo se deben integrar los objetivos educativos en un modelo interactivo, determinando dos componentes fundamentales: los desafíos que debe enfrentar un jugador para alcanzar los objetivos de aprendizaje y las acciones que puede realizar para abordar estos desafíos. En esta medida, las metas, las decisiones, las reglas y las retroalimentaciones son elementos esenciales que definen la jugabilidad, la mecánica del juego y el ciclo de interacción manipulado para formar los *Serious Games* (Hall et al., 2014). Sin embargo, para detallar la experiencia del jugador, Micah Hrehovcski, diseñador de juegos de la Universidad de Artes de Utrecht, propone el modelo “AGD Scope Model”, el cual desarrolla tres factores claves para transmitir una experiencia holística significativa: contenido, que responde al propósito del juego; contexto, que define para quién va dirigido el juego, donde será jugado y en qué momento; y por último, transferencia, referida a cómo los juegos reflejan la realidad, estructuran un buen aprendizaje y ofrecen acciones y roles de juego significativos (Hrehovcsik, 2014).

De esta manera, se obtiene un marco referencial en cuanto a los componentes estructurales que debe tener la ruta de aprendizaje, y el modelo que permite detallar la experiencia que se busca transmitir a través de los juegos. Sin embargo, cabe considerar, por otra parte, que para identificar las estrategias que permiten conceptualizar, planificar y desarrollar la ruta de aprendizaje, se precisa de teorías y metodologías de diseño. Dentro de este marco, *Design Theory and Methodology* (DTM) proporciona tres metodologías claves para el desarrollo del proyecto. En primera instancia, la metodología *Design Thinking*, ya que permite a través del diseño y la creatividad, la resolución innovadora de problemas referentes al desarrollo conceptual (Sandino et al., 2013). En segunda instancia, *Quality Deployment (QD) by Mizuno and Akao*, (un modelo centrado en el primer paso de la metodología *QFD*), ya que permite mapear los componentes estructurales y los requisitos funcionales de la ruta de aprendizaje (Tomiya et al., 2009). Y, finalmente, *Product development process by Pahl and Beitz*, que descompone y clarifica el proceso de diseño en etapas que abarcan la planificación, diseño conceptual, materialización del diseño y diseño del detalle (Tomiya et al., 2009).

Como resultado, el conjunto de DTM proporciona un marco referencial que permite guiar, diseñar y materializar cada uno de los elementos estructurales que en conjunto representarán la ruta de aprendizaje basada en juegos. Por lo contrario, los antecedentes investigados proporcionan un aporte fundamental en el desarrollo de estrategias para el diseño de juegos con propósito, y son referentes necesarios para entender cómo incorporar una metodología lúdica en los diferentes entornos laborales, y cuál sería la mejor manera de construir y transmitir una ruta de aprendizaje que tenga como objetivo mitigar los riesgos ergonómicos.

3. Objetivos

Diseñar una ruta de aprendizaje para incorporar metodologías de capacitación en ergonomía, basada en juegos.

- Planear la ruta de aprendizaje de los juegos a partir de técnicas y metodologías para su concepción.
- Elaborar una prueba piloto de una ruta de aprendizaje basada en juegos.
- Medir el efecto de la ruta de aprendizaje a través de un estudio comparativo entre los métodos de enseñanza tradicionales y los juegos propuestos.
- Evaluar la percepción del usuario de la ruta de aprendizaje basada en juegos.

4. Cuerpo del documento.

METODOLOGÍA

De acuerdo a los objetivos planteados en el ítem anterior, se utilizó una metodología para el desarrollo del proyecto basada en 3 fases, tal y como se muestra a continuación:

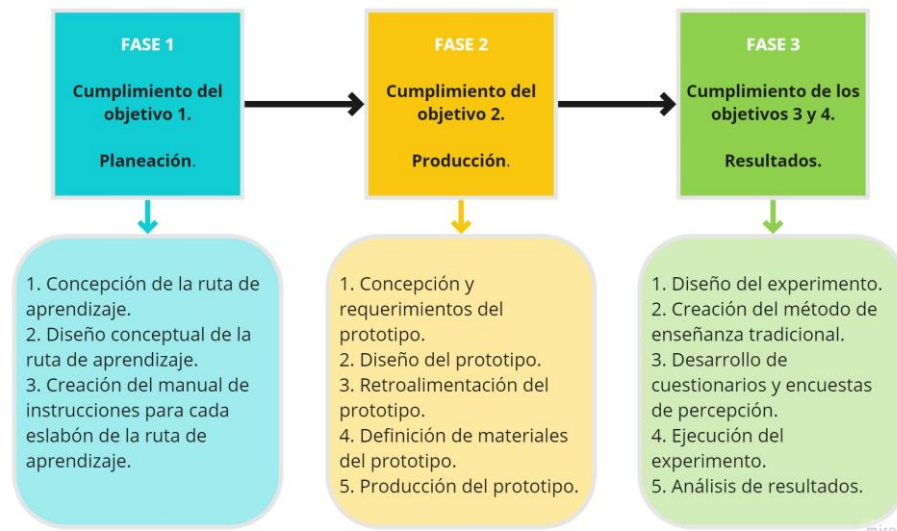


Gráfico 2. Metodología del proyecto. Elaboración propia.

Fase 1

En la **Fase 1** se cumplió el primer objetivo del proyecto, el cual tiene como propósito la planeación de la ruta de aprendizaje a partir de técnicas y metodologías para la concepción de la misma. Para empezar, se desarrolló una previa investigación e identificación de los ejes temáticos importantes para la enseñanza de la ergonomía, a fin de diseñar adecuadamente la ruta de aprendizaje para la concepción de los juegos. Cada uno de los ejes temáticos fue constituido teniendo como objetivo principal, abarcar los primeros dos niveles de madurez ergonómica en empresas, identificados como Desconocimiento y Reconocimiento ergonómico, respectivamente (Rodríguez et al.2012).

En segunda instancia, una vez definidos los ejes temáticos, se procedió a aplicar la metodología para la concepción de juegos “AGD Scope Model” diseñada por Micah Hrehovcski (ver Gráfico 3) , donde se realizó un proceso iterativo que evaluaba la aplicabilidad de cada una de las ideas preconcebidas a través del análisis denominado como “2CaT”, el cual tenía como objetivo, para cada idea, organizar los desafíos de diseño como parámetros relacionados con el contenido, el contexto y la transferencia del juego. De esta manera, tras evaluar y desechar un considerable número de ideas, finalmente se aprobó la concepción de cuatro juegos que cumplieran con las restricciones de diseño, y se adecuaban correctamente a la ruta de aprendizaje enmarcada por cada uno de los ejes temáticos. Adicionalmente, es importante remarcar que para constituir el orden en el cual, los ejes temáticos iban a ser aplicados dentro de la ruta de aprendizaje, se tuvieron como referencia los niveles de aprendizaje de la *Taxonomía de Bloom* (Bloom, 1956), con el objetivo de promover un aprendizaje progresivo en relación con el proceso cognitivo que se desarrollaría a lo largo de la ruta de aprendizaje.

Por último, para finalizar la fase de planeación, se procedió a crear el manual de instrucciones para uno de los juegos con el objetivo de explicar detalladamente la metodología de aprendizaje que se llevaría a cabo por medio de los *Serious Games* concebidos.

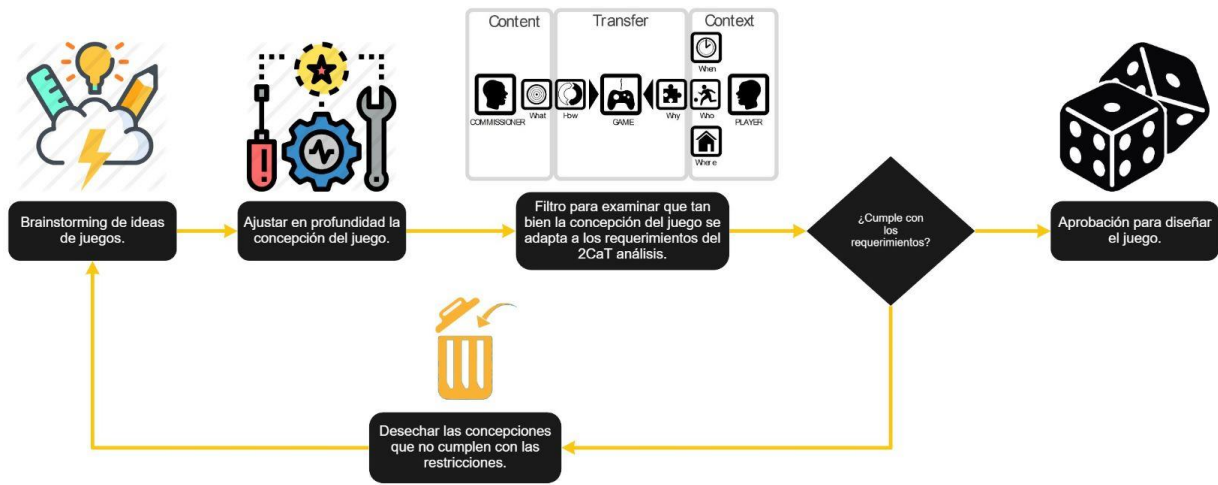


Gráfico 3. Metodología AGD Scope Model. Elaboración propia.

Fase 2

En la **Fase 2** se desarrolló el segundo objetivo del proyecto, el cual tenía como propósito elaborar una prueba piloto de la ruta de aprendizaje basada en juegos concebida en la **Fase 1**. Con este fin, se aplicó la metodología *Product development process by Pahl and Beitz* (ver Gráfico 4), para descomponer y clarificar el proceso de diseño de cada uno de los juegos en etapas que abarcaron consecuentemente la planificación (concepción y requerimientos del prototipo), el diseño conceptual, la materialización del diseño y, por último, el diseño del detalle.

De esta forma, en la etapa de planificación, una vez se estableció la lista de requerimientos de diseño y especificaciones estructurales para cada juego, se tomó la determinación de usar como herramienta principal *Adobe Illustrator* (Adobe Illustrator, 2021) para abordar la etapa del diseño conceptual de los juegos. Como consecuencia, el software gráfico facilitó la creación artística vectorial de cada uno de los componentes lúdicos de los juegos, garantizando de esta forma, diseños atractivos y expresivos acorde con cada metodología concebida previamente.

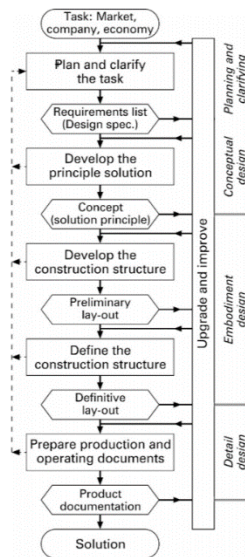


Gráfico 4. *Product development process by Pahl and Beitz*. Tomado de: Design methodologies: Industrial and educational applications.

Finalmente, a lo largo del proceso de desarrollo del producto, tras abordar la etapa de la materialización del diseño y el diseño del detalle, variables como la solidez del prototipo, durabilidad, compatibilidad espacial y viabilidad financiera, tomaron especial relevancia al determinar que, para producir prototipos con altos estándares de calidad, y que además pudieran cumplir con los protocolos de bioseguridad, los materiales seleccionados deberían garantizar durabilidad al momento de ser higienizados. Por lo tanto, para los elementos didácticos fundamentales identificados como tarjetas, fichas gráficas y manual de instrucciones, se estableció el uso de propalcode de 300 gramos con plastificado mate, y para los tableros y fichas magnéticas se seleccionó el vinilo adhesivo plastificado por su versatilidad para ser usado en diversas superficies, y por su resistencia a los procesos de higienización.

De esta manera, la **Fase 2** concluyó con la producción física de cada uno de los juegos que componen la ruta de aprendizaje, con el objetivo principal de poder usar cada prototipo en un estudio comparativo contra los métodos de enseñanza tradicionales.

Fase 3

En la **Fase 3** se desarrollaron los últimos dos objetivos del proyecto, los cuales consistían en medir el efecto de la ruta de aprendizaje a través de un estudio comparativo entre los métodos de enseñanza tradicionales y los juegos propuestos, y finalmente, evaluar la percepción del usuario con respecto a la ruta de aprendizaje basada en juegos. En consecuencia, la fase 3 estuvo dividida en cinco etapas (ver Gráfico 5).

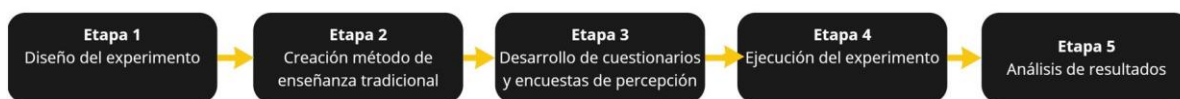


Gráfico 5. Etapas Fase 3. Elaboración propia.

