



**UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO**  
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN



## **ANÁLISIS DE PATRONES DE MOVIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL TIRO LIBRE EN BALONCESTO**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN TECNOLOGÍAS PARA EL APRENDIZAJE Y EL CONOCIMIENTO**

PRESENTA:

**MARÍA JOSÉ VÁZQUEZ SANTOS**

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

**DR. JUAN DE DIOS GONZÁLEZ TORRES**

BAJO LA CODIRECCIÓN DE:

**MTE. ÓSCAR ALBERTO GONZÁLEZ GONZÁLEZ**

**CUNDUACÁN, TABASCO, A: OCTUBRE, 2024**

### Declaración de Autoría y Originalidad

En la ciudad de Cunduacán el día 18 del mes Octubre del año 2024 el que suscribe María José Vázquez Santos alumna(o) del Programa de Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento con número de matrícula 221H20004 adscrito a la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor(a) (es) de la Tesis presentada para la obtención del Grado, titulada Análisis de Patrones de Movimiento para la Evaluación del Tiro Libre en Baloncesto dirigida por dirigida por Dr. Juan de Dios González Torres.

#### DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de: originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

Villahermosa, Tabasco a 18 de Octubre 2024.



María José Vázquez Santos

Cunduacán, Tabasco a 17 de octubre de 2024

Oficio No. 1316/DACYTI/CP/2024

Asunto: Autorización de impresión de Tesis

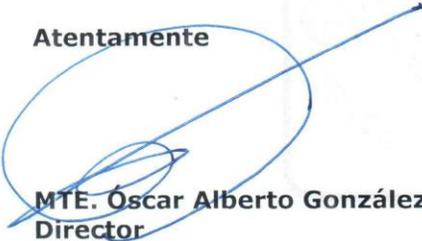
**C. María José Vázquez Santos**

Egresada de la Maestría en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional "**Análisis de patrones de movimiento para la evaluación del tiro libre en baloncesto**", para presentar examen y obtener el Grado de Maestra en Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

  
MTE. Óscar Alberto González González  
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ  
AUTÓNOMA DE TABASCO



C.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado DACYTI  
Archivo.  
Consecutivo.

M.T.E. OAGG/EAGA

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1. Colonia Esmeralda, C.P. 86690.  
Cunduacán, Tabasco, México.  
Tel: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870  
E-mail: direccion.dacyti@ujat.mx

www.ujat.mx

## Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 08 Octubre.

Por medio de la presente manifestamos haber colaborado como AUTOR(A) y/o AUTORES (RAS) en la producción, creación y/o realización de la obra denominada Análisis de patrones de movimiento para la evaluación de tiro libre en baloncesto Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

### COLABORADORES

María José Vázquez Santos  
DR. Juan de Dios Gonzáles Torres  
MTE. Oscar Alberto González Gonzalez  
ALUMNO(A) O EGRESADA(O).  
DIRECTOR(A) Y CODIRECTOR(A)

  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### TESTIGOS

  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 

## Dedicatoria

*A mis padres, por su amor incondicional y su constante apoyo. Gracias por creer en mí en cada paso del camino, este logro es tan suyo como mío.*

*A mis profesores, por sus valiosas enseñanzas y por guiarme en este viaje académico con dedicación y paciencia. Sus consejos y sabiduría me acompañarán siempre.*

*A mis amigos, por estar presentes en los momentos más difíciles, por las risas y las largas charlas que me ayudaron a mantenerme firme. Su compañía fue indispensable para llegar hasta aquí.*

*A mis perritas, quienes con su compañía incondicional y alegría me dieron momentos de paz y felicidad en los días más duros. Gracias por estar siempre ahí, recordándome la importancia de las pequeñas cosas.*

*Y finalmente, a mí mismo, por la persistencia, por seguir adelante a pesar de los obstáculos, y por nunca perder de vista mis sueños. Este es solo el principio de todo lo que está por venir.*

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en cada paso de este camino. Su presencia me dio la paz y la confianza necesarias para enfrentar los momentos de incertidumbre, y a Él le dedico este logro con profundo agradecimiento.

A mis padres, quienes siempre estuvieron a mi lado con su apoyo incondicional. Su amor, sacrificios y palabras de aliento me han permitido llegar hasta aquí. Este logro es tanto suyo como mío.

A mis profesores, gracias por compartir su conocimiento y por haberme guiado a lo largo de este proceso. Sus enseñanzas han sido una fuente invaluable de inspiración y crecimiento, tanto académico como personal.

A mis compañeros, con quienes compartí noches de estudio y momentos de incertidumbre, gracias por su apoyo y complicidad. Juntos superamos los desafíos y construimos recuerdos que llevaré conmigo siempre.

A mis amigas, gracias por escucharme, animarme y, sobre todo, por hacerme reír en los momentos más difíciles.

A mis mascotas, que con su ternura y compañía me ayudaron a desconectar del estrés y me brindaron momentos de alegría en los días más largos.

Finalmente, me agradezco a mí mismo por no rendirme, por perseverar y por enfrentar cada obstáculo con determinación. Este es el resultado del esfuerzo, pero también el comienzo de un nuevo capítulo lleno de oportunidades y aprendizajes.

# Índice de Contenido

<b>Capítulo I. Introducción</b> .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Pregunta de investigación.....	2
1.3. Hipótesis o supuesto.....	2
1.4. Objetivos.....	2
1.4.1. Objetivo general.....	2
1.4.2. Objetivos específicos.....	2
1.5. Justificación.....	3
1.6. Metodología.....	4
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	7
2.1. Marco referencial.....	8
2.2. Marco conceptual.....	10
2.3. Marco Tecnológico.....	14
2.4. Marco legal.....	15
<b>Capítulo III. Aplicación de la Metodología</b> .....	16
3.1. Muestreo.....	16
3.2. Diseño Experimental.....	16
3.3. Procedimiento.....	18
3.4. Análisis de datos.....	20
<b>Capítulo IV. Resultados y Discusión</b> .....	27
4.1. Resultados.....	27
4.2. Discusión.....	34
<b>Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	36
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones.....	37
<b>Referencias citadas</b> .....	38
 Anexo. Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional.....	43

# Índice de tablas

## Capítulo III

Tabla 3.1 Coordenadas que detecta la herramienta.....21

## Capítulo IV

Tabla 4.1.....32

Tabla 4.2.....32

Tabla 4.3.....33

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
México.

# Índice de figuras

## Capítulo II

Figura 2.1 Modelo TPACK.....	11
------------------------------	----

## Capítulo III

Figura 3.1 Archivos de datos .csv .....	17
---	----

Figura 3.2 Descripción gráfica de los tiros libres.....	18
---	----

Figura 3.3 Diagrama del proceso de investigación .....	20
--	----

Figura 3.4 Lanzamiento.....	23
-----------------------------	----

Figura 3.5 Toma lateral y toma frontal.....	24
---	----

Figura 3.6 Datos capturados en X encestado .....	25
--	----

Figura 3.7 Datos capturados en y encestado .....	25
--	----

Figura 3.8 Datos capturados en X no encestado .....	26
---	----

Figura 3.9 Datos capturados en Y no encestado .....	26
---	----

## Capítulo IV

Figura 4.1 Interfaz de Holistic.....	27
--------------------------------------	----

Figura 4.2 Interfaz jamovi.....	28
---------------------------------	----

Figura 4.3 Posiciones .....	29
-----------------------------	----

## Título

Análisis de patrones de movimiento para la evaluación del tiro libre en baloncesto

## Resumen

El análisis multimodal se emplea para recolectar datos sobre las interacciones de los estudiantes a través de diversas modalidades, como video, audio y datos sensoriales. Esto facilita una comprensión más profunda de los factores que afectan el aprendizaje, permitiendo identificar patrones de comportamiento que indican niveles de atención o estrés.

El presente estudio se centra en la integración de la inteligencia artificial y el análisis multimodal en la enseñanza del baloncesto, específicamente en la técnica del tiro libre, se establece que los docentes deben poseer conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para implementar eficazmente las tecnologías de la información y la comunicación en su práctica docente. El enfoque de esta investigación es de corte cualitativo ya que fue necesaria la participación de toda persona implicada en la investigación y sumergirse para la comprensión de la situación.