- En la primera etapa, se abordó el diseño factorial del experimento, contemplando un factor (método de enseñanza) con dos niveles (método lúdico y método tradicional), una variable dependiente (nivel de enseñanza), y un bloque (participantes), obteniendo como resultado la metodología para el estudio comparativo entre los dos métodos de enseñanza.
- En la segunda etapa, se procedió a la creación del método de enseñanza tradicional, garantizando igualdad de condiciones en cuanto al contenido informativo para cada eje temático presente en ambos métodos de enseñanza.
- En la tercera etapa, para cada eje temático se concibieron y desarrollaron los cuestionarios y encuestas de percepción como las herramientas de medición para el experimento.
- En la cuarta etapa, se procedió a la ejecución del experimento, garantizando los protocolos de bioseguridad para la prevención del Covid-19. Se garantizó la participación de 12 voluntarios en la medición el efecto de aprendizaje de ambos métodos de enseñanza, y en la percepción con respecto a la ruta de aprendizaje basada en juegos.
- Finalmente, en la quinta etapa se analizaron los resultados obtenidos por medio del software estadístico informático *IBM SPSS Statistics* (*IBM SPSS Statistics, 2017*), y se establecieron conclusiones relevantes.

5. Resultados

De acuerdo con la metodología planteada anteriormente, como resultado de cada una de las fases, se obtuvieron:

En la **Fase 1**, se consolidaron y estructuraron cada uno de los ejes temáticos que se pretendían desarrollar en cada uno de los *Serious Games* con su respectivo contenido, a fin de diseñar cuidadosamente y de manera acertada la ruta de aprendizaje para la concepción de los juegos basados en conceptos de ergonomía. Cabe resaltar que, para la elaboración de estos ejes temáticos, se realizó un trabajo colaborativo, participativo y debatido a fin de plasmar finalmente los temas y subtemas que se desarrollarían en cada uno de los juegos que pretenden instruir a los aprendices dentro de la ruta de aprendizaje definida. Los principales ejes temáticos de cada uno de los módulos que hacen parte de la ruta de aprendizaje se pueden observar a continuación:

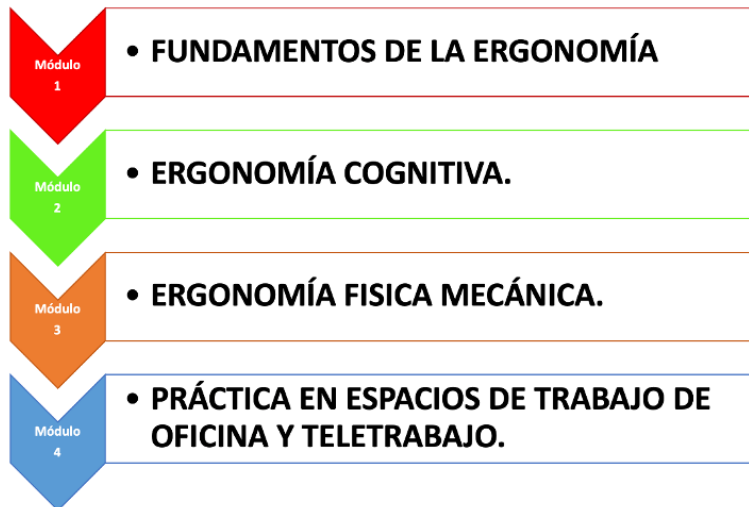


Gráfico 6. Ejes temáticos de la ruta de aprendizaje. Elaboración propia.

Hay que mencionar, además, que cada eje temático está compuesto por subtemas dentro de los módulos que conforman la ruta de aprendizaje.

El módulo 1 de *Fundamentos de la Ergonomía* está compuesto por subtemas como lo son el valor de la ergonomía, introducción a la ergonomía, clasificación de la ergonomía y normatividad de la ergonomía.

El módulo 2 de *Ergonomía Cognitiva* está compuesto del mismo modo por subtemas como lo son las principales patologías que afectan la ergonomía cognitiva en ambientes laborales (carga mental, estrés, privación del sueño, error humano) y las condiciones laborales que mejoran la ergonomía cognitiva (toma de decisiones, trabajo en equipo, turnos de trabajo, ciclos biológicos, satisfacción laboral, interfaz hombre-máquina).

El módulo 3 de *Ergonomía Física Mecánica* está compuesto por subtemas como son higiene postural, manipulación de cargas, movimientos repetitivos, trastornos musculoesqueléticos, tipos de tejidos del sistema musculoesqueléticos, antropometría, principio de economía de movimientos, movimientos anatómicos y fisiología del trabajo.

Finalmente, el módulo 4 de *Prácticas Ergonómicas en Espacios de Trabajo* está compuesto por subtemas como son las condiciones de salud en el trabajo (tales como la iluminación, ergonomía visual, higiene postural, alturas idóneas, organización del escritorio, uso de descansos, uso de aditamentos, gimnasia laboral, riesgos psicosociales, separación del ámbito familiar y privado del laboral) y beneficios del teletrabajo para los trabajadores.

Para poder observar de manera detallada cada uno de los ejes temáticos con sus respectivos subtemas, que conforman los módulos de la ruta de aprendizaje, ingresar al **ANEXO 1**.

Una vez definidos cada uno de los módulos que constituyen la ruta de aprendizaje, se propusieron cuatro juegos, es decir, un juego para cada eje temático en donde se abordaron cada uno de los subtemas mencionados anteriormente. Así mismo, se consideró una metodología de aprendizaje participativa, divertida y experiencial para todos los juegos.

Por otra parte, la **FASE 2** que corresponde al proceso de **PRODUCCIÓN**, comienza con la etapa de **PLANIFICACIÓN**, en la cual se tienen en cuenta diferentes componentes que integran la misma, tales como son el objetivo de cada juego, el contenido, la estrategia de enseñanza y aprendizaje, los elementos que conforman cada juego, así mismo como las actividades, metodologías y recursos de cada uno de los cuatro juegos que constituyen la ruta de aprendizaje.

Cabe señalar que, una vez realizada la etapa de planificación, teniendo en cuenta la concepción, requerimientos y especificaciones estructurales del prototipo para cada uno de los juegos que hacen parte de la ruta de aprendizaje, se elaboró el diseño del prototipo con la respectiva retroalimentación necesaria o ajuste para cada juego.

Así mismo, es importante mencionar que cuando se desarrolló la concepción estructural del prototipo para cada uno de los juegos, se tuvo en cuenta la realización de diseños gráficos de acuerdo con la naturaleza del juego y lo que cada uno buscaba transmitir por medio de sus componentes estructurales.

A continuación, se presentan los resultados para las fases 1 y 2 correspondientes a la concepción de los juegos y producción respectivamente, teniendo en cuenta los requerimientos para el **DISEÑO CONCEPTUAL** cada juego.

1. TURM ERGONOMIC

Es el juego diseñado y concebido para abordar el primer eje temático de la ruta de aprendizaje que es *Fundamentos de la Ergonomía*.



Gráfico 7. Turm Ergonomic. Elaboración propia.

Turm Ergonomic se destaca por ser un juego atónito, emocionante y divertido el cual tiene como metodología de aprendizaje poner a prueba las destrezas mentales y físicas de cada uno de los participantes para que aprendan de manera dinámica, interactiva y entretenida conceptos básicos de ergonomía. Este juego educativo pone a prueba la paciencia y habilidades del usuario para responder correctamente preguntas (relacionadas a el valor, introducción, clasificación y normatividad de la ergonomía) en un ambiente de tensión.

Este juego consta de 54 bloques rectangulares que se organizan para formar una torre (siendo 27 bloques rojos y 27 bloques verdes) en donde el jugador según responda de manera acertada o errónea las preguntas de la baraja, saque un bloque de la torre. El juego está diseñado para un rango de 2 a 13 jugadores con edad superior a los 15 años. Incluye 40 tarjetas de preguntas, 15 tarjetas de penitencias, 13 fichas para responder o preguntar (siendo 6 rojas, 6 verdes y 1 amarilla) y la torre con los bloques.



Gráfico 8. Diseño Turm Ergonomic. Elaboración propia.

Para el diseño de este primer juego en la ruta de aprendizaje, se hizo un especial énfasis en el diseño de las tarjetas de preguntas y penitencias. Para cada uno de los temas (Valor de la ergonomía, Introducción a la ergonomía, Clasificación de la ergonomía y Normatividad en la ergonomía) se usó un color diferente, estableciendo un mazo distintivo para cada uno. De la misma manera, se establecieron colores distintivos para las fichas de madera rectangulares y circulares, permitiendo categorizarlas según su naturaleza: preguntas o respuestas.

Para ver en detalle las instrucciones del juego, el diseño de tarjetas, preguntas, penitencias y todo lo relacionado con este primer juego de la ruta de aprendizaje TURM ERGONOMIC, dirigirse al **ANEXO 2**.

2. NOSFERATU

Es el juego diseñado para abordar el segundo eje temático dentro de la ruta de aprendizaje que es *Ergonomía Cognitiva y organizacional*.



Gráfico 9. Nosferatu. Elaboración propia.

Nosferatu es un juego de roles inaudito, dinámico y participativo que poner a prueba la habilidad, destreza y concentración mental de los aprendices. Su metodología de aprendizaje se destaca por ser un juego educativo y divertido en el cual los participantes aprenden de manera lúdica e interactiva sobre *Ergonomía Cognitiva y Organizacional*, poniendo a prueba la paciencia, astucia y concentración para identificar y generar acciones que mitiguen patologías que afectan la ergonomía cognitiva en ambientes laborales tales como la carga mental, estrés, privación del sueño, error humano.

Este juego está compuesto por un tablero magnético, 1 cartilla del narrador, 4 mazos de cartas, 9 tarjetas de roles, 8 tarjetas de discursos de victoria o derrota, cartas informativas y fichas magnéticas. Es importante mencionar que, entre los participantes, se elige “El rol de máquina” que es el encargado de guiar y liderar el juego, haciendo uso del libreto del narrador en donde se explica de manera sencilla la dinámica y orden del juego. Nosferatu fue diseñado para que participen mínimo 6 jugadores (en caso de que existan más de 6 jugadores se incluyen más cartas de trabajador en los roles).



Gráfico 10. Diseño Turm Ergonomic. Elaboración propia.

El diseño de NOSFERATU estuvo centrado en la concepción de una cartilla narrativa que lograra construir, a través de las palabras, toda una historia en la cual cada uno de los involucrados jugara un rol diferente. De esta manera, los diseños preliminares estuvieron dirigidos a la concepción estética de las tarjetas de roles y el contenido narrativo del juego.

Para ver en detalle las instrucciones, el diseño del tablero magnético, la cartilla de narrador, las cartas, las tarjetas de roles, las tarjetas de discurso, las cartas informativas, las fichas magnéticas y todo lo relacionado con este primer juego de la ruta de aprendizaje NOSFERATU, dirigirse al **ANEXO 3**.

3. ÉCHELE MENTE:

Es el juego diseñado y concebido para el tercer eje temático de la ruta de aprendizaje que es *Ergonomía Física Mecánica*.



Gráfico 11. Échele Mente. Elaboración propia.

Échele mente es un juego participativo, dinámico y lúdico el cual motiva al participante a aprender sobre *Ergonomía Física Mecánica* de manera divertida. Su metodología de aprendizaje se destaca por pretender que el aprendiz logre identificar y comprender conceptos de ergonomía física y del mismo modo que alcance mostrar entendimiento practicando y profundizando dichos conceptos mediante retos sobre temas tales como son la higiene postural, manipulación de cargas, movimientos repetitivos, trastornos musculoesqueléticos y demás subtemas que hacen parte del tercer módulo de la ruta de aprendizaje. Échele mente tiene como objetivo que uno de los dos equipos recorra todo el tablero hasta llegar al centro de la fábrica, superando retos basados en actuación, investigación, juego de palabras y trabajo en equipo.

El juego incluye un tablero ajustable, 90 tarjetas de retos ordenados en 4 barajas de cartas, 6 fichas para mover, dado, libreta de dibujo, plastilina, reloj de arena, bolígrafos, tijeras. Así mismo, el juego está diseñado para que participen más de cuatro jugadores mayores a 15 años.

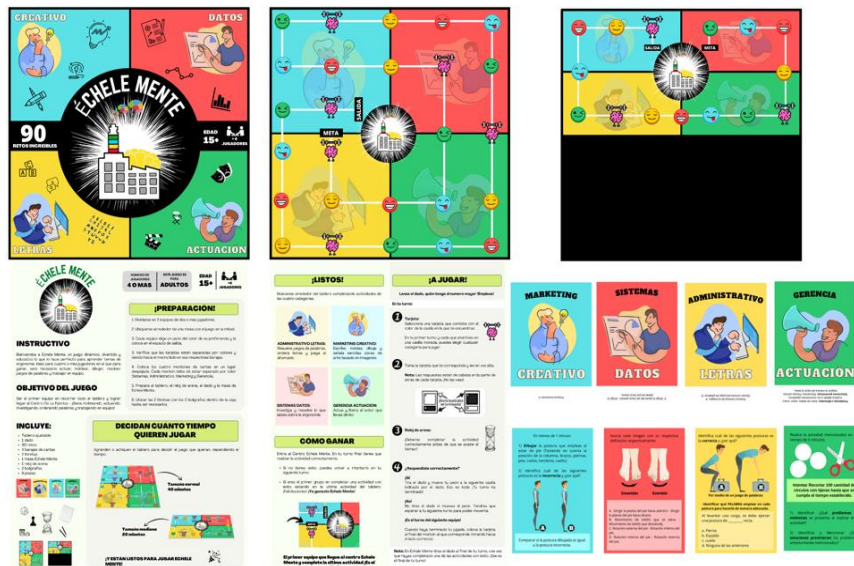


Gráfico 12. Diseño Échele Mente. Elaboración propia.

El diseño del tercer juego que es **ÉCHELE MENTE**, estuvo fundamentalmente dirigido a la creación de actividades dinámicas que permitieran el aprendizaje efectivo de cada uno de los temas. Entre las actividades concebidas se encuentran juegos de letras, actividades creativas, preguntas relacionadas con datos ergonómicos y, por último, actuaciones. Adicionalmente, se diseñó un tablero para distribuir adecuadamente el camino de aprendizaje que cada participante deberá recorrer para llegar superar las actividades mencionadas anteriormente y llegar a la meta.

Para observar de manera más detallada las instrucciones, el diseño del tablero, las tarjetas, los retos según el tipo, las fichas y todo lo relacionado con este tercer juego de la ruta de aprendizaje ÉCHELE MENTE, dirigirse al **ANEXO 4**.

4. ERGOJOB:

Es finalmente el último juego diseñado para abordar de manera concluyente el eje temático de *Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo* dentro de la ruta de aprendizaje.

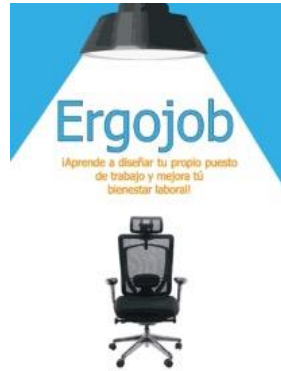


Gráfico 13. Ergojob. Elaboración propia

Ergojob es un juego que tiene como principal objetivo que el participante sea capaz de realizar el diseño idóneo del puesto de trabajo en oficina y en casa, haciendo uso de fichas magnéticas las cuales se pueden acomodar en un tablero teniendo en cuenta los temas del módulo 4 que es *Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo*. Su metodología de aprendizaje se destaca por ser un juego divertido, dinámico y educativo el cual pone a prueba la aplicación del conocimiento y aprendizaje adquirido a lo largo de la ruta de aprendizaje, así mismo como la destreza mental para analizar, reconocer, identificar y crear la propuesta de un puesto de trabajo ergonómico de manera creativa, ilustrativa y práctica.

Este juego consta de 2 tableros magnéticos, 2 escenarios (oficina y casa), 16 fichas magnéticas para el diseño del puesto de trabajo de oficina, 22 fichas para el diseño del puesto de trabajo en casa y 10 tarjetas *feedback*.

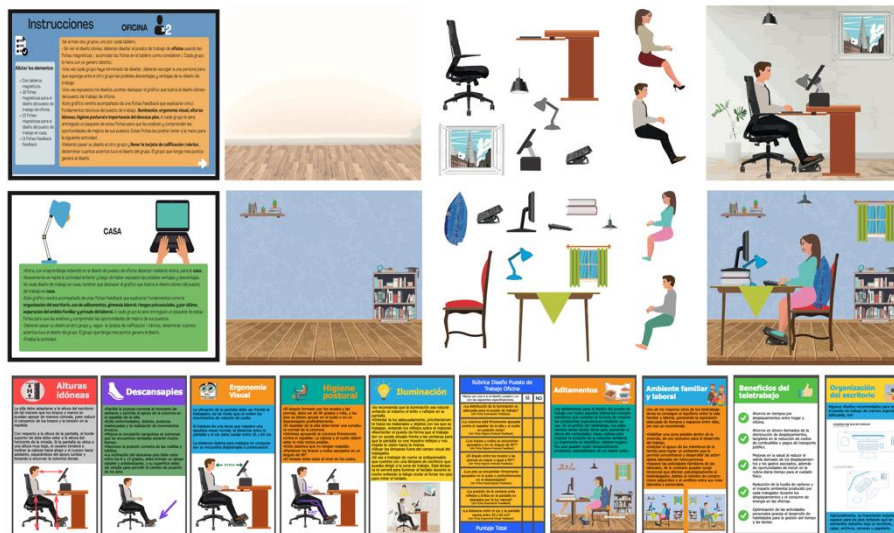


Gráfico 14. Diseño Ergojob. Elaboración propia.

De esta forma, el diseño preliminar estuvo enfocado en el diseño de cada una de las fichas magnéticas que construirían el puesto de trabajo y las fichas de retroalimentación.

Para observar en detalle la dinámica completa del juego, sus instrucciones, diseño de los tableros magnéticos, las fichas magnéticas, las tarjetas y todo lo relacionado con este primer juego de la ruta de aprendizaje ERGOJOB, dirigirse al **ANEXO 5**.

Es importante recordar que cada uno de los diseños se realizó a través de *Adobe Illustrator* (Adobe Illustrator, 2021) con el objetivo de diseñar y vectorizar cada uno de los componentes visuales de los juegos.

A su vez, es necesario recalcar que la concepción de cada uno de los juegos que conforman la ruta de aprendizaje para incorporar conceptos de ergonomía fue desarrollada teniendo como objetivo fundamental transmitir de manera eficaz cada uno de los ejes temáticos que se establecieron previamente. Así mismo se destaca la importancia de que el usuario aprendiz realice o transite por cada uno de los juegos como se muestra a continuación:



Gráfico 15. Orden de los juegos para la ruta de aprendizaje. Elaboración propia

Es necesario que se realicen los juegos en el orden en que se muestra en el gráfico 15, debido a que la ruta de aprendizaje está diseñada para que a medida que el aprendiz pase o transite por cada uno de los niveles de los juegos, vaya aprendiendo de manera progresiva acerca de cada uno de los módulos que constituyen la ruta de aprendizaje. Por tal motivo:

El primer nivel que se debe enseñar es **TURM ERGONOMIC**, debido a que es el juego diseñado y concebido para abordar el primer eje temático de la ruta de aprendizaje que es *Fundamentos de la Ergonomía*. En este primer nivel, se pretende que el usuario conozca, sobre los temas del valor e introducción a la ergonomía, así como la clasificación y normatividad de la ergonomía. Del mismo modo, se espera que se realice un proceso de recordación e identificación de estos fundamentos básicos que componen la ergonomía.

Seguidamente, el usuario debe de realizar el juego **NOSFERATU**, debido a que es el juego diseñado para abordar el segundo eje temático dentro de la ruta de aprendizaje que es *Ergonomía Cognitiva y organizacional*. En este segundo nivel, se pretende que el usuario aprenda acerca de las principales patologías que afectan la ergonomía cognitiva en ambientes laborales. Así mismo, se espera que el aprendiz realice un proceso de comprensión, aprendizaje y entendimiento en este segundo nivel ya habiendo conocido los fundamentos básicos del nivel 1.

Luego, se debe desarrollar el juego **ÉCHELE MENTE**, debido a que es el juego diseñado y concebido para el tercer eje temático de la ruta de aprendizaje que es *Ergonomía Física Mecánica*. Este tercer nivel, procura que el usuario logre identificar y comprender temas relacionados a la higiene postural, manipulación de cargas, movimientos repetitivos, trastornos musculoesqueléticos, tipos de tejidos del sistema musculoesquelético, antropometría, principio de economía de movimientos, movimientos anatómicos y fisiología del trabajo. Se debe agregar que este tercer nivel intenta y busca que el usuario logre mostrar entendimiento y demuestre comprensión básica sobre los temas de ergonomía física, teniendo en cuenta el aprendizaje de los niveles anteriores.



Por último, se debe realizar el juego **ERGOJOB**, el cual está diseñado para abordar de manera concluyente el eje temático de *Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo*. Este último nivel pretende que el usuario aplique el conocimiento y aprendizaje de los niveles anteriores, resolviendo el problema específico de diseñar un puesto de trabajo ergonómico. Así mismo que por medio del análisis logre reconocer, identificar y examinar la situación presentada para que finalmente se logre crear la propuesta de solución del puesto de trabajo.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que para el diseño de la ruta de aprendizaje realizada para cada uno de los juegos que forman parte de los módulos, se consideró la *Taxonomía de Bloom* diseñada por Benjamin Bloom (Bloom, 1956). De manera que, para el proceso de aprendizaje, los participantes deben ir adquiriendo nuevas habilidades y conocimientos en cada una de las etapas de la taxonomía planteada. En el primer juego (Turm Ergonomic), se pretende que los aprendices en la etapa de conocimiento recojan información, recordando hechos o datos sin necesidad de entender, es decir, que realicen el proceso de reconocer y traer a la memoria información relevante de la memoria a largo plazo. En el segundo juego (Nosferatu), se procura que, en la etapa de comprensión, los usuarios logren entender la información y captar el significado, logrando mostrar entendimiento. Seguidamente, el tercer juego (Échele mente), pretende que los participantes esclarezcan o interpreten hechos, contrasten y comparen información de acuerdo con el conocimiento previo, para que finalmente en el último juego (Ergojob), se logre realizar las etapas de aplicación, análisis y creación, haciendo uso de la información, de los conceptos o métodos adquiridos para lograr solucionar un problema.

Finalmente, para cada uno de los diseños preliminares se realizó la producción de prototipos de costos moderados, únicamente para probar cada uno de los juegos. Debido a las restricciones sanitarias y de orden público derivadas para la contención del Covid-19, las pruebas se realizaron con voluntarios que estuvieron dispuestos a participar y retroalimentar sus sensaciones, recomendaciones y sugerencias de cada juego.

La siguiente etapa del proceso de producción, corresponde a la **MATERIALIZACIÓN**, en la cual, de acuerdo con el resultado del diseño conceptual del prototipo evidenciada en la etapa anterior, se realizaron los requerimientos estructurales para la construcción del prototipo tales como los elementos que componen cada juego, dimensiones, materiales y finalmente el diseño visual.

En la siguiente tabla se puede observar los requerimientos estructurales para la construcción o materialización del prototipo:

Juego	Concepción estructural del prototipo			
	Elementos de Juego	Dimensiones	Materiales	Diseño visual
<p>TURM ERGONOMIC (Conceptos de ergonomía)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 40 tarjetas de preguntas. • 10 tarjetas de penitencias. • 54 bloques de madera rectangulars. • 13 fichas de madera circulares. • 1 bolsa negra de tela. 	<p>Tarjetas: 7 x 10 cm (Ancho x Altura)</p> <p>Fichas de madera rectangulars: 2,4 x 1,3 x 7,3 cm (Ancho x Alto x Largo)</p> <p>Fichas de madera circulares: 1,8 cm de radio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión: Propalcote 300 gr. • Laminado: Dry Plástico mate. • Portadas: Vinilo blanco adhesivo 100 gr. 	
<p>NOSFERATU (Ergonomía cognitiva)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 9 tarjetas de roles. • 8 tarjetas de discursos. • 1 cartilla de narración. 	<p>Tarjetas: 7 x 10 cm (Ancho x Altura)</p> <p>Cartilla de narración: 19 x 12 cm (Ancho x Altura)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión: Propalcote 300 gr. • Laminado: Dry Plástico mate. • Portadas: Vinilo blanco adhesivo 100 gr. 	



<p>ÉCHELE MENTE (Ergonomía física mecánica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 90 tarjetas de retos y preguntas. • 1 tablero. • Utensilios para actividades (libreta de dibujo, plastilina, reloj de arena, tijeras). • 1 dado. • 6 fichas para mover. 	<p>Tarjetas: 7 x 10 cm (Ancho x Altura)</p> <p>Tablero: 40 x 40 cm (Ancho x Altura)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión: Propalcote 300 gr. • Laminado: Dry Plástico mate. • Portadas: Vinilo blanco adhesivo 100 gr. 	
<p>ERGOJOB (Diseño de prácticas ergonómicas en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 2 tableros magnéticos. • 2 escenarios (casa y oficina). • 38 fichas magnéticas. • 10 tarjetas Feedback. 	<p>Tableros magnéticos: 31 x 28 cm (Ancho x Altura)</p> <p>Escenarios: 28 x 25 cm (Ancho x Altura)</p> <p>Tarjetas: 90 x 160 (Ancho x Altura)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impresión: Propalcote 300 gr. • Laminado: Dry Plástico mate. • Portadas: Vinilo blanco adhesivo 100 gr. 	