El objetivo principal fue Evaluar la precisión de la motricidad involucrada en el tiro libre en alumnos de baloncesto mediante el uso de la inteligencia artificial. El estudio involucra a estudiantes de baloncesto, cuyas habilidades motrices son analizadas utilizando una cámara web respaldada por Inteligencia Artificial (IA), capaz de rastrear puntos clave del cuerpo durante la ejecución del tiro libre. Se utilizan herramientas como el software Holistic para el procesamiento de video y jamovi para el análisis estadístico de los datos recopilados.

El uso de Chat GPT, permitió, además, se usó como apoyo para la interpretación de los datos estadísticos.

Las conclusiones evidenciaron variaciones significativas en las posiciones y movimientos necesarios para realizar un tiro libre exitoso. Esta investigación no solo proporciona una base empírica sobre la técnica del tiro libre, sino que también destaca la importancia de personalizar el aprendizaje a través del uso de tecnologías digitales avanzadas, optimizando así la enseñanza y mejorando el rendimiento deportivo.

## Abstract

Multimodal analysis is employed to collect data on student interactions through various modalities such as video, audio, and sensory data. This approach facilitates a deeper understanding of the factors that affect learning, allowing the identification of behavior patterns that indicate levels of attention or stress.

The present study focuses on the integration of artificial intelligence and multimodal analysis in basketball teaching, specifically in the free-throw technique. It establishes that teachers must have technological, pedagogical, and content knowledge to effectively implement information and communication technologies in their teaching practice. The approach of this research is qualitative and descriptive, as it required the participation of all individuals involved in the study and an immersive understanding of the situation.

The main objective is to evaluate the precision of motor skills involved in free-throw shooting in basketball students through the use of artificial intelligence. The study involves basketball students, whose motor skills are analyzed using an AI-supported webcam capable of tracking key body points during free-throw execution. Tools such as Holistic software for video processing and Jamovi for statistical analysis of the collected data are utilized.

The conclusions revealed significant variations in the positions and movements necessary to successfully perform a free throw. This research not only provides an empirical basis on the free-throw technique but also highlights the importance of personalizing learning through the use of advanced technologies, optimizing teaching, and improving sports performance.

## Palabras claves

Análisis multimodal, Inteligencia Artificial, Tiro libre en baloncesto, Learning Analytics, Holistic

# Capítulo I. Introducción

## 1.1. Planteamiento del problema

Cuando se habla de la inclusión de tecnología digital en los procesos de aprendizaje y de enseñanza, es común pensar en un estudiante sentado poniendo atención a una pantalla o algún dispositivo, o en el mejor de los casos, estar en una clase atendiendo a un profesor usando sus propios recursos digitales. Cuando tratamos de llevar el uso de tecnología digital a las clases de Educación Física (EF) se vuelve un reto y más cuando hablamos de algún deporte como el básquetbol que se ejecuta las habilidades cognitivas y motrices en un espacio abierto y delimitado, en donde el estudiante pone más atención a la motricidad propia y de otros que a estar observando al profesor de forma pasiva.

El baloncesto es un deporte que se juega entre dos equipos de cinco jugadores cada uno. El objetivo del juego es marcar puntos al encestar el balón en el aro del equipo contrario, evitando que el equipo rival haga lo mismo (Wissel, 2002).

Le Boulch (1993) y Piaget (1990), sostienen la importancia de las habilidades motrices para un mejor desarrollo del individuo en su medio tanto físico como social, dado que a través de estas habilidades se construyen paulatinamente el conocimiento y la comprensión del mundo que les rodea, por ello es de gran importancia que las clases de EF sean aplicadas correctamente para un buen desarrollo de las habilidades motrices de los estudiantes.

El profesor de baloncesto, con frecuencia, al tener un conocimiento limitado de conceptos teóricos, tiende a aceptar y adoptar como válido lo que él mismo ha aprendido. Este comportamiento se refleja en su enseñanza, donde por lo general, imita y replica el estilo de enseñanza de sus profesores con el propósito de transmitirlos a sus propios alumnos.

Esta situación puede surgir debido a la falta de acceso a recursos de aprendizaje actualizados, o a la ausencia de oportunidades para adquirir conocimientos más profundos en su área de especialización (Costoya, 2002). Los instrumentos de evaluación de los profesores se basan en observaciones, test de condición física y hojas de estadísticas, sin embargo, en estas evaluaciones no se obtienen resultados exactos dado que los instrumentos se diseñan para obtener datos generales

y no permiten a los profesores observar algunas características físicas que afecten el desempeño de los estudiantes (López et al, 2006).

Los profesores aplican evaluaciones simples debido a que, al tener grupos numerosos de estudiantes, les es complicado realizar evaluaciones extensas lo que los llevarían a perder una o dos clases evaluando (Vera, Giacomozzi, Ibáñez y Catalán, 2012).

Por otro lado, las evaluaciones deben de ser objetivas. Muchos profesores evalúan bajo sus percepciones, por lo que la información que recaban es incierta, perjudicando la formación de los estudiantes (Timón, 2021). Al realizar evaluaciones personalizadas, los profesores ayudan a los estudiantes a mejorar los tiros a la canasta.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cómo evaluar el desempeño de la motricidad de los alumnos en el tiro libre de baloncesto usando la Inteligencia Artificial?

## **1.3. Hipótesis o supuesto**

La incorporación de IA en la enseñanza del tiro libre en baloncesto permitirá al docente identificar con mayor precisión las áreas de mejora de los estudiantes.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la precisión de la motricidad involucrada en el tiro libre en alumnos de baloncesto mediante el uso de la inteligencia artificial

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Identificar los componentes motrices involucrados en las técnicas de tiro libre en baloncesto.
- Elegir la herramienta de IA que identifique las áreas específicas del tiro libre que podrían mejorarse.
- Crear conjuntos de datos multimodales de un grupo de alumnos
- Comparar el desempeño entre estudiantes y profesor mediante la IA para identificar áreas de oportunidad en su motricidad.

- Evaluar la efectividad de los resultados para mejorar el tiro libre en clases de EF de baloncesto usando la inteligencia artificial.

## 1.5. Justificación

La EF es una asignatura que permite a los alumnos de los diferentes niveles educativos, desarrollar la motricidad, conocer sus habilidades y destrezas, la inclusión, así como la adquisición de estilos de saludables y activos. Realizar ejercicios y evaluaciones adecuadas es de suma importancia para la sana convivencia y la salud de los alumnos.

La bibliografía consultada hace mención de tecnologías digitales desarrolladas y aplicadas para el deporte a nivel profesional como la National Basketball League (NBA, 2022): Ropa con sensores colocados dentro de la tela, ofrecen un análisis en tiempo real de movimientos y datos acerca de ellos (Netxtiles, 2018); por su parte, Rezzil permite, mediante realidad virtual, un análisis posterior al partido, rehabilitación y entrenamiento virtual (Rezzil, 2022); al igual, Uplift, por medio de la IA, ofrece seguimiento de los movimientos realizados en tiempo real y un análisis en 3D para mejorar la salud y el rendimiento (Uplift, 2022).

Para obtener licencias de estas tecnologías digitales es necesaria una inversión de miles de dólares, por ello mayormente solo deportistas profesionales o las grandes cadenas de deporte hacen uso de estas herramientas por los costos. Las escuelas públicas o institutos de deportes no pueden permitirse la adquisición de estas tecnologías digitales en por alto costo que representan, a pesar de que el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022), informó que el 42.1% de la población de 18 años o más practica algún deporte.

Hacer uso de recursos digitales al alcance de los profesores sería de gran ayuda en sus clases. Puentedura (2019) explica como las tecnologías digitales ayudan a enriquecer las experiencias de aprendizajes en los estudiantes en clase. Al igual, el Consejo de Beijing sobre la IA y la educación, menciona la infinidad de oportunidades que ésta ofrece a los docentes, y los datos que se pueden recabar para la mejora de los procesos de aprendizaje, uno de los objetivos que busca alcanzar la Agenda Mundial de Educación 2030 (UNESCO, 2019).

Algunas aplicaciones de IA permiten identificar patrones de movimiento; si esta identificación se aplica a la clase de baloncesto, podría ayudar al profesor a evaluar si son correctos o no, y a qué grado, los movimientos que realiza el estudiante en el juego, al igual, ayudaría a proporcionar una

retroalimentación inmediata, por ejemplo, de si está haciendo los movimientos correctos, identificar si el ángulo en el que realiza el ejercicio es el indicado, y guiarlo a adoptar las posturas y los movimientos adecuados (Narr, 2021).

## **1.6. Metodología**

Se eligió el enfoque cualitativo, ya que era necesario realizar una investigación a profundidad, en la que el investigador debe sumergirse para la comprensión de la situación (Buendía, Colás y Hernández, 1998). Se triangularon la Etnografía, la hermenéutica, la descripción y la inferencia estadística, con el fin de acercarse al grupo objeto para comprender su cultura escolar, la conducta, las motivaciones de los alumnos y las relaciones entre las posturas y la eficiencia de los tiros.

La etnografía permitió al investigador sumergirse en el ambiente de aprendizaje, observando y participando en la cultura escolar de los estudiantes. A través de esta inmersión, se capturaron las dinámicas, normas y comportamientos característicos del grupo, proporcionando una base descriptiva sobre como los alumnos y profesores interactúan y que aspectos valoran en su entorno (Fetterman, 2010).

Por otro lado, la hermenéutica se centró en la interpretación de las experiencias y acciones de los estudiantes, reflejadas en sus narrativas, y en la interpretación del estado del arte, a través de un análisis sistemático que permitió a la investigadora acceder a sus interpretaciones sobre lo que sucede en clases (Schleiermacher, 1998). Este enfoque facilitó una comprensión más profunda de las motivaciones subyacentes y como los alumnos perciben sus interacciones y comportamientos en clase.

Por último, la estadística permitió describir los datos obtenidos por la IA, almacenados en bases de datos, y establecer relaciones causa efecto entre las variables asociadas a las posiciones del tiro libre y la eficiencia de los tiros.

La combinación de estos tres enfoques, el etnográfico, el hermenéutico y el estadístico, tanto descriptivo como inferencial, permitieron aportar validez y confiabilidad al estudio, y fueron clave para entender no solo lo que sucede en el entorno, sino por qué sucede de esa manera, considerando tanto los factores culturales como las interpretaciones subjetivas de los alumnos, como las objetivas, asociadas con las relaciones entre variables.

La triangulación de datos, necesaria para aportar a la validez del estudio, se asoció a las cuatro fuentes de obtención de datos para esta investigación fueron:

- Los datos obtenidos de los investigadores que integraron el estado del arte, manifiesto en las fuentes Bibliográficas relacionadas con el problema de investigación.
- Las obtenidas a través de las Observaciones en la institución donde se realizó la investigación.
- La que provienen de las entrevistas informales realizadas a los alumnos y a los profesores.
- Las que se encuentran en las bases de datos en las que se almacenó la información de las posturas de tiro libre, generadas por las herramientas de IA.

Uno de los elementos clave a considerar en esta investigación fue identificar las técnicas de tiro libre a fin de tener claros los elementos de motricidad que se consideraron dentro en la investigación.

Herramientas para el procesamiento de Datos

El sitio web de la Universidad de Harvard, a través de sus Analíticas Multimodales de Aprendizaje (MMLA por sus siglas en inglés), ofrece un conjunto de herramientas diseñado para facilitar la recolección de datos complejos, como el seguimiento ocular, la detección de emociones y el análisis de postura corporal. Este sistema, denominado EZ-MMLA Toolkit, permitió a la investigadora recopilar datos en tiempo real directamente desde el navegador, sin necesidad de equipo especializado ni conocimientos avanzados en programación. Está orientado a estudios de comportamiento y rendimiento educativo, permitiendo complementar las evaluaciones tradicionales con análisis más detallados sobre los movimientos y respuestas físicas de los sujetos.

El uso de las herramientas del MMLA, permitió interpretar datos de múltiples fuentes, como video y audio, y están diseñadas para ayudar en investigaciones que impliquen la medición de factores cognitivos y afectivos durante procesos de aprendizaje o interacción social. Además, el sitio es gratuito, de acceso público y permite que cualquier investigador pueda utilizarlo para capturar datos multimodales de manera sencilla.

Para hacer el análisis estadístico de los datos, se usó Jamovi.

La triangulación de investigadores se cumplió con la intervención de la investigadora principal y la intervención de los directores de tesis que la acompañaron en el desarrollo del estudio.

Por último, la población de estudio de esta investigación son estudiantes de baloncesto con horario de clases de 6pm a 8pm en las canchas techadas del Instituto de la Juventud y el Deporte de Tabasco (INJUDET) ubicada en Ciudad deportiva s/n Colonia Primero de Mayo.

El grupo objeto fueron estudiantes inscritos en clases de baloncesto del INJUDET.

## Capítulo II. Marco teórico

La IA ha causado un gran impacto en varias áreas de la sociedad, y el ámbito del deporte no ha sido la excepción. La mezcla de estas dos disciplinas ha brindado una amplitud de oportunidades y ha transformado la manera en la que se juega, se reflexiona y se perfecciona el deporte.

La inteligencia artificial, en su definición, se refiere a la capacidad que tienen las máquinas de hacer labores que normalmente requieren del intelecto de los humanos. Al utilizar la IA en el ámbito del baloncesto, se han producido importantes avances que modificaron, no sólo el deporte en sí, sino también la forma en la que los expertos del baloncesto expresan y toman sus decisiones. Una de las áreas en las que la IA ha causado una gran impresión es en el análisis de datos. Gracias a los algoritmos sofisticados y potentes capacidades de procesamiento, los equipos de baloncesto pueden recolectar, estudiar y mostrar en tiempo real grandes cantidades de información. Esto comprende información estadística, métodos de juego, movimientos de los participantes y otras particularidades. La tecnología de la información ofrece la posibilidad de hallar figuras ocultas y corrientes que serían difíciles de notar para el sentido del humano, esto proporciona a los instructores una percepción profunda y detallista, que les ayuda a tomar mejores decisiones de estrategia.

Además del análisis de datos, la inteligencia artificial ha transformado la forma en que se juega el deporte. Actualmente, los sistemas de IA son capaces de reproducir acciones y estrategias en tiempo real, esto apoya a los entrenadores y jugadores a comprender la manera de reaccionar ante diferentes situaciones del juego. A través de la simulación, los grupos pueden experimentar y probar diferentes métodos, tácticas, determinar sus puntos fuertes y débiles, y en consecuencia, cambiar su estrategia. Esto produjo un incremento en la emoción y la creación de jugadas más dinámicas y agudas.

La IA también ha encontrado su lugar en la tecnología *wearable* utilizada por los jugadores. Dispositivos como sensores, relojes inteligentes y monitores de actividad física, combinados con herramientas de aprendizaje automático, posibilitan la recolección de información biométrica en tiempo real mientras se ejercitan y juegan. Estos datos ayudan a los profesores y entrenadores a

observar el desempeño de los estudiantes, advertir posibles daños en los músculos y cambiar el programa de ejercitación, maximizando el potencial que tienen cada uno de los estudiantes.

## **2.1. Marco referencial**

Chiu & Chai (2020), exploran los puntos de vista de los maestros con y sin experiencia en la enseñanza de IA sobre las consideraciones clave para la preparación, implementación y perfeccionamiento continuo de un plan de estudios formal de Inteligencia Artificial para las escuelas K-12. El problema que trata de solucionar es cómo incluir la IA en los planes de estudio de las escuelas K-12 y responde a las preguntas ¿Cómo se relacionan las tres necesidades psicológicas de autonomía, competencia y relación con el desarrollo del currículo? y ¿Cómo se relacionan los enfoques de planificación curricular con el desarrollo curricular?