Tabla 1. Concepción Estructural para la materialización del prototipo. Elaboración propia

Teniendo en cuenta los requerimientos mencionados anteriormente, es importante mencionar la definición de los materiales del prototipo. De este modo, las tarjetas se imprimieron en láminas tamaño carta de papel Propalcote, ya que este es un material común de fácil impresión digital, con capa de brillo uniforme, suave y con buena absorbencia de las tintas. Además, es un material que al tacto se siente liso, rígido y versátil (usado para afiches, revistas, folletos, tarjetas de presentación, carátulas, entre otros).

Se debe agregar, que se decidió utilizar Propalcote de 300 gramos debido a su mayor durabilidad, baja porosidad y alta resistencia debido al grosor de su calibre. Así mismo, se realizó un laminado en caliente con material Dry plástico mate para evitar distorsión en las imágenes y cumplir con los requerimientos del diseño.

Para la impresión de las imágenes y portadas se utilizó vinilo blanco mate adhesivo de 100 gramos, ya que es un material muy común en la industria debido a sus múltiples usos, el vinilo es un material que aguanta bastante las condiciones ambientales meteorológicas pero una exposición a largo plazo de sol o agua puede dañarlo, es por eso que se plastificó para prolongar su duración. De esta manera, el vinilo adhesivo se usó para pegar las imágenes en los materiales dispuestos para cada una. En su gran mayoría, fueron pegadas en láminas magnéticas para el posterior recorte y creación de fichas magnéticas, y finalmente, fueron pegadas sobre las cajas de los cuatro juegos para personalizar, diferenciar y organizar cada uno de ellos.

Así mismo, para la última etapa del proceso de producción que corresponde al **DISEÑO EN DETALLE**, se definió la estructura de construcción del prototipo, teniendo en cuenta que los elementos del juego se dividen principalmente en tarjetas rígidas, portadas, fichas magnéticas, etc.

Para las tarjetas se diseñó una plantilla tamaño carta donde se organizaron 6 tarjetas por cada cara con sus respectivas portadas en la cara posterior de la hoja, de igual manera, se alinearon con las coordenadas de la cara principal para que coincidieran con la tarjeta y se le agregó un borde de 5 milímetros de seguridad, debido a que la impresión digital

presenta un desfase propio de las impresoras y a la hora de cortar el lado principal de la tarjeta, de no tener un borde de seguridad la parte posterior de la tarjeta puede presentar un desfase de mínimo de 2 a 5 milímetros.

A continuación, se presenta el ejemplo de las plantillas para la impresión de las tarjetas (Cara y portada) Teniendo en cuenta la diferencia de las tarjetas sin borde de seguridad y tarjetas con borde de seguridad.

	
<p>Tarjeta sin Borde de seguridad</p>	<p>Tarjeta con borde de seguridad</p>
	
<p>Plantilla Impresión cara</p>	<p>Plantilla Impresión Portada</p>

Tabla 2. Plantilla impresión del prototipo. Elaboración propia

Se debe agregar que para los demás elementos se utilizaron imágenes adhesivas, para la fabricación de los tableros y portadas, las cuales se cortaron manualmente y se pegaron encima de láminas de papel o cartón de cada juego.

Respecto a los juegos diseñados con imanes, los tableros se fabricaron pegando una lámina de imán como base en un marco de madera y encima del tablero con la lámina de imán, se pegó una imagen adhesiva correspondiente al escenario de cada tablero.

Finalmente, para la fabricación de las fichas magnéticas, se pegaron la imagen en la lámina magnética y se recortaron cada silueta de la ficha individualmente.

Para observar en detalle las imágenes reales de los juegos obtenidos para cada módulo, dirigirse a los siguientes anexos relacionados por juego.

ANEXO 6: Imágenes propias del TURM ERGONOMIC.

ANEXO 7: Imágenes propias del NOSFERATU.

ANEXO 8: Imágenes propias del ÉCHELE MENTE.

ANEXO 9: Imágenes propias del ERGOJOB.

Finalmente, de acuerdo con la metodología planteada para la **Fase 3**, se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las cinco etapas detalladas anteriormente en la metodología.

Etapa 1. Diseño del experimento

Basándonos en la investigación realizada, la evidencia de los métodos de aprendizaje y enseñanza junto con la información recolectada del desarrollo actual de capacitación ergonómica en las empresas se encontró que el desarrollo de una ruta de aprendizaje basada en métodos lúdicos de enseñanza presenta beneficios y un impacto positivo en cuanto a la capacitación en ergonomía en las empresas. Ahora bien, para afirmar con certeza esta hipótesis es necesario darle validez, para este caso el método de verificación de la hipótesis es un experimento con el cual se analizó el comportamiento de nuestro objeto de estudio, el cual se mide como el nivel de aprendizaje y es la variable dependiente del experimento frente a factores o estímulos específicos.

La población en la cual se estudió el cambio de la variable de interés fue a la cual está dirigida la ruta de aprendizaje, es decir todo tipo de empleados de cualquier empresa, esto hace que para efectos prácticos de este experimento y por razones de bioseguridad se escoja una muestra no aleatoria de 12 personas sin filtros demográficos, nivel educativo o físicos, únicamente que no tuviera conocimientos o capacitaciones previas en ergonomía para evitar cualquier sesgo en la variable de interés nivel de aprendizaje, 12 personas componen el grupo experimental que estuvo sometido a los estímulos o factores.

El objetivo fue estudiar el efecto del factor Método de enseñanza, el análisis de la variable nivel de aprendizaje está sujeto a un diseño experimental basado en un factor con 2 niveles, el experimento fue aplicado a varios trabajadores, por lo tanto, se propone a los trabajadores como una variable de bloque. El factor método de enseñanza, se refiere al método mediante el cual se capacita a el trabajador en los contenidos de la ruta de aprendizaje, este cuenta con dos niveles; Lúdico y Tradicional, estos varían según, forma, estructura, recursos físicos y recursos educativos.

Factor	Nivel	descripción
Método	lúdico	Ruta propuesta basada en juegos
	Tradicional	Ruta mediante cartillas informativas
Bloque	Nivel	Descripción
Participante	1-12	Trabajadores

Tabla 3. Diseño experimental. Autoría propia

Para el registro y evaluación solo las reacciones que tengan incidencia en la variable de interés se tomaron en cuenta, se estudió el efecto de un solo factor sobre la variable dependiente según el módulo, y mediante una comparación de medias, se analizaron los contrastes de los dos factores para determinar con una prueba de T student si hay una diferencia significativa entre las medias de los dos factores. Posteriormente se analizó el efecto de la interacción de los dos factores sobre la variable dependiente según la ruta de aprendizaje utilizando un análisis de varianza para múltiples medias de un factor. Previamente se verifican los principios de normalidad e igualdad de varianzas mediante la prueba de Levene y el de aleatoriedad se garantiza alternando los sujetos de método y modulo, de esta manera no todos se someten a las mismas condiciones experimentales.

Una vez contrastada la hipótesis de la prueba, el modelo busca validar si los niveles tienen incidencia y si explican los cambios en la variable dependiente, además si se puede atribuir y en qué medida el cambio en la variable según cada nivel individual y la combinación de estos. La estructura del modelo lineal general puede expresarse mediante la ecuación (1) a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_l + \varepsilon_{ijk} + \alpha\beta_{ij}$$

Y_{ijk} : es el valor observado cuando el factor A está en el nivel i, el factor B está en el nivel j.

el bloque en el nivel l y corresponde a la réplica k.

μ : es la media global.

α_i : es el efecto del factor A en el nivel i.

β_j : es el efecto del factor B en el nivel j.

τ_l es el efecto del bloque en el nivel l.

ε_{ijk} : es el componente el error aleatorio.

$\alpha\beta_{ij}$: es el efecto de la interacción del factor A en el nivel i y el factor B en el nivel j.

Gráfico 16. Modelo lineal general univariante. Tomado de: Analysis of Heart Rate related to height and frequency of manual lifting.

Etapas 2. Creación método de enseñanza tradicional.

En segundo lugar, una vez se definió el experimento, se estableció que el método de enseñanza tradicional que sería empleado para realizar el estudio comparativo debería ejemplificar la manera en la cual, generalmente los conceptos de ergonomía son transmitidos en las capacitaciones a cargo de las empresas y organizaciones como la ARL (administradora de riesgos laborales). Por consiguiente, se procedió a realizar cartillas informativas para cada uno de los ejes temáticos, garantizando la igualdad de condiciones con respecto a la ruta de aprendizaje basada en juegos, es decir, que ambos métodos de enseñanza contuvieran la misma información. De esta manera, se asegurarían mediciones bajo un mismo contenido temático para su posterior análisis. El contenido teórico base para la concepción de los juegos y realización de las cartillas está disponible en el **ANEXO 10**.

Para ver las cartillas informativas de cada eje temático, diríjase a:

1. Fundamentos de ergonomía. Ver **ANEXO 11**.
2. Ergonomía Cognitiva. Ver **ANEXO 12**.
3. Ergonomía física mecánica. Ver **ANEXO 13**.
4. Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo. Ver **ANEXO 14**.

Etapas 3. Desarrollo de cuestionarios y encuestas de percepción.

En tercer lugar, en relación a la herramienta para la medición del efecto de aprendizaje de ambos métodos de enseñanza, se procedió a desarrollar un cuestionario de preguntas, a fin de evaluar los conceptos de ergonomía presentes en cada eje temático. Cabe considerar, que por la naturaleza de los juegos *Turm Ergonomic* (fundamentos de ergonomía) y *Échele mente* (ergonomía física mecánica), las preguntas que conformaron los cuestionarios para ambos métodos de enseñanza estuvieron sujetas a la cantidad de conceptos e información que se logró transmitir durante el tiempo de juego establecido para cada uno de los ejes temáticos durante el experimento. Por tal motivo, mientras los juegos de Nosferatu (ergonomía cognitiva) y *Ergojob* (práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo) tuvieron cuestionarios inamovibles porque para el tiempo establecido se garantizaba abordar todos los conceptos ergonómicos contenidos en el juego, para *Turm ergonomic* y *Échele mente* se tuvieron cuestionarios movibles que se iban estableciendo conforme avanzaba el experimento.

Para visualizar los cuestionarios de cada eje temático, diríjase a:

1. Fundamentos de ergonomía. Ver **ANEXO 15**.
2. Ergonomía Cognitiva. Ver **ANEXO 16**.
3. Ergonomía física mecánica. Ver **ANEXO 17**.
4. Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo. Ver **ANEXO 18**.

Por último, para evaluar la percepción de los participantes con respecto a la ruta de aprendizaje basada en juegos, se diseñó una encuesta enfocada en medir el grado de conformidad en distintos aspectos claves de la ruta de aprendizaje. Para visualizar la encuesta de percepción, ver **ANEXO 19**.

Etapa 4. Ejecución del experimento.

En cuarto lugar, se procedió a ejecutar el experimento concebido en las anteriores etapas. Cabe mencionar, que para cumplir con los protocolos de bioseguridad para la contención del Covid-19, el experimento se desarrolló en un espacio que garantizaba el flujo continuo de aire, y constantemente, cada uno de los elementos manipulados por los participantes fueron sometidos a procesos de higienización. Adicionalmente, se diseñó una infografía para que cada participante pudiera comprender de una manera clara y sencilla, cada uno de los protocolos de bioseguridad que debían cumplir durante el experimento.

Una vez garantizados los protocolos de bioseguridad, se solicitó a cada participante diligenciar un consentimiento informado que confirmaba la disposición y aceptación del manejo de datos para el análisis posterior de los resultados del experimento.

Para ver el protocolo de seguridad y los consentimientos informados de cada participante, ver **ANEXO 20**.

De esta manera, al cumplir con cada uno de los pasos mencionados anteriormente, se procedió a la ejecución de la ruta de aprendizaje aplicando ambos métodos; tradicional y lúdico. A continuación, el **Gráfico 14**, presenta imágenes relevantes del experimento:

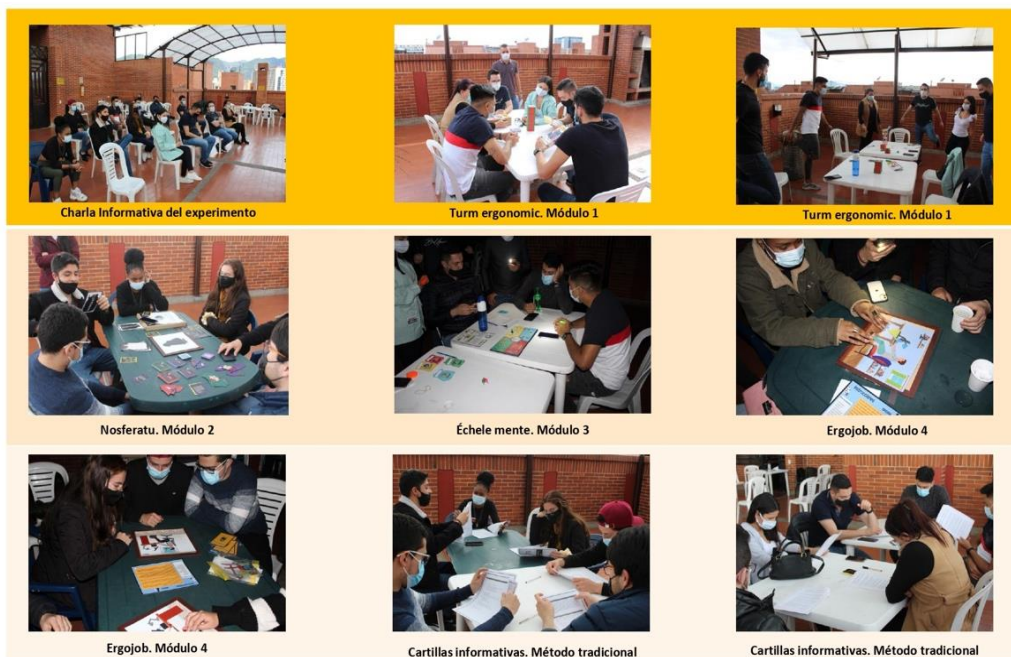


Gráfico 17. Imágenes relevantes del experimento. Elaboración propia.