Los supuestos que manejan estos autores son las diversas formas de necesidades y percepciones que experimentan los docentes cuando se enfrentan a las tecnologías emergentes de IA, la necesidad de adquirir conocimientos de IA y capacidad de diseño curricular de diferentes expertos. Por su parte, Lee, H. S., & Lee, J. (2021), realizan un análisis en profundidad de la aplicabilidad de la IA a la EF, para derivar métodos de utilización de IA en el contexto de EF, en función de la conceptualización y las áreas de investigación identificadas de IA y trata la solución al problema de poca investigación sobre la aplicación de la IA a la EF, a pesar de su importancia en la preparación de los futuros sistemas educativos respondiendo a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los conceptos y principios básicos de la IA y cómo se puede aplicar la IA a la EF utilizando estos principios básicos? Los autores manejan dos supuestos: a. las clases de EF que utilizan inteligencia artificial ayudan no solo a los maestros de EF, sino también a los estudiantes; b. las clases de EF que usan IA pueden superar dificultades a través del control de dificultad. Teniendo en cuenta las diversas características y diferencias individuales de los alumnos que participan en una clase, la función de control de dificultad de la IA sirve para proporcionar objetivos alcanzables y niveles de tareas según el nivel del alumno.

Chen, Chen & Jiang (2022), disertan sobre situación de la calidad física de los estudiantes de primaria y secundaria en China y sostienen que está disminuyendo año tras año. Su investigación les llevó a recopilar datos de la condición física de los estudiantes y posteriormente analizar la situación específica de cada estudiante, con el fin de formular planes razonables de entrenamiento

para cada uno. El estudio describe el proceso de colocación de los sensores, características de los participantes, fórmulas a utilizar, graficas de datos y análisis de resultados. Manejan los supuestos de uso del algoritmo del sistema de adquisición de movimiento multisensorial, el algoritmo de reconocimiento del modo de movimiento y el algoritmo de consumo de energía del movimiento para proporcionar equipos modernos para el análisis y la optimización del movimiento en la práctica de la enseñanza de la EF. La combinación del modo deportivo y el consumo de energía deportiva no solo pueden analizar con precisión y en tiempo real los datos deportivos, sino también optimizar y predecir a tiempo las acciones deportivas.

Yang & Wang (2020), a través del establecimiento de un robot educativo de inteligencia artificial basado en la interacción de voz, se construye un modo híbrido de enseñanza de EF para brindar educación personalizada a los estudiantes. Los autores tratan dar solución al problema de la motivación y el interés por aprender, identificándolos como factores importantes que afectan la actitud de aprendizaje de los estudiantes. La hipótesis fue que la introducción de un robot educativo con inteligencia artificial basado en la interacción de voz en la enseñanza de la EF, puede ayudar a mejorar la eficiencia de la enseñanza en el aula y aumentar el interés de los estudiantes. Los supuestos que manejan los autores son: a. combinado con las ventajas de la EF tradicional y la tecnología de la información inteligente, se mejora la capacidad de educación individualizada de la enseñanza de la EF; b. los resultados de la encuesta del cuestionario muestran que la introducción de un robot educativo puede mejorar significativamente la actitud hacia el aprendizaje y el interés de los estudiantes por la EF.

Che, Sivaparthipan & Daniel (2021) investigaron el uso del Internet de las Cosas (IoT) con AI y las aplicaciones IoT en la interacción humano-computadora para la EF universitaria, tratando de abordar los desafíos que existen en la modalidad única de instrucción, la falta de educación a distancia y la falta de una revisión rigurosa de las medidas técnicas. Tomando en cuenta el conocimiento deportivo a gran escala y las diversas formas de datos recabados en los deportes profesionales, los estudiosos del deporte recopilaron información útil y sintetizaron las reglas utilizando nuevas tecnologías digitales. Los supuestos consistieron en analizar datos de IoT que les permitan dirigir el entrenamiento físico, el estudio científico y táctico. Los hallazgos experimentales demostraron que los sensores propuestos lograron garantizar una tasa de precisión

muy alta en el desafío de reconocimiento con el algoritmo BPCNN deportivo dependiente del aprendizaje profundo de varios conjuntos de datos (Che, Sivaparthipan & Daniel, 2021).

Du & Tsai (2021) se encuentran más cercanos a la investigación que se reporta en esta tesis. Los investigadores desarrollaron un conjunto de sistemas de entrenamiento físico para adolescentes, basados usando inteligencia artificial. Se buscó identificar los métodos y esquemas de entrenamiento físico inadecuados que no solo conducen a que el entrenamiento no alcance el efecto esperado y a que los atletas no puedan jugar su verdadero nivel en la competencia, sino que también pueden causar daños físicos a los atletas. Los supuestos de su investigación fueron que a. se puede mejorar la calidad del entrenamiento de asistencia física para adolescentes y cultivar atletas jóvenes de mayor calidad para los deportes chinos, a través de la comparación de las tres etapas de los datos de las pruebas de aptitud física, b. que el sistema de entrenamiento físico para adolescentes basado en inteligencia artificial puede ayudar a los atletas adolescentes a mejorar su calidad física y mejorar su dominio de las habilidades deportivas.

En este artículo se discute la fuerte relación entre la inteligencia artificial y el entrenamiento en EF; destaca las ventajas de la IA, incluida la utilización, la conveniencia y la innovación. Como los métodos estadísticos tradicionales son lentos e inexactos, el análisis de datos automatizado con IA posee un amplio campo de oportunidad. A la vez, establecen que mejorar los estudios relacionados con la IA puede ser beneficioso para sentar las bases del campo en la EF moderna. Las aplicaciones prácticas de combinar la IA con el entrenamiento de EF, indican que la inteligencia artificial puede mejorar el entrenamiento deportivo tradicional. La IA podría proporcionar análisis de datos precisos y planes científicos que mejorarán la eficiencia del entrenamiento de los atletas (Wei, Huang, Li, Liu, & Zou, 2021).

## **2.2. Marco conceptual**

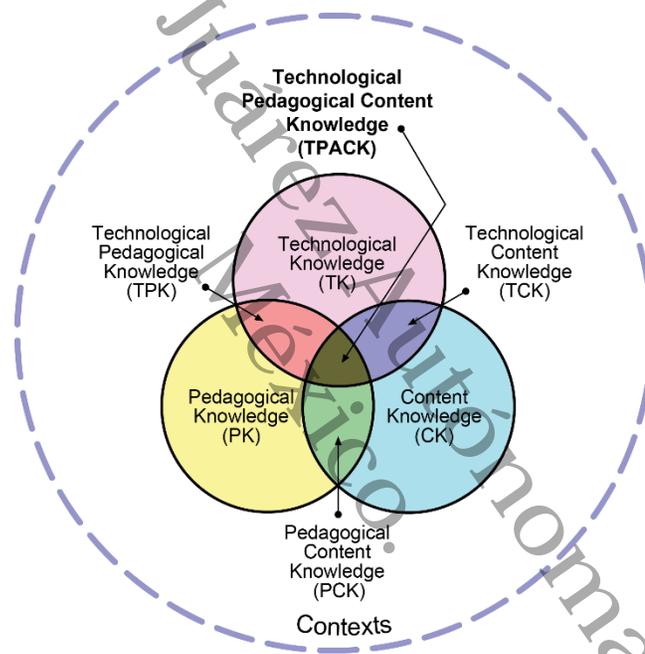
### Fundamentos del TPACK

El modelo TPACK pensar en tres tipos de conocimientos que los docentes necesitan adquirir para integrar efectivamente las TIC en la práctica docente, con el fin de que los estudiantes logren un aprendizaje significativo. Este modelo sugiere que además de saber cómo usar las TIC, los docentes deben tener conocimiento de cómo explotarlas; también deben saber cómo enseñar de manera

efectiva y, finalmente, el conocimiento de las áreas y materias que necesitan ser enseñadas. Lo destacado de este modelo es que, para que los docentes integren las TIC, no solamente deben entender estos tres componentes por separado, sino comprender las interrelaciones entre ellos y otro tipo de conocimientos más complejos. El Conocimiento Pedagógico del Contenido, el Conocimiento Tecnológico del Contenido y el Conocimiento Tecnológico Pedagógico se desarrollan en interacción para dar paso al nivel final del conocimiento denominado Conocimiento Tecnológico, Pedagógico del Contenido TPACK (Barajas y Cuevas, 2017).

**Figura 2.1**

*Modelo TPACK*



Nota: Adaptado de *The TPACK*, de Matthew J Koehler, 2012, por tpack.org (<http://tpack.org>)

### Analíticas de Análisis Multimodal

El MMLA se basa en la recolección de las interacciones de los alumnos desde cualquier punto de vista, acudiendo a un gran número de modalidades que incluyen audio, videos hechos por el alumno aprendiendo o estudiando, gestos, activación electro-dérmica, emociones, carga cognitiva, seguimiento ocular e interacciones digitales entre otras, etc. No obstante, también resultan de interés los registros obtenidos de actividades individuales o grupales, incluida la forma que toman

apuntes, los trazos que realizan, los gestos al hablar, siempre con la finalidad de registrar y analizar estos datos para mejorar los procesos de aprendizaje (Worsley, 2018).

Según Worsley y Blikstein (2013) el MMLA se encarga del estudio de múltiples modalidades o fuentes de información para comprender mejor un fenómeno o evento. Estas modalidades pueden contener texto, imágenes, videos, audio, datos sensoriales, entre otros.

Al analizar estos datos en conjunto, los algoritmos del MMLA pueden desarrollar una comprensión más detallada y precisa de la actividad de los estudiantes y los factores que afectan su aprendizaje. Por ejemplo, los algoritmos pueden identificar patrones de comportamiento que indican si los estudiantes están prestando atención, aburridos o confundidos en clase. También pueden detectar indicadores de estrés o ansiedad, como sudoración o aumento del ritmo cardíaco, que pueden ser signos tempranos de problemas de salud mental.

#### Habilidades motrices

Las habilidades motrices son actividades que implican mover los músculos del cuerpo. Se dividen en dos grupos: habilidades motrices gruesas como los movimientos de brazos, piernas o el cuerpo, como correr y saltar; habilidades motrices finas como agarrar objetos con el pulgar y los dedos. Debido a que muchas actividades se basan en la coordinación de las habilidades motrices gruesas y finas, ambos tipos de habilidades motoras suelen desarrollarse juntas (Batalla, 2000).

Otra forma de entender las habilidades motrices es que implican el movimiento del cuerpo en el espacio, que permiten a una persona realizar una variedad de actividades físicas y deportivas con éxito (Haywood & Getchell, 2020). Estas habilidades se dividen en dos tipos: a. Las habilidades motrices gruesas son habilidades para manejar el cuerpo y hacer movimientos amplios con él, como saltar, correr, subir y bajar escaleras o montar en bicicleta, b. Las habilidades motrices finas son habilidades para realizar movimientos pequeños y precisos, principalmente con manos, pies, dedos, labios y lengua, que necesitan una coordinación ojo-mano y una mayor destreza motora (Burgos et al., 2018).

## Inteligencia Artificial

La IA es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones similares a la de los humanos. A diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA nunca descansan y pueden analizar grandes cantidades de información a la vez. Asimismo, tiene las mismas o más capacidades que los humanos al realizar tareas repetitivas y sistemáticas. El porcentaje de error es menor en las máquinas que realizan los mismos trabajos que los humanos, aunque la investigación humana sigue siendo fundamental para configurar el sistema y hacer las preguntas correctas (Rouhiainen, 2018).

Por otro lado, Yewalle y Delhve (1988) dicen que: *“La IA intenta reemplazar la interacción de las personas con los sistemas, desarrollando sistemas expertos por medio de formalizaciones de sistemas físicos”* (p 72). Se hace necesario enfatizar que los sistemas pueden ser expertos solo con la manipulación e interpretación correcta y para esto se necesita la vigilancia de una persona real. La personalización del aprendizaje es uno de los retos más importantes para la IA en educación. Con la aplicación de la IA se pueden analizar los datos de los estudiantes, como su comportamiento de aprendizaje y su rendimiento para utilizar esta información con el fin de optimizar el contenido y los métodos de enseñanza. De tal manera, el estudiante recibe una experiencia de aprendizaje adaptada a sus necesidades y habilidades propias, para mejorar significativamente su rendimiento y participación.

## Learning Analytics

Las analíticas del aprendizaje (LA por sus siglas en inglés) constituyen una disciplina en crecimiento que ha llamado la atención de académicos, investigadores y administradores. Diferentes organizaciones, como la Society for Learning Analytics Research y la International Educational Data Mining Society, se han formado para fomentar una comunidad de investigación en torno a la analítica de datos en la educación (Siemens, 2013). La aplicación de la analítica de aprendizaje puede ayudar a los maestros a comprender mejor cómo los estudiantes interactúan con el contenido y los entornos de aprendizaje, lo que puede ayudar a mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza (Top hat monocle Corporation, 2024).

## 2.3. Marco Tecnológico

### Método posenet

La estimación de poses (posenet) se refiere a las técnicas de visión por computadora que identifican objetos o personas en imágenes y videos, de tal modo que pueden determinar donde se encuentra, por ejemplo, una parte del cuerpo de una persona o un objeto en la imagen. Las técnicas de estimación de poses tienen diferentes aplicaciones como el control de gestos, la detección de acciones y emociones, así como también la realidad aumentada (Kendall & Cipolla, 2016).

### TensorFlow

Es una Librería de código libre para aprendizaje automático. Fue desarrollada por Google para satisfacer las necesidades a partir de redes neuronales artificiales, Se puede usar para construir y entrenar redes neuronales, con el fin de reconocer patrones de comportamientos humanos. Además de trabajar con redes neuronales, TensorFlow trabaja con GPUs y CPUs e incluso con las unidades de procesamiento de tensores (TensorFlow, 2022).

### Holistic

Proporciona detección en tiempo real de poses humanas, puntos de referencia faciales y seguimiento de manos, todo integrado en un solo modelo. Una vez que se completa la captura de datos, genera automáticamente un archivo CSV que contiene las medidas adicionales y las coordenadas capturadas (Ez-mmla Harvard University, 2023).

### Jamovi

Jamovi es un software estadístico de código abierto diseñado para facilitar el análisis de datos de forma accesible y eficiente. Con una variedad de herramientas estadísticas, capacidades de visualización de datos, informes y un enfoque en la colaboración y la transparencia, Jamovi es una herramienta invaluable para realizar análisis estadísticos de manera eficiente y comunicar los resultados de la investigación de manera efectiva, clara y reproducible (jamovi, 2023).

GanttProject

Es una herramienta popular en la gestión y planificación de proyectos en la que se pueden realizar presentaciones de la distribución de las tareas de un proyecto a corto, mediano a largo plazo. El programa permite distribuir las actividades ya sea por persona o recursos, también se puede utilizar para administrar proyectos que involucren a varias personas. La herramienta de Gantt permite ver el progreso de las tareas y guardar una copia del estado de ejecución para compararlo después cuando esté terminado.

## 2.4. Marco legal

TensorFlow es una biblioteca de uso libre bajo licencia de código abierto Apache 2.0

GanttProject es un software de código abierto y de uso libre distribuido bajo licencia GPL3. Puede descargarse el código fuente, modificarlo y redistribuirlo bajo los términos de GPL3.

Holistic es una herramienta gratuita de la universidad de Harvard para la recolección de datos.

Jamovi para el análisis de los datos.

## Capítulo III. Aplicación de la Metodología

### 3.1. Muestreo

El muestreo cualitativo es no-probabilístico, y Patton (2015) lo define como la menor cantidad de personas que ofrecen mayor riqueza de información. Para aportar validez y confiabilidad al muestreo, se triangulaban las técnicas de cascada, por conveniencia y de voluntarios.

En la investigación sobre baloncesto, utilizar muestras pequeñas suele ser suficiente para observar los efectos del entrenamiento, sobre todo cuando el desempeño de cada participante se analiza como una réplica independiente. Este enfoque contribuye a mejorar la confiabilidad de los resultados, ya que cada estudiante aporta datos únicos que permiten obtener conclusiones válidas, incluso con un número reducido de sujetos (Schwarzkopf & Huang, 2023).

La aplicación de las técnicas de muestreo permitieron elegir a 10 estudiantes varones, quienes asistieron a las clases de baloncesto impartidas por el Instituto de la Juventud y el Deporte de Tabasco. El profesor se eligió con el muestreo por disponibilidad y de expertos.

Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

Las técnicas usadas para obtener los datos necesarios para este estudio fueron la observación, las entrevistas informales con estudiantes y profesores, aunados al escaneo imágenes de posiciones de tiro libre realizados por cámara.

Los instrumentos fueron la libreta de notas para las observaciones, el cuestionario abierto para las encuestas y los registros de bases de datos para las imágenes escaneadas por cámara.