Cabe considerar, por otra parte, que los cuestionarios desarrollados en la Etapa 3 para medir el nivel de aprendizaje de los participantes en cada módulo, y la percepción de los mismos hacía la ruta de aprendizaje propuesta en este proyecto, fueron implementados mediante la herramienta *Google Forms*, con el fin último de minimizar posibles escenarios de contagio al manipular cuestionarios físicos.

Para ver los resultados de los cuestionarios que midieron el nivel de aprendizaje para cada módulo, ver **ANEXO 21**.

Para ver los resultados de la encuesta de percepción, ver **ANEXO 22**.

Etapa 5. Análisis de resultados.

Los resultados del experimento fueron analizados a través de una prueba *T-Student* con el objetivo de determinar si las diferencias de media entre los métodos lúdico y tradicional eran únicamente aritméticas o estadísticamente significativas, y, por último, se realizó un análisis de varianza de un factor para identificar los efectos significativos del factor evaluado sobre la variable de respuesta (nivel de aprendizaje). Ambos análisis estadísticos fueron analizados implementando SPSS® (*IBM SPSS Statistics, 2017*).

Resultados - Comparación de medias

Los resultados obtenidos para cada uno de los módulos referentes al nivel de aprendizaje de cada método de enseñanza fueron sometidos a la verificación del supuesto de normalidad por medio del *Test Estadístico de Shapiro Wilks*. En los cuatro módulos, el p-valor $>0,05$ permitió aceptar la hipótesis de normalidad, indicando que los resultados se distribuyen normalmente.

Con respecto a la prueba *T-Student*, se plantearon las siguientes hipótesis:

H0: No hay diferencia en el nivel de aprendizaje entre el método lúdico y tradicional

H1: Hay diferencia en el nivel de aprendizaje entre el método lúdico y tradicional

Los resultados obtenidos para **todos** los módulos que conforman la ruta de aprendizaje, concluyeron que la diferencia de medias entre los métodos de enseñanza no solo es aritmética, sino también estadísticamente significativa, al obtener un p-valor $<0,05$ en la prueba T para la igualdad de medias (Tabla 4). De esta manera, se rechazó la hipótesis nula (la cual indica que no hay diferencia en el nivel de aprendizaje) y se aceptó la hipótesis alternativa, concluyendo que existía suficiente evidencia estadística para afirmar que la diferencia de medias es significativa, y, por lo tanto, comparando las medias obtenidas para cada módulo (Tabla 5), el nivel de aprendizaje fue mayor cuando se implementó el método lúdico. Para observar en detalle el resultado estadístico del primer, segundo, tercer y cuarto módulo, dirigirse al **ANEXO 23, 24, 25, y 26 respectivamente**.

Prueba de muestras independientes		prueba t para la igualdad de media		
Nota		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales		,005	1,66667	,45947
No se asumen varianzas iguales		,010	1,66667	,45947

Prueba T para la igualdad de medias Módulo 1

Prueba de muestras independientes		prueba t para la igualdad de media		
Nota		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales		,006	1,46667	,42727
No se asumen varianzas iguales		,010	1,46667	,42727

Prueba T para la igualdad de medias Módulo 2

Prueba de muestras independientes		prueba t para la igualdad de media		
Nota		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales		,000	1,38333	,27376
No se asumen varianzas iguales		,001	1,38333	,27376

Prueba T para la igualdad de medias Módulo 3

Prueba de muestras independientes		prueba t para la igualdad de media		
Nota		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
Se asumen varianzas iguales		,000	1,58333	,29107
No se asumen varianzas iguales		,000	1,58333	,29107

Prueba T para la igualdad de medias Módulo 4

Tabla 4. Prueba T para la igualdad de medias 1,2,3,4. SPSS

Estadísticas de grupo					Estadísticas de grupo						
Nota	MetodoEnseñanza	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Nota	MetodoEnseñanza	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
	Ludico	6	4,8667	,40825	,16667		Ludico	6	3,6833	,47924	,19565
	Tradicional	6	3,0000	1,04881	,42817		Tradicional	6	2,2167	,93041	,37984
Diferencia de medias Módulo 1						Diferencia de medias Módulo 2					

Estadísticas de grupo					Estadísticas de grupo						
Nota	MetodoAprendizaje	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Nota	MetodoAprendizaje	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
	Ludico	6	4,4000	,42426	,17321		Ludico	6	3,6667	,51640	,21082
	Tradicional	6	3,0167	,51929	,21200		Tradicional	6	2,0833	,49160	,20069
Diferencia de medias Módulo 3						Diferencia de medias Módulo 4					

Tabla 5. Diferencia de medias módulo 1,2,3,4. SPSS

Resultados – Análisis de Varianza - ANOVA de un factor

Los resultados obtenidos de cada uno de los módulos fueron agrupados en un solo estudio estadístico para identificar si los métodos de enseñanza tenían un efecto significativo en el nivel de aprendizaje de los participantes. Por tal motivo, los resultados fueron analizados a través de un análisis de varianza – ANOVA de un factor. Se verificaron los supuestos de normalidad por medio de la prueba *Kolmogorov-Smirnov* con un nivel de significancia del 5%. Con respecto a la homogeneidad se aplicó un gráfico de residuos vs valores pronosticados. Finalmente, para eliminar el efecto que los participantes podrían tener en la comparación estadística del factor a estudiar y la variable dependiente (nivel de aprendizaje), se estableció a los participantes como bloques.

La Tabla 6 muestra el resultado obtenido por el Análisis de Varianza – ANOVA. El p-valor <0,05, permite rechazar la hipótesis nula (la cual indica que no existe efecto), lo cual sugiere que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que el método de enseñanza tiene un efecto significativo sobre el nivel de aprendizaje. Así mismo, tras inferir el Eta parcial al cuadrado, se determinó que en un 60,1% el factor de método de enseñanza afecta la variable independiente. Adicionalmente, cómo se presumía, el efecto del participante que realiza la prueba (bloque) resultó no ser significativo, es decir, el nivel de aprendizaje no está condicionado por el sujeto que realiza la prueba, sino únicamente por el método de enseñanza.

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Calificación

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta parcial al cuadrado	Parámetro sin centralidad	Potencia observada ^b
Modelo corregido	35,099 ^a	12	2,925	5,528	,000	,655	66,341	1,000
Intersección	536,003	1	536,003	1013,102	,000	,967	1013,102	1,000
Metodo_Ensenanza	27,907	1	27,907	52,748	,000	,601	52,748	1,000
Bloque_Participante	7,192	11	,654	1,236	,301	,280	13,593	,549
Error	18,518	35	,529					
Total	589,620	48						
Total corregido	53,617	47						

a. R al cuadrado = .655 (R al cuadrado ajustada = .536)

b. Se ha calculado utilizando alpha =

Tabla 6. Análisis de Varianza – ANOVA. SPSS

La prueba *Kolmogorov-Smirnov* fue aplicada para verificar si los resultados obtenidos siguen una distribución normal, esta prueba permitió aceptar la hipótesis de normalidad con un p-valor=0,2. El gráfico de residuos vs valores pronosticados fue usado para probar la homogeneidad de las varianzas (Gráfico 18). Adicionalmente, se pudo observar que no existe ninguna tendencia curvilínea, es decir, no hay presencia de interacción entre el factor (método de enseñanza) y el bloque (participantes).

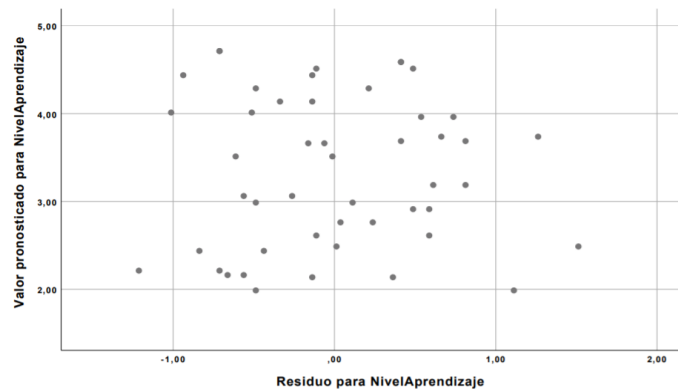


Gráfico 18. Dispersión Residuos vs valores pronosticados. SPSS

Finalmente, el diagrama Box plot (Gráfico 19) es concluyente al demostrar que la media del método lúdico (4,104) fue mayor que la del método tradicional (2,579), lo cual confirmó estadísticamente que la ruta de aprendizaje basada en juegos para conceptos de ergonomía generó un mayor aprendizaje en comparación con el método tradicional ejemplificado a través de cartillas informativas.

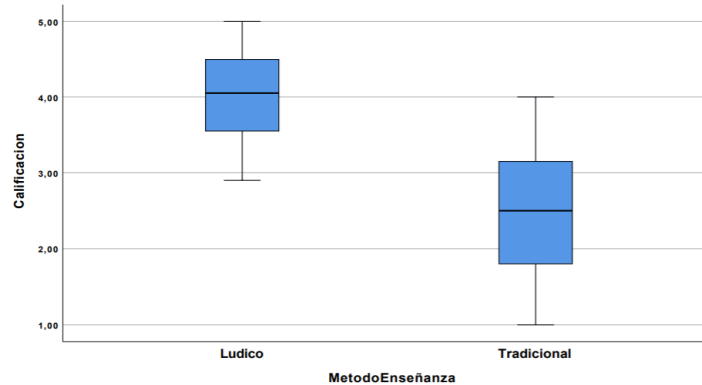


Gráfico 19. Box plot. Método de enseñanza. SPSS

Para observar en detalle el resultado estadístico del Análisis de Varianza – ANOVA, ver **ANEXO 27**.

Resultados – Percepción de los participantes

Para evaluar la manera y el grado de conformidad de los participantes en el experimento y la percepción de las lúdicas presentadas se empleó una encuesta basada en la percepción de imagen, y satisfacción de cliente medida mediante la escala de *likert* para evaluar opinión, se encontró lo siguiente:

Se tuvo como objetivo observar la percepción de los participantes frente a las siguientes afirmaciones:

1. Satisfacción de la necesidad de aprendizaje con respecto a capacitación ergonómica mediante una ruta de juegos lúdicos.
2. Calidad de los recursos físicos utilizados para los juegos.
3. Calidad de los recursos de diseño utilizados para los juegos.
4. Sí la capacitación mediante juegos lúdicos es mejor a la tradicional.
5. Percepción del experimento y el método lúdico, si es probable que vuelva a participar en capacitaciones de este enfoque.

El 83,3% de las personas estuvo totalmente de acuerdo en considerar que la ruta de aprendizaje presentada mediante los juegos lúdicos satisfizo las necesidades de aprendizaje en cuanto a la capacitación en ergonomía. Por otro lado, el 17% permaneció neutral.

El 66,7% de las personas estuvo totalmente de acuerdo con que la calidad de los recursos físicos utilizados (elementos físicos, fichas, tableros) fue alta y adecuada, y el 33,3 % estuvo simplemente de acuerdo.

El 75% de las personas está totalmente de acuerdo con que la calidad del diseño del juego (dificultad, entretenimiento, información) es alta y adecuada, y el 25 % estuvo simplemente de acuerdo.

El 66,7 % de las personas está totalmente de acuerdo con que la capacitación mediante los juegos lúdicos es una mejor opción frente a la capacitación tradicional (Cartillas informativas), un 8,3% estuvo simplemente de acuerdo y el otro 25% % de las personas permaneció neutral.

El 75 % de las personas afirmó que está totalmente de acuerdo en volver a participar en capacitaciones con este tipo de enfoque, y el 25% está de acuerdo, este tipo de pregunta o afirmación es usualmente interpretada con la satisfacción directa del participante y la calificación de este al servicio o actividad.



Gráfico 20. Resultados satisfacción. Autoría Propia

Impacto técnico

Se evidenció la importancia de la educación e innovación de los nuevos métodos lúdicos, ya que se ha demostrado que generan un mayor impacto de aprendizaje en los sujetos que la enseñanza tradicional. Es evidente que este método de desarrollo pedagógico ayuda a alcanzar los indicadores de desempeño necesarios en las organizaciones para evitar de manera constante accidentes o enfermedades laborales que pongan en peligro la salud de los trabajadores. Mejorar la enseñanza en las organizaciones es un factor de importancia, porque se demostró que su implementación puede disminuir las estadísticas negativas del Sistema de Riesgos Laborales el cual protege a los trabajadores del país, en los cuales se evidencian unos gastos que pueden ahorrarse, como en la salud al gobierno nacional por atenciones médicas (\$150 mil millones), en incapacidades temporales al mantener la capacidad adquisitiva de los trabajadores, ya que el sistema cubre el 100% del salario (\$197.000 millones) y en mayor productividad para los empleadores (\$365.000 millones), para un total de 712 mil millones anuales, a nivel país.

La aplicación del trabajo permitió evidenciar el juego como un nuevo componente de enseñanza, implementado desde objetivos específicos como la concentración, la atención y la convivencia, dinamizando relaciones al interior del aula, reforzando conceptos y desplegando saberes en equipo. Adicionalmente, los juegos demostraron ser un método que genera un aprendizaje constructivo cuando el participante contrapuso conceptos con hechos y hechos con conceptos durante la elaboración de manualidades, realización de dinámicas y demás actividades. De este modo, se concluye que las dinámicas lúdicas propuestas fueron propicias para generar estímulos relacionados al pensamiento concreto, imaginativo y abstracto, permitiendo de esta manera un aprendizaje por descubrimiento que proporciona motivación, alegría y deseos de aprender.

El aprendizaje lúdico tiene como estrategia que despierta el interés común de los participantes, que puede aprovecharse como recurso metodológico para desarrollar diferentes temas, ya que un ambiente lúdico transforma el discurso vertical y distanciado, cambiando el sistema de relaciones, pues interviene en las tensiones y contradicciones, las cuales se superan durante el desarrollo de los juegos. Por ello es necesario valorar el uso de esta herramienta en cuanto a las ventajas que ofrece para mejorar resultados educativos y propiciar convivencias amables.

Impacto financiero

Para lograr el comparativo financiero entre los dos métodos o formas de realizar capacitaciones sobre ergonomía (Tradicional y Lúdica), se recolectaron los costos tomados en el ejercicio práctico. Los costos fijos y variables se calcularon de forma anual y se estimaron por 10 años tomando el incremento de inflación, estos costos se evaluaron por grupo capacitado, permitiendo contemplar varios escenarios y los cambios financieros dependiendo la cantidad de trabajadores que se capaciten, mostrando los beneficios que tienen las herramientas lúdicas no solo para el aprendizaje significativo si no para efectos financieros en las compañías.

Para ambos métodos se utilizaron los siguientes costos fijos, se planteó un caso hipotético de un pago de arrendamiento de \$2'000.000 mensuales por un salón de aproximadamente 60 metros cuadrados, para las capacitaciones y los gastos de servicios referentes del mismo inmueble por mes internet \$77,900, seguridad y aseo, por \$3'000.000. Adicionalmente por única vez en el primer año, está el gasto de insumos por \$1'604.400, el cual comprende, 12 pupitres, 1 escritorio, 1 tablero acrílico y 4 marcadores. Estas obligaciones se multiplicaron por 12 (personas) para definir los costos anuales fijos. Adicionalmente se determinó un incremento del 4% anual para simular la inflación anual de estos costos. Dado que tanto las herramientas lúdicas como la forma tradicional no tienen una influencia en este tipo de montos, no se genera una variación en ninguno de los dos casos. Por otro lado, para los costos variables, primero se determinó una unidad de medida o grupo mínimo de capacitados, teniendo en cuenta que la herramienta lúdica tenía una capacidad máxima de 12 personas. En esta línea, se decidió que se trabajaría con dicha variable como unidad para el cálculo de los costos. Teniendo en cuenta esta unidad se calcularon los servicios públicos y el refrigerio para un grupo. En estos casos ninguno de los dos métodos genera una afectación diferente, ya que se capacitarían la misma cantidad de funcionarios.

	Costos Fijos		Costos Variables	
Tradicional	Salón	\$ 2.000.000	Energía	\$ 66.809
	TV e Internet	\$ 77.900	Insumos	\$ 72.000
	Celaduría	\$ 1.500.000	Agua	\$ 30.800
	Aseo	\$ 1.500.000	Capacitación	\$ 150.000
	Insumos	\$ 1.604.400	Refrigerio	\$ 60.000
Lúdico	Salón	\$ 2.000.000	Energía	\$ 66.809
	Celaduría	\$ 1.500.000	Agua	\$ 30.800
	Aseo	\$ 1.500.000	Refrigerio	\$ 60.000
	Insumos	\$ 1.604.400		
	Herramienta	\$ 411.900		

Tabla 7. Costos por metodología.

Para validar el costo de un capacitador, se tomó como referencia el valor promedio del cobro de una hora de capacitación \$30.000 y se estimó que se requerían cinco horas al mes para capacitar al grupo de empleados completo, dando un costo total de \$150.000. Este monto también se incrementó por un 4% anual. Adicionalmente en el método tradicional se validó la entrega de una cartilla para cada uno de los capacitados, generando un precio por unidad de \$6.000, que para el grupo total tuvo un costo de \$72.000, que al igual que en los montos anteriores, cada año se le incrementó un 4%.

Para los costos de la herramienta lúdica, se almaceno la cotización de los recursos necesarios para la realización de la herramienta, el cual tuvo un valor de \$311.900, y el costo de la fabricación de la misma que fue de \$100.000. Se tomó como vida útil de la herramienta cinco años, basados en la calidad de los materiales utilizados para su fabricación, y por ello se decidió que en el sexto año se realizaría la fabricación de una nueva herramienta para renovarla. Para calcular el costo de la renovación en el sexto año se le adicióno un 20% al costo. Uno de los beneficios económicos de las herramientas lúdicas es que se espera que nos permita la omisión de la cartilla, ya que es uno de los puntos financieros que genera una mayor variable entre las dos formas de capacitación. Con respecto al tiempo utilizado para la capacitación se utilizaron las dos horas exclusivas que deben tener los trabajadores (cuando la empresa tiene más de 50 funcionarios) para actividades recreativas, culturales y de capacitación (Ley 50 de 1990). Por tal motivo, no se consideró un gasto o algún efecto en la producción de la empresa.

En resumen, estas cifras nos permitieron definir que el método de las herramientas lúdicas generaría en promedio por año un ahorro del 15,8% (tomando como base un grupo de 60 empleados), incluyendo una actualización del material en sexto año. Realizando la comparación del gasto total en ambos métodos, tomando solo como referencia un grupo de capacitación (12 personas), se ve que la variación entre ambos se incrementó cada año principalmente por el ahorro de las cartillas que en total es de \$10'373.276, generando un promedio por los diez años de un ahorro anual de \$1'037.000, y entre los costos del capacitador y la herramienta se generó un ahorro promedio en los diez años de \$2'070.000 por año, generando un ahorro total de \$20'704.812. Es importante recalcar que estos valores se incrementan sustancialmente cuando se realizan los comparativos para cinco grupos (60 personas), llegando a ser por la cartilla \$51 millones de pesos y por la capacitación \$107 millones. Estas cifras se dan partiendo de la durabilidad de las herramientas lúdicas y del buen uso de las mismas.

Finalmente, al transcurrir 10 años la herramienta lúdica frente a la Tradicional, genera un ahorro total de \$159'015.167, siendo el método lúdico una mejor opción no solo económica, sino también con respecto al nivel de aprendizaje que adquieren los participantes.

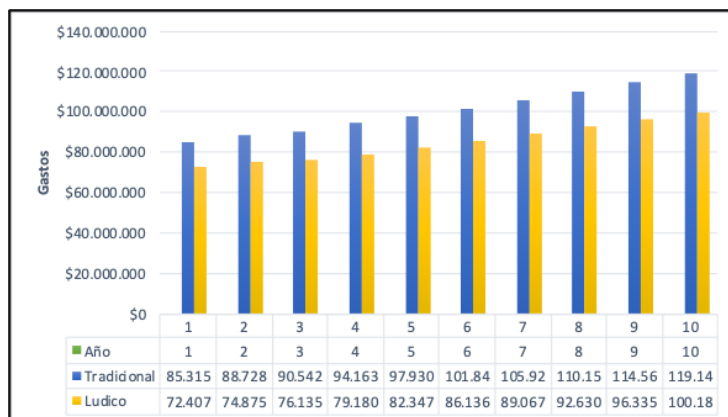


Gráfico 21. Gastos anuales por metodología.

Adicionalmente, entre mayor cantidad de trabajadores capacitados, mayor será el ahorro generado por el método lúdico; en este caso se está comparando por cantidad de trabajadores al finalizar los 10 años. Esto sucede ya que el precio de la cartilla es proporcional al número de participantes en la capacitación. Se evaluó la variación en el ahorro con el incremento de las personas capacitadas frente a los dos métodos, inicialmente nos generó un ahorro de un 3.9% para un solo grupo, pero si se maneja empresas de 120 empleados la variación llegaría a un 24.9%. Aunque inicia un incremento del 3% promedio entre cada grupo, cuando se llega al grupo 8 (capacitar 96 personas) el crecimiento en el ahorro disminuye a solo un 2%, siendo aun un porcentaje muy favorable de ahorro para la implementación de las herramientas lúdicas frente al método tradicional de capacitación.

Por otro lado, se realizó la comparación entre los costos de la herramienta lúdica frente al gasto que se genera en una empresa por accidentes de trabajo (AT) o enfermedades laborales, para ello se tomó como referencia la empresa Metcol SAS, que maneja un trabajo formal de sus trabajadores con 8 horas laborales al día y en total 63 trabajadores, los cuales adicional al salario, tienen pagos destinados a compensar el empleado por otros medios: seguridad social, ahorro pensional, cesantías, parafiscales, entre otros. Los accidentes de trabajo presentan en el sector de industria manufacturera una tasa de 6,8 accidentes de trabajo por cada 100 trabajadores, y las enfermedades laborales tienen una tasa de 60 por cada 100.000 trabajadores (0.06%). Adicionalmente se conoce que anualmente se aumenta la frecuencia en un 8,6% de AT, con estas cifras se calculó el gasto de nómina asumido por la empresa por año de los empleados incapacitados por accidentes laborales o enfermedades de trabajo, también las erogaciones por los reemplazos para los empleados. Estos cálculos se sumaron para tener una cifra generada de los gastos de accidentes laborales y se logró determinar que, aunque en el primer año la herramienta lúdica tiene un gasto 41,2% mayor que el gasto de la compañía en incapacidades, a partir del séptimo año el gasto de la herramienta lúdica es menor que el gasto en incapacidades en un 0,8%, este menor valor del gasto aumenta cada año, llegando en el décimo año a ser un 27% más económica la herramienta lúdica.

Año	Gasto Incapacidades	Gto Herramienta	Diferencia	%	
1	42551044,75	72407669,25	-29856624,5	-41,2%	
2	48058851,98	74875600,02	-26816748,04	-35,8%	-5,4%
3	54279589,78	76135304,98	-21855715,2	-28,7%	-7,1%
4	61305539,88	79180717,18	-17875177,3	-22,6%	-6,1%
5	69240928,96	82347945,87	-13107016,9	-15,9%	-6,7%
6	78203474,81	86136143,7	-7932668,892	-9,2%	-6,7%
7	88326132,59	89067538,25	-741405,6605	-0,8%	-8,4%
8	99759067,19	92630239,78	7128827,412	7,7%	-8,5%
9	112671880,8	96335449,37	16336431,48	17,0%	-9,3%
10	127256129,1	100188867,3	27067261,76	27,0%	-10,1%

Tabla 8. Gastos herramienta VS Gastos de no capacitar.

En conclusión, gracias al caso de estudio implementado en la empresa Metcol SAS, se identifica que la metodología de aprendizaje lúdica es la mejor opción tanto económicamente, como estadísticamente hablando del

aprendizaje obtenido, siendo una gran alternativa para implementar las capacitaciones de ergonomía en las organizaciones. Con base en el Consejo Colombiano de Seguridad (CCS), se obtuvieron en Colombia durante el año 2020, 4,4 accidentes de trabajo por cada 100 trabajadores, 503,6 enfermedades laborales calificadas por cada 100.000 trabajadores y 4,5 muertes por cada 100.000 trabajadores. Estos datos se pueden disminuir por medio de la metodología planteada, generando un ahorro significativo en las incapacidades generadas a causa del descuido de los trabajadores por falta de concomitamiento de la ergonomía en las industrias.

Para observar en detalle el resultado del análisis financiero, dirigirse al **ANEXO 28**.