Las herramientas para el procesamiento de los datos fueron Atlas TI, para el procesamiento de las narrativas de los estudiantes, y las MMLA de la Universidad de Harvard, disponible en <https://mmla.gse.harvard.edu/tools/>.

### 3.2. Diseño Experimental

El experimento se desarrolló conforme a lo planeado en el diseño, cuidando los criterios de validez y confiabilidad establecidos por triangulación: Triangulación metodológica, triangulación de datos y triangulación de investigadores.

## Recolección de Datos Iniciales

Se recabaron datos a través de las entrevistas informales, que permitieron comprender la cultura de aprendizaje del deporte, de los estudiantes y profesores colaboradores en el estudio.

Para la recolección de datos de las posiciones de los estudiantes al realizar el tiro libre, se emplearon, la cámara digital de un iPhone 14 para realizar las grabaciones y una laptop para subir los videos al navegador y trabajar con los datos. Los videos originalmente se guardaron en iCloud en formato .MOV posteriormente se convirtieron a formato MP4 para poder subir el video a la herramienta de Holistic.

## Desarrollo metodológico

La herramienta Holistic permite dos maneras de uso, la primera es realizar las grabaciones en tiempo real y la segunda es cargar el video directo en el navegador; para esta investigación se utilizó la segunda opción, una vez que cargo el video, lo analiza y al final arroja un documento en formato .csv (ver figura 3.1) para facilitar su análisis brindando una estructura organizada de datos que se puedan integrar fácilmente para la investigación (Schneider, Hassan & Sung, 2022).

Los datos del profesor servirán como datos de grupo control y se irán comparando con los datos de cada alumno. Las grabaciones se realizaron en dos ocasiones con sesiones de 2 horas cada uno.

**Figura 3.1 Archivos de datos .csv**

*Archivos de datos .csv*

AS	AT	AU	AV	AW	AX	BA	BB	BE	BF
left_hip_x_pos	left_hip_y_pos	right_hip_x_po	right_hip_y_po	left_knee_x_pc	left_knee_y_pc	left_ankle_x_p	left_ankle_y_p	left_heel_x_po	left_heel_y_po
379.6992927	287.4759435	370.5638825	285.0001752	376.550493	386.568546	387.9216074	473.9213585	395.6056654	487.2196316
380.0134211	269.1194713	386.1639529	267.338353	379.3945014	373.1395006	391.9376313	470.5345928	399.4628816	485.1012825
380.1973730	271.7719674	394.5261299	268.4580683	382.6617389	378.0453205	395.4246580	476.7158627	403.5565853	489.7027015
383.3822429	277.2120237	397.8935182	273.4147310	381.2147259	380.8013498	395.6216275	476.0768413	404.1990607	489.4925057
384.8692774	278.9751291	398.0273753	274.8882174	378.9608120	385.1259052	396.2333023	475.9719371	405.706125	489.7404015
384.7740471	282.0187211	397.7989852	277.7183651	376.5818357	385.9885036	396.3394582	475.7546166	406.6060483	489.8186624
383.8631987	285.7014834	397.3100870	282.6501429	373.5302805	390.8533751	397.0212966	475.6782948	407.8447788	490.2474284
382.7938139	290.3485291	395.9723293	287.8689467	372.1249938	393.9201235	397.6157307	476.7840206	409.0244650	491.5833473
382.2597801	292.1368479	395.1842963	289.3773913	372.6021915	395.8438336	397.5249946	477.1602749	408.8357478	492.9562509
379.3430894	295.2192425	392.5976186	292.1858429	371.9153553	398.6034691	397.4713742	477.7516722	408.8255196	494.0094947
378.1583279	295.4225242	389.8013025	292.105496	368.9044028	397.3405063	397.4194973	476.5690267	408.8587999	491.2529885
374.9857008	294.3300902	385.6361180	290.9971475	369.2612648	397.5695669	398.1288433	477.4419665	409.6919293	491.6447103
371.1497157	287.6139879	384.3979299	285.7714891	372.8660315	392.2258615	398.1312453	476.5659272	409.6794930	490.888774
369.122177	270.7110345	383.0687344	269.1061198	377.7008503	382.0319175	399.0576684	474.9015271	409.5112323	486.7904166
367.6316559	259.7848176	382.9203486	259.7633898	379.8409759	370.6164062	399.0173757	472.3537564	409.1653734	483.6217164
366.5946215	254.5216083	383.0087602	254.2427182	381.9227933	366.5651679	397.8450119	469.0185189	407.5872153	479.5560638
366.8515264	253.8862228	381.7862629	252.5126934	382.0518463	364.8742735	395.9571421	466.490775	405.9357941	478.7860810
366.8455600	254.1423738	381.9363534	253.2725930	382.7869951	364.2984926	395.6145375	466.3355946	405.6719154	478.5182178
366.9984787	256.9747567	383.7603747	254.2009949	382.4420273	366.6132688	395.888489	468.1541025	406.4318597	481.3024699
367.029008	259.4311535	383.9570343	258.4778964	382.7036201	367.2122061	397.6386666	469.4747924	407.6045334	484.6083223
366.7613327	262.9838883	384.2180848	263.8203203	383.1161946	367.8382337	399.4833767	469.6069359	409.0149343	485.7997596
367.0622497	271.2412774	384.2291653	272.4544405	384.0624153	375.7008016	401.6713887	475.8836627	410.3731870	489.7364377
368.1935846	277.6001989	382.7288806	277.8947949	384.0060830	380.4197609	402.8646737	480.2184700	411.3269239	492.1834766
368.6238646	281.1002433	383.3745718	281.9991409	383.9151918	382.5788795	403.427455	479.6456098	411.5639150	491.5452003

Para evaluar el rendimiento de los estudiantes en el tiro libre, se comenzó por registrar los lanzamientos del profesor, cuyo desempeño sirvió como referencia inicial. Esta línea base permitió establecer un estándar con el cual comparar los resultados de los alumnos, facilitando la identificación de áreas de mejora. Posteriormente, se repitió el proceso con los estudiantes, observando sus movimientos (figura 3.2) en tiempo real para detectar posibles fallos en aspectos como la postura, el ángulo de tiro o la coordinación. Este enfoque permitió una evaluación más precisa, proporcionando retroalimentación útil para optimizar su técnica (Pueo, 2016; Gil, 2020).

### Figura 3.2

*Descripción gráfica de los tiros libres*



### 3.3. Procedimiento

Según Oñoro (2016), el tiro libre es crucial en las fases eliminatorias de un partido, y el rendimiento bajo presión puede influir en el porcentaje de acierto durante el último minuto de juego. Durante una clase de tiro libre, se suelen abordar aspectos técnicos como la posición del cuerpo, la preparación del balón y la mecánica de lanzamiento. Además, es importante realizar ejercicios

prácticos que permitan a los estudiantes mejorar su técnica y adquirir confianza en sus lanzamientos (Mendoza, 2015).

Para llevar a cabo esta investigación, el profesor de baloncesto inició la clase con una rutina de calentamiento, seguida de ejercicios prácticos. Estos ejercicios preparatorios permitieron que los estudiantes estuvieran listos para el siguiente paso: la grabación de sus ejecuciones de tiros libres. Cada alumno se posicionó frente al tablero para realizar sus tiros, mientras que, con el iPhone ubicado estratégicamente en el lado derecho de la cancha, se grabó en video el proceso. Este procedimiento se llevó a cabo de manera individual con cada estudiante, asegurando que todos fueran grabados bajo las mismas condiciones.

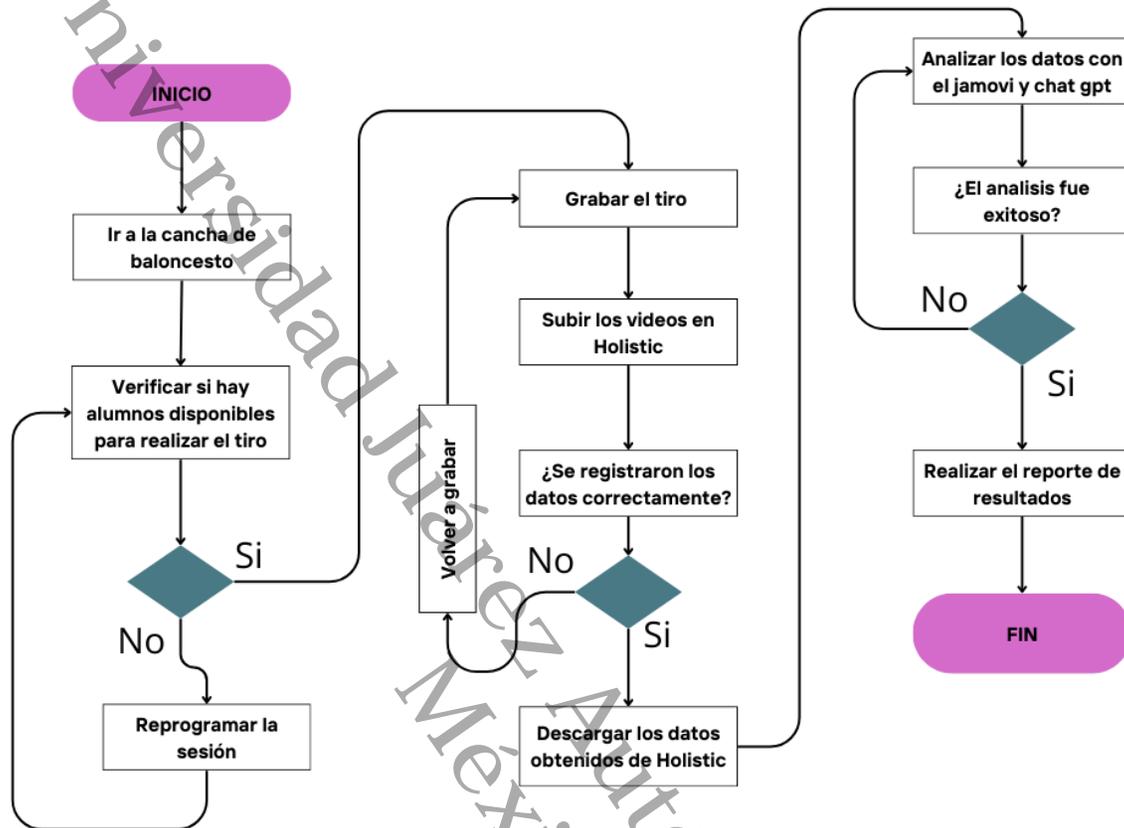
Al finalizar la sesión de los estudiantes, también se procedió a grabar al profesor mientras ejecutaba tiros libres. Estas grabaciones sirvieron como referencia principal para realizar comparaciones entre la técnica del profesor y la de los alumnos. La grabación del profesor fue crucial, ya que su técnica se tomó como modelo para identificar las diferencias y áreas de mejora en los tiros de los estudiantes.

Una vez finalizado el proceso de grabación, los videos fueron descargados desde iCloud para hacer la conversión del formato original .MOV a MP4. Esta conversión fue necesaria para subir los archivos al software Holistic, herramienta usada para el análisis de video en estudios de movimiento. Tras cargar los videos, el software generó archivos en formato .CSV, que contenían datos clave de cada tiro libre realizado.

Los archivos .CSV fueron ingresados al software Jamovi, a través del cual realizaron análisis estadísticos detallados. Estos análisis generaron tablas comparativas que permitieron visualizar diferencias entre los tiros del profesor y los estudiantes. Además, se utilizó ChatGPT como apoyo en el análisis de los datos, proporcionando interpretaciones adicionales. Finalmente, se elaboró un informe que recogió todos los resultados obtenidos, destacando las principales conclusiones de la investigación.

**Figura 3.3**

*Diagrama del proceso de investigación*



### 3.4. Análisis de datos

Para la recopilación de los datos se utilizó el software respaldado por inteligencia artificial, que tiene la capacidad de realizar un MMLA para dar seguimiento en tiempo real de treinta y un puntos de referencia acorde las coordenadas en el cuerpo humano, cinco de la mano izquierda, seis de la mano derecha, catorce del esqueleto, y seis de la cara. Este recurso está disponible de forma gratuita en el sitio oficial de la Universidad de Harvard. Los puntos de referencia podrían incluir la posición de las manos, los pies, la cabeza y otros aspectos relevantes para el juego. La cámara procesa constantemente esta información y, al finalizar la captura de datos, genera un archivo en formato CSV que contiene todas las mediciones y coordenadas capturadas (ez-mmla, 2023.); los puntos de referencia que detecta el software se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 3.1***Coordenadas que detecta la herramienta*

<b>Referencias detectadas</b>			
Ojo derecho interior	Dedo índice derecho	Dedo meñique izquierdo	Rodilla derecha
Ojo derecho exterior	Dedo medio derecho	Hombro izquierdo	Tobillo izquierdo
Interior del ojo izquierdo	Dedo anular derecho	Hombro derecho	Tobillo derecho
Ojo izquierdo exterior	Dedo meñique derecho	Codo izquierdo	Talón izquierdo
Esquina derecha del labio	Pulgar izquierdo	Codo derecho	Talón derecho
Esquina izquierda del labio	Dedo índice izquierdo	Cadera izquierda	Índice del pie izquierdo
Palma de la mano derecha	Dedo medio izquierdo	Cadera derecha	Índice del pie derecho
Pulgar derecho	Dedo anular izquierdo	Rodilla izquierda	

El video se procesó con Holistic, que se encuentra disponible de manera gratuita en la página de la universidad de Harvard. Se obtuvieron datos en formato .csv. Para esta investigación los puntos biomecánica que se consideraron fueron:

- Hombro
- Codos
- Manos
- Dedos de las manos
- Cadera
- Rodilla

- Pies

El archivo .CSV sirvió como base de datos para llevar a cabo análisis posteriores. El análisis de los datos con el software jamovi, permitió una interfaz intuitiva que elimina lo complejo de las líneas de comandos, permitiendo centrarse en la interpretación de los resultados. Las observaciones fueron registradas mediante fotos y videos.

#### Análisis Descriptivo

Este estudio, se llevó a cabo una investigación en la que participaron 10 estudiantes hombres que formaron parte de las clases de baloncesto que imparte el Instituto de la Juventud y el Deporte de Tabasco, los participantes tenían edades entre 16 y 17 años, y pertenecían al horario de clases de 6 pm a 8 pm. Las entrevistas informales y la observación permitieron identificar algunas características de los estudiantes, entre ellas:

- Buena salud: Todos los participantes presentaban un estado de salud adecuado que les permitía realizar actividades deportivas sin problemas.
- Sin discapacidad: Ninguno de los estudiantes tenía alguna discapacidad que les impidiera participar en el deporte.

Las canchas se encontraban en buenas condiciones, son ocho canchas techadas que poseen tablero electrónico para saber el número de anotaciones y se encuentran al aire libre rodeados de árboles.

De acuerdo con Vilanou y Turró (2012), una clase de entrenamiento en tiro libre de baloncesto se enfoca en enseñar a los estudiantes cómo realizar este lanzamiento de forma efectiva. Algunos de los aspectos que se suelen abordar en una clase de tiro libre:

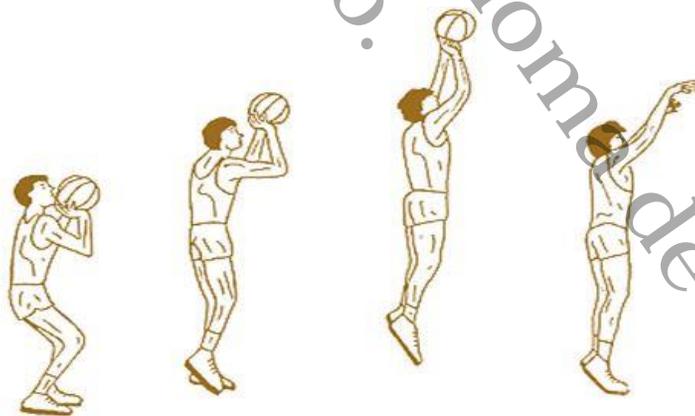
- Posición del cuerpo: Los estudiantes aprenden a posicionar sus pies, hombros y manos de manera que les permita tener un buen equilibrio y una postura adecuada para el lanzamiento.
- Preparación del balón: Se enseña a los estudiantes cómo preparar el balón antes de realizar el lanzamiento, incluyendo la posición de las manos y los dedos en el balón.