Impacto Social

El cambio directo que surge de la aplicación del proyecto se encuentra a nivel técnico dentro de las organizaciones. Gracias al impacto generado mediante el nivel de aprendizaje del empleado (quien es uno de los principales usuarios afectados junto con las empresas), el impacto social es percibido en la medida que se mejora el aprendizaje relacionado a la aplicación de los principios ergonómicos en el ecosistema empresarial, lo cual genera una alteración positiva en los trabajadores, al promover acciones para disminuir el factor de ocurrencia de enfermedades y accidentes laborales que podrían afectar su capacidad laboral y reducir sus ingresos monetarios.

Finalmente, el impacto social también se puede medir en la mejora de la calidad de vida de los trabajadores que evitan trastornos musculoesqueléticos. Según el departamento de trabajo de E.U. (DOL), los trastornos musculoesqueléticos son responsables de un tercio de los días perdidos debido a enfermedades laborales. De acuerdo a la ONU (Organización de las Naciones Unidas), al aumentar la esperanza de vida y reducir algunas de las causas de muerte comunes, se impacta uno de los objetivos para el desarrollo sostenible, correspondiente a la salud y bienestar. Además, sumado a esto se perciben beneficios para la empresa ya que también se cumplen los objetivos de educación e innovación, al ser una ruta de aprendizaje nueva con métodos lúdicos que propone nuevos retos y un uso más eficiente de recursos, así mismo, genera un beneficio a mediano plazo reduciendo los costos de contratación, formación, incapacidades y pagos extraordinarios a la seguridad social. Por último, otro de los objetivos de recursos humanos y metas empresariales impactados en un menor nivel es el ambiental, debido a que un sistema de capacitación para empresas autocontenido necesita menos recursos físicos y humanos, lo cual resulta en mejor utilización de los recursos y disminución de la huella de carbono por eliminación de actividades.

6. Conclusiones

El objetivo principal de este trabajo de grado consistió en planear y producir una ruta de aprendizaje lúdica, a partir de los modelos de aprendizaje novedosos encontrados en la literatura, para posteriormente medir su efectividad y percepción de los usuarios frente a una ejemplificación (cartillas informativas) del modelo actual tradicional con el cual se llevan a cabo las capacitaciones laborales de ergonomía en la mayoría de empresas del país.

Con el fin de dar comienzo al proceso de diseño y la planeación de la ruta, se realizó una búsqueda de la situación actual en cuanto a la capacitación de empleados en ergonomía, y a los modelos y métodos con mejores resultados a nivel de aprendizaje de las últimas 2 décadas. De esta búsqueda se encontró evidencia que el aprendizaje era mejor a medida que el método se alejaba de los métodos tradicionales de enseñanza que estaban constituidos por competencias con recursos pobres y poco innovadores. Por otro lado, se encontró que la eficacia del aprendizaje tiene mejores resultados cuando es de carácter activo, el cual se basa en metodologías didácticas y en problemas experimentales semejantes al contexto real con retroalimentación inmediata. Finalmente se escogió como herramienta base para la ruta de capacitación la estrategia versátil y lúdica de los *Serious games*, utilizados con fines académicos pero dotados de recursos lúdicos e inmersivos que ayudan al participante a apropiarse del conocimiento, y frecuentemente optar cambios emocionales y comportamentales dirigidos a reducir los índices de enfermedades y accidentes laborales.

Así pues, partiendo de la definición de los ejes temáticos para el desarrollo de la ruta de aprendizaje, metodologías como *AGD Scope Model* y *Product development process by Pahl and Beitz*, fueron fundamentales para el diseño conceptual y físico del prototipo funcional implementado para la justificación estadística.

Ante este escenario y a raíz del análisis de los resultados del experimento, concluimos que las metodologías lúdicas propuestas en la ruta de aprendizaje generan un aprendizaje notablemente mayor con respecto al método tradicional representado por las cartillas informativas, para un primer análisis, se encontró que para los 4 módulos de la ruta la diferencia de medias es mayor a 1 unidad, se comprobó en todos de los módulos que esta diferencia es estadísticamente significativa, al mismo tiempo mediante el análisis de varianza de un factor ANOVA se encontró que el factor método es significativo a la hora de explicar los cambios en la variable nivel de aprendizaje, también se concluye que el nivel de aprendizaje no está condicionado por el sujeto que realiza la prueba, sino únicamente por el método de enseñanza, con esta información y observando el diagrama Box plot que reflejaba una diferencia del nivel de aprendizaje según el método, se confirmó estadísticamente que la ruta de aprendizaje basada en juegos para conceptos de ergonomía generó un mayor aprendizaje en comparación con el método tradicional ejemplificado a través de cartillas informativas.

Por otra parte, la metodología de aprendizaje lúdica es la mejor opción tanto económicamente, como estadísticamente hablando del aprendizaje obtenido, siendo una gran alternativa para implementar las capacitaciones de ergonomía en las organizaciones. Las cifras permitieron definir que en promedio por año un ahorro del 15,8% (tomando como base un grupo de 60 empleados) y realizando la comparación del gasto total en ambos métodos tomando solo como referencia un grupo de capacitación (12 personas), se ve que la variación entre ambos se incrementa cada año principalmente por el ahorro de las cartillas que en total es de \$10'373.276, generando un promedio por los diez años de un ahorro anual de \$1'037.000 y entre los costos del capacitador y la herramienta se genera un ahorro promedio en los diez años de \$2'070.000 por año, con un ahorro total de \$20'704.812. Adicionalmente, evaluando la variación en el ahorro con el incremento de las personas capacitadas frente a los dos métodos, inicialmente nos generó un ahorro de un 3.9% para un solo grupo, pero si se maneja empresas de 120 empleados la variación llegaría a un 24.9%, esto sucede ya que, a mayor cantidad de trabajadores capacitados, mayor será el ahorro generado por el método Lúdico, esto sucede ya que el precio de cartilla es proporcional al número de participantes en la capacitación.

En conclusión, el resultado de esta tesis fue un desarrollo de un proyecto de diseño e investigación que nos ayudó y motivó a utilizar herramientas de diagnóstico, desarrollo y evaluación como métodos cualitativos, software de diseño y estadística. Aparte de los recursos físicos e intelectuales del diseño de los juegos, el aporte radica en el impacto de los resultados, es un tema de bastante interés en todo el mundo y en especial en Colombia ya que es un país con altos indicadores de ocurrencia de accidentes y aparición de enfermedades laborales. El impacto social se enfoca en la mejora de la calidad de vida de los trabajadores y su competencia, y en cuanto al económico, se enfoca en las empresas, ya que se logra demostrar el beneficio económico directo de la aplicación de esta metodología, junto con el de mediano plazo de reducción de costos por accidentes y enfermedades laborales en los que incurren las empresas. Estos impactos conjuntamente contribuyen al desarrollo de prácticas y mejoras en la capacitación de empleados en ergonomía y una mejora en general del ecosistema empresarial colombiano. Para continuidad se recomienda el apoyo de los módulos con material virtual, se recomienda validación experimental que no esté sujeta a las restricciones actuales para poder estudiar el efecto de más factores en la variable de aprendizaje.

7. Anexos.

No. ANEXO	Nombre	Tipo de Archivo
1	Ejes temáticos de la ruta de aprendizaje	PDF
2	Diseño conceptual Turm Ergonomic	PNG
3	Diseño conceptual Nosferatu	PDF, PNG
4	Diseño conceptual Échele mente	PNG
5	Diseño conceptual Ergojob	PDF
6	Imágenes del Turm Ergonomic	JPG
7	Imágenes de Nosferatu	JPG
8	Imágenes del Échele mente	JPG
9	Imágenes del Ergojob	JPG
10	Bibliografía conceptual	EXCEL
11	Cartilla informativa Fundamentos de Ergonomía	PDF
12	Cartilla informativa Ergonomía cognitiva	PDF
13	Cartilla informativa Ergonomía física mecánica	PDF
14	Cartilla informativa Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo.	PDF
15	Cuestionario Fundamentos de Ergonomía	PDF
16	Cuestionario Ergonomía cognitiva	PDF
17	Cuestionario Ergonomía física mecánica	PDF
18	Cuestionario Práctica en espacios de trabajo de oficina y teletrabajo.	PDF
19	Encuesta de percepción	PDF
20	Infografía Protocolo de bioseguridad y Consentimientos informados	PNG
21	Resultados Cuestionarios	EXCEL
22	Resultados Encuesta de percepción	EXCEL
23	Resultado estadístico Modulo 1	PDF
24	Resultado estadístico Modulo 2	PDF
25	Resultado estadístico Modulo 3	PDF
26	Resultado estadístico Modulo 4	PDF
27	Resultado estadístico Análisis factorial	PDF
28	Análisis financiero	EXCEL

Tabla 9. Anexos. Elaboración propia.

8. Glosario

- *Accidentes*: Es aquel acontecimiento eventual, que muchas veces ocasiona algún daño, o que al menos altera la normalidad de los hechos. Los accidentes suceden en forma inesperada, y tienen que tener una conexión causal con el hecho imprevisto que lo motiva.
- *Actividades lúdicas*: Es aquello que se puede realizar en el tiempo libre con el objetivo de liberar tensiones, salir de la rutina diaria y para obtener un poco de placer, diversión y entretenimiento.
- *Cifras de morbimortalidad*: Es el índice de personas que padecen enfermedad en una región y período determinado. La morbimortalidad se refiere al conjunto de enfermedades mortales que han afectado a una cantidad de personas en un tiempo y lugar determinados.
- *Cifras de mortalidad*: Es el índice o número de defunciones, en una población y tiempo determinados.
- *Coaching*: Es entrenamiento en habilidades de comunicación y de liderazgo que fomentan el autoconocimiento y el contacto de la persona con su entorno.
- *Comportamientos inseguros*: Se refieren a todas las acciones y decisiones humanas, que pueden causar una situación insegura o incidente, con consecuencias para el trabajador, la producción, el medio ambiente y otras personas.
- *Exposiciones agudas*: Contacto hecho entre un agente químico, físico, o biológico y un organismo, durante un período corto de tiempo.
- *Estrategias pedagógicas lúdicas*: Son aquellas acciones que realiza el maestro con el propósito de facilitar la formación y el aprendizaje de las disciplinas en los estudiantes. Bajo la óptica de la lúdica cuya dimensión del desarrollo humano fomenta el desarrollo psicosocial, la adquisición de saberes, la conformación de la personalidad, es decir encierra una gama de actividades donde se cruza el placer, el goce, la actividad creativa y el conocimiento.
- *Exposiciones crónicas*: Contacto con una sustancia que se produce durante un período largo de tiempo (más de 1 año).
- *Feedback*: El feedback es una respuesta dada a algún estímulo como forma de evaluarlo.
- *Grupos focales*: Es una técnica de investigación de marketing cualitativo realizada para probar productos, servicios, ideas, embalajes, fijación de precios, publicidad, concepto, o cualquier otra actividad de marketing que una compañía pueda estar dispuesta a realizar.
- *Hipoacusia neurosensorial*: Supone una pérdida auditiva que puede deberse a dos problemas diferentes: pérdida sensorial que afecta al oído interno o bien al nervio auditivo.
- *Lesiones anatómicas*: Son aquellas afecciones que alteran el cuerpo humano en su estructura y morfología, que pueden ser de origen intrínseco o extrínseco
- *Lesiones fisiológicas*: Son aquellas afecciones que se deben a alteraciones en el funcionamiento de los órganos, los tejidos o las células.
- *Lesiones psicológicas*: Se refiere a una alteración clínica aguda que sufre una persona como consecuencia de haber experimentado un suceso violento y queda incapacitada significativamente para hacer frente a los requerimientos de la vida cotidiana a nivel personal, laboral, familiar o social.
- *Lumbago*: El lumbago se refiere a un dolor que se siente en la región lumbar, ya sea rigidez en la espalda, disminución del movimiento o dificultad para pararse.
- *Mentoring*: Es una herramienta personalizada de desarrollo profesional, en la que reconocidos profesionales cualificados comparten conocimientos, habilidades, experiencias, aprendizajes y ofrecen consejos, información y guía a un directivo, apoyándose para desarrollar respuestas a sus retos y situaciones de carrera.
- *Patologías*: Se enfoca en las enfermedades del ser humano o el grupo de síntomas asociadas a una determinada dolencia.
- *Riesgos laborales*: Se relaciona con todos aquellos aspectos del contexto del trabajo que son susceptibles de causar daños a los individuos, se trate de un perjuicio físico, mental o psicosocial que afecte al trabajador en su integridad y dignidad personal.
- *Seguridad ocupacional/salud ocupacional*: Es una multidisciplina en asuntos de protección, seguridad, salud y bienestar de las personas involucradas en el trabajo. Los programas de seguridad e higiene industrial buscan fomentar un ambiente de trabajo seguro y saludable.
- *Serious games*: Son aquellos cuyo objetivo principal NO es la diversión o el entretenimiento, sino el aprendizaje o la práctica de habilidades.
- *Síndrome de conducto carpiano*: Afección en la cual existe una presión excesiva en el nervio mediano. Este es el nervio en la muñeca que permite la sensibilidad y el movimiento a partes de la mano.

- *Síndrome del manguito rotador*: Una lesión del manguito de los rotadores puede causar un dolor sordo en el hombro, que a menudo empeora cuando intentas dormir del lado afectado.
- *Síntomas musculoesqueléticos*: Afectan principalmente a la espalda, el cuello, los hombros y las extremidades. Se incluye en ellos cualquier daño o trastorno de las articulaciones u otros tejidos.
- *Trastornos de disco intervertebral*: Es una patología muy frecuente, sobre todo a nivel cervical y lumbar de la columna por ser los segmentos más móviles.

Referencias

- Adobe Inc. Realised 2021. Adobe Illustrator for Windows. Version 25.2.1.
- Burke, M. J., Sarpy, S. A., Smith-Crowe, K., Chan-Serafin, S., Salvador, R. O., & Islam, G. (2006). *Relative effectiveness of worker safety and health training methods*. *American Journal of Public Health*, 96(2), 315–324. doi: 10.2105/AJPH.2004.059840
- Bassey Etuknwa, A., & Humphries, S. (2018). *A Systematic Review on the Effectiveness of Ergonomic Training Intervention in Reducing the Risk of Musculoskeletal Disorder*. *Journal of Nursing and Health Studies*, 03(02), 1–10. doi: 10.21767/2574-2825.1000032
- Bezanilla, M. J., Arranz, S., Rayón, A., Rubio, I., Menchaca, I., Guenaga, M., & Aguilar, E. (2014). *A proposal for generic competence assessment in a serious game*. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 3(1), 42–51. doi: 10.7821/naer.3.1.42-51
- Bloom, B.S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals – Handbook 1, Cognitive Domain*. New York, NY: David McKay Co Inc.
- Buchinger, D., & da Silva Hounsell, M. (2018). *Guidelines for designing and using collaborative-competitive serious games*. *Computers and Education*, 118(October 2017), 133–149. doi: 10.1016/j.compedu.2017.11.007
- Bui, P., Rodríguez-Aflecht, G., Brezovszky, B., Hannula-Sormunen, M. M., Laato, S., & Lehtinen, E. (2020). *Understanding students' game experiences throughout the developmental process of the number navigation game*. *Educational Technology Research and Development*, 68(5), 2395–2421. doi: 10.1007/s11423-020-09755-8
- Concepto de accidente. (2020). En *DeConceptos*. <https://deconceptos.com/general/accidente>
- Diego-Mas, J. A., Alcaide-Marzal, J., & Poveda-Bautista, R. (2020). *Effects of using immersive media on the effectiveness of training to prevent ergonomics risks*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7). doi: 10.3390/ijerph17072592
- Duque Mosquera, C. (20 de Agosto de 2014). consultas-laborales.com.co. Obtenido de consultas-laborales.com.co: http://consultas-laborales.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=400:capacitacion-obligacion-del-empleador-riesgos-laborales&catid=1:laboral&Itemid=86#:~:text=NORMA%20GEN-ERAL,de%20trabajo%20y%20enfermedades%20laborales.
- Echeburúa, E., & De Corral, P. (2005) *¿Cómo evaluar las lesiones psíquicas y las secuelas emocionales en las víctimas de delitos violentos?* Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.masterforense.com/pdf/2005/2005art3.pdf>
- Estrategias lúdico pedagógicas para el fortalecimiento de los procesos académicos en los estudiantes de noveno grado del colegio Maria Montessori de Cartagena (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/332/NaicyMariaCastillaBatista.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Exposición aguda - significado, definición, traducción y sinónimos para exposición aguda. (2020). En *Boletín Agrario*. de <https://boletinagrario.com/ap-6,exposicion+aguda,2545.html>
- Fasecolda. (2020). *Estadísticas de accidentes y enfermedad laboral*. Recuperado de: <https://sistemas.fasecolda.com/rldatos/Home.aspx>.
- Figueroba, A. (2020). Los 4 tipos de enfermedad: infecciosas, carenciales, genéticas y fisiológicas. Recuperado 15 Agosto 2020, de <https://viviendolosalud.com/enfermedades/tipos-enfermedad>
- Exposición crónica. (2020). En *GreenFacts*. <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/exposicion-cronica.htm#:~:text=Definici%C3%B3n%3A,de%20los%20seres%20humanos%5D>
- ARL Sura (2020). Glosario. <https://arlsura.com/index.php/glosario-arl#:~:text=Se%20refieren%20a%20todas%20la,informar%20o%20corregir%20condiciones%20inseguras>
- Hall, J., Wyeth, P., & Johnson, D. (2014). *Instructional objectives to core-gameplay: A serious game design technique*. CHI PLAY 2014 - Proceedings of the 2014 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, 121–130. doi: 10.1145/2658537.2658696
- Hendrick, (2008) *Applying ergonomics to systems: Some documented "lessons learned"*, University of Southern California, Los Angeles, CA, USA, pg 2,6. doi: 10.1016/j.apergo.2008.02.006
- Hipoacusia neurosensorial - GAES. (2020). Retrieved 15 agosto 2020, de <https://www.gaes.es/blog/noticias/hipoacusia-neurosensorial/>
- Hrehovcsik, M. M. (2014). *Teaching "applied" game design*. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*, 9(11), 243–254. doi: 10.14257/ijmue.2014.9.11.24
- Informe de Sostenibilidad 2018. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de https://www.alpina.com/Portals/_default/Sostenibilidad/Informes-sostenibilidad/Informe-de-Sostenibilidad-2018.pdf

- International Organization for Standardization. (2019). *Measurement of antiviral activity on plastics and other non-porous surfaces (ISO/DIS Standard No.21702)*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/71365.html>
- International Organization for Standardization. (2011). *Measurement of antibacterial activity on plastics and other non-porous surfaces (ISO/DIS Standard No.22196)*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/54431.html>
- International Organization for Standardization. (2018). *Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. (ISO/DIS Standard No.45001)*. Recuperado de <https://www.iso.org/iso/45001-occupational-health-and-safety.html>
- International Organization for Standardization. (2016). *Ergonomics principles in the design of work systems. (ISO/DIS Standard No.6385)*. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/63785.html>
- José David Castilla, “Gobierno presentará ley para proteger a las Pyme, como sucedió en Chile,” La República, 2019. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/empresas/gobierno-presentara-propuesta-para-revolucionar-el-sector-de-las-pyme-2811313>. [Accessed: 30-Oct-2020].
- Kallo, V., Mohan, P., & Kinshuk. (2016). *Un proceso de investigación para mejorar el diseño de un juego de aprendizaje de matemáticas. International conference on advance learning Technologies*, 117-119.
- Lesión del manguito de los rotadores - Síntomas y causas - Mayo Clinic. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/rotator-cuff-injury/symptoms-causes/syc-20350225>
- Ministerio de Trabajo Nacional (2016, 15 de abril). Decreto N° 1017 de 2015. *Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*.
- Ministerio de Trabajo Nacional (2014, 31 de julio). Decreto N° 1443 de 2014. *Decreto del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo*.
- Ministerio de Trabajo Nacional (2014, 05 de agosto). Decreto N° 1477 de 2014. Tabla de enfermedades laborales.
- Modelo de Madurez de Ergonomía para Empresas (MMEE). (2012). *El Hombre y La Máquina*, 40, 22–30.
- MORENO J, MURILLO O, RUBIO V. (2011, agosto). Trabajo de grado seguridad industrial y salud ocupacional para optar al título de ingeniero industrial
- Moreno, J., Murillo, O., & Rubio, V. (2011). *Trabajo de grado seguridad industrial y salud ocupacional para optar al título de ingeniero industrial. Medellín: Universidad San Buenaventura de Medellín*.
- Ordonez Hernandez, C. (2016). *Sobre las enfermedades laborales. Revista colombiana de salud ocupacional*, 1-2.
- Patología del disco intervertebral: Discopatías, hernia discal. Artrosis. Estenosis del canal raquídeo. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/420-2014-02-18-29-Patologia-del-disco-Intervertebral.pdf>
- Principal, P., médica, E., & agudo, L. (2020). *Lumbago agudo: MedlinePlus enciclopedia médica*. Recuperado 15 Agosto 2020, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007425.htm>
- Principal, P., médica, E., & carpiano, S. (2020). *Síndrome del túnel carpiano: MedlinePlus enciclopedia médica*. Recuperado 15 agosto 2020, de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>
- Qué es coaching - FAQ - Definición, tipos y herramientas - EEC. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.esuelacoaching.com/que-es-coaching-ser-coach/>
- Que es un Grupo Focal | SIS International Research. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.sisinternational.com/que-es-un-grupo-focal/>
- Real Academia Española [RAE]. (2020). *Definición de patología*. Consultado el 23 de noviembre de 2020 <https://definicion.de/patologia/>
- Real Academia Española [RAE]. (2020). *Definición de salud ocupacional*. Recuperado 15 agosto 2020, de <https://definicion.de/salud-ocupacional/>
- Riño-Casallas MI, Palencia-Sánchez F. Los costos de la enfermedad laboral: revisión de literatura. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*. 2015; Recuperado 15 junio 2021; 33(2): 218-227. DOI: 10.17533
- Reporte de Sostenibilidad 2009. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de https://www.ecopetrol.com.co/wps/wcm/connect/66576a71-5c15-41cd-8f20-79764a533f72/ECO_Reporte_Sostenibilidad_2009_GRI.pdf?MOD=AJPERES&attachment=true&id=1583705677658
- Revista Dinero. (2020, julio 28). *dinero.com*. Recuperado de [dinero.com: https://www.dinero.com/pais/articulo/numero-de-enfermedades-y-muertes-laborales-en-colombia-en-2019/293865](https://www.dinero.com/pais/articulo/numero-de-enfermedades-y-muertes-laborales-en-colombia-en-2019/293865)
- Ricci, F., Chiesi, A., Bisio, C., Panari, C., & Pelosi, A. (2016). *Effectiveness of occupational health and safety training: A systematic review with meta-analysis. Journal of Workplace Learning*, 28(6), 355–377. doi: 10.1108/JWL-11-2015-0087
- Rodriguez;Perez;Montero.(2012) *Modelo de Madurez de Ergonomía para Empresas (MMEE) El Hombre y la Máquina*, núm. 40, septiembre-diciembre, 2012, pp. 22-30.
- Ruiz Villar, M. C., & Díaz Cerón, A. M. (2015). *uv.mx*. Cauca: Institución Educativa del Cauca. Obtenido de [uv.mx: https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/capacitar1996.pdf](https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/capacitar1996.pdf)
- Saavedra, Paredes, Quintana. (2021). Análisis de la Frecuencia Cardíaca relacionada con las variables de altura y frecuencia en el Levantamiento de cargas.doi: 10.12961

- Sandino, D., Matey, L. M., & Vélez, G. (2013). *Design thinking methodology for the design of interactive real-time applications. Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8012 LNCS (PART 1), 583–592. doi: 10.1007/978-3-642-39229-0_62
- Seguridad y Salud Ocupacional. (2020). *Definición*. Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.rubenapaza.com/2012/12/seguridad-y-salud-ocupacional-definicion.html#:~:text=La%20Seguridad%20y%20Sa-lud%20Ocupacional,de%20trabajo%20seguro%20y%20saludable>
- Significado de Anatomía. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.significados.com/anatomia/>
- Significado de Lúdico. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.significados.com/ludico/#:~:text=Actividades%20C3%BAlicas,Ampl%20C3%ADan%20la%20expresi%C3%B3n%20corporal>
- Significado de Morbilidad. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.significados.com/morbilidad/#:~:text=Si%20morbilidad%20es%20el%20C3%ADndice,personas%20en%20un%20tiempo%20y>
- Significado de Riesgo laboral. (2020). *Qué es, Definición y Concepto*. Recuperado 15 agosto 2020, de <https://quesignificado.com/riesgo-laboral/>
- IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Team, G. (2020). *Lo que necesitas saber sobre serious games y game-based learning*. Ejemplos. Recuperado 15 agosto 2020, de <https://www.game-learn.com/lo-que-necesitas-saber-serious-games-game-based-learning-ejemplos/>
- Tigres, T. (2020). *Qué es Mentoring | Mentoring Healthcare*. Recuperado 15 Agosto 2020, de <https://www.mentoringhealthcare.com/es/que-es-mentoring/>
- Tomiyama, T., Gu, P., Jin, Y., Lutters, D., Kind, C., & Kimura, F. (2009). *Design methodologies: Industrial and educational applications. CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58(2), 543–565. doi: 10.1016/j.cirp.2009.09.003
- Trastornos musculoesqueléticos - *Salud y seguridad en el trabajo* - EU-OSHA. (2020). Recuperado 15 agosto 2020, de <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
- Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). *Research through design as a method for interaction design research in HCI*. Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, January, 493–502. doi: 10.1145/1240624.1240704