- Técnica de lanzamiento: Los estudiantes aprenden la técnica adecuada para realizar el lanzamiento, incluyendo el movimiento de los brazos y las manos, así como la extensión de las piernas.

Para lanzar tiros libres en baloncesto como en la figura 3.4, se siguen estos pasos (Garrido y Mardones, 2016):

- Fase 1: En esta fase, el objetivo es que el deportista se encuentre posturalmente preparado para lanzar la pelota de la manera más eficiente posible. El jugador debe mantener una postura recta y sujetar la pelota con las yemas de los dedos mientras dobla el codo de la mano que lanzará el balón.
- Fase 2: En esta fase, el deportista intenta proyectar el lanzamiento con las manos hacia la canasta y preparar la transferencia de fuerza para lanzar el balón. Además, busca también la precisión y la altura requerida para el tiro.
- Fase 3: En esta etapa, el atleta lanza la pelota a la canasta con precisión y eficiencia.

**Figura 3.4**  
*Lanzamiento*



*Nota.* Adaptado de Análisis biomecánico de la técnica de tiro libre en básquetbol, Sammy Garrido y Matías Mardones, 2016, EFDeportes

Para la prueba piloto se involucró al estudiante y durante este proceso se exploraron aspectos tales como determinar cuál sería la mejor posición de la cámara para grabar al sujeto de estudio e identificar cuáles serían los puntos de referencia que servirían para medir en el software.

Se realizaron las pruebas con el sujeto en una cancha de baloncesto en días soleados, primero se hicieron tomas para la lectura de datos de forma frontal, pero se descubrió que el software no detectaba todos los puntos de referencia por lo que se perdían datos y se procedió a realizar las tomas laterales al sujeto, en esta posición el software si detecto los puntos de referencias requeridos para esta investigación figura 3.5.

### Figura 3.5

*Toma lateral y toma frontal*

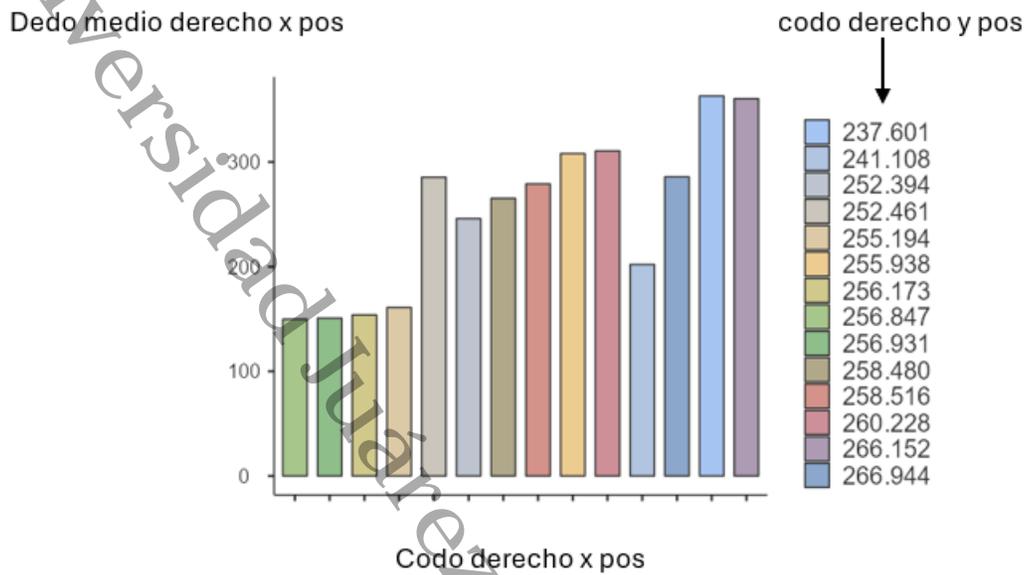


El software holistic permitió la opción para detección las poses al subir un video o la detección en vivo. Por las condiciones de ubicación del lugar y la disponibilidad del internet, se decidió subir el video al software, posteriormente con el archivo .csv que genera; una vez obtenido el archivo, se subió el documento a jamovi para iniciar el análisis de los datos.

En las figuras 3.6 y 3.7, se pueden observar los datos capturados por el software teniendo como base el codo y variables del dedo medio en coordenadas correspondiente en los ejes X y Y. Estos datos muestran un lanzamiento de tiro libre mal ejecutado, que, en consecuencia, no logró encestar.

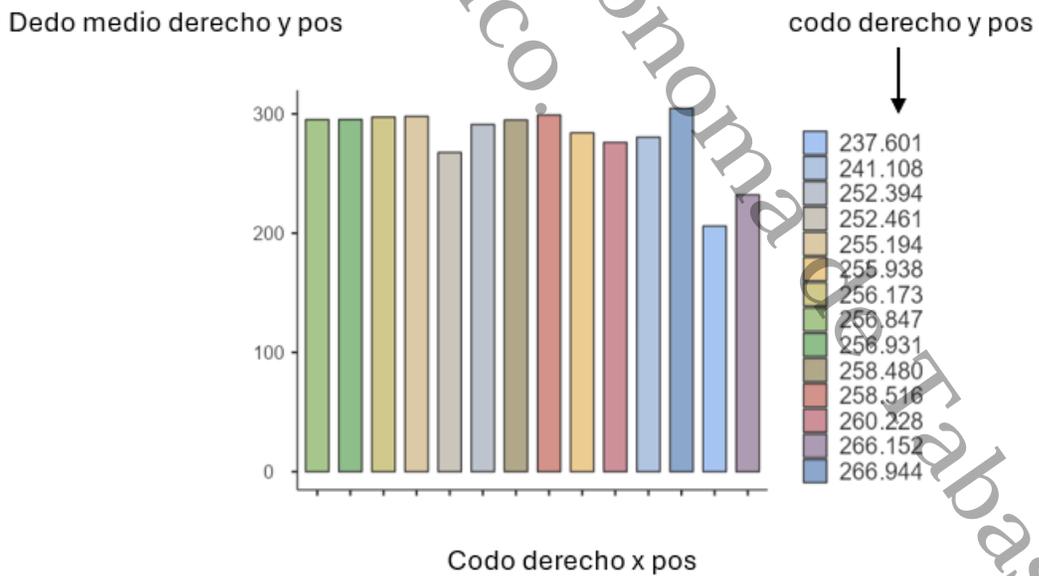
**Figura 3.6**

*Datos capturados en eje X no encestado*



**Figura 3.7**

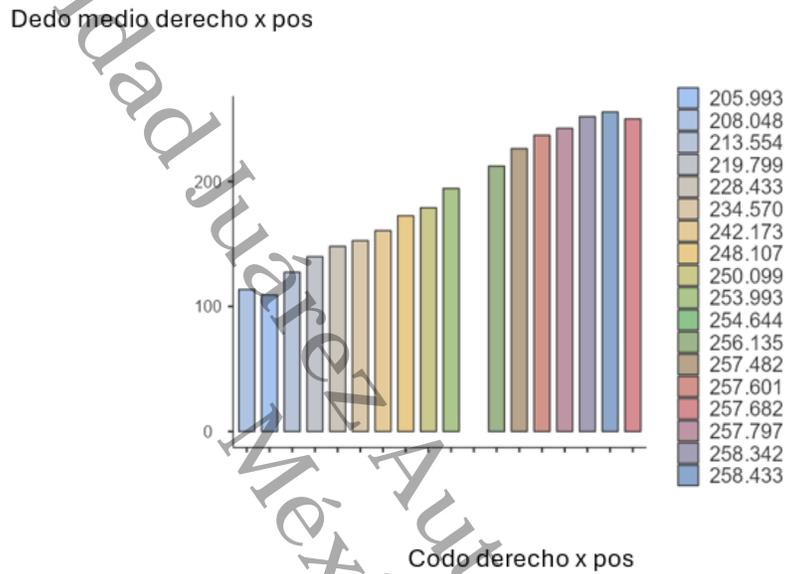
*Datos capturados en eje Y no encestado*



En las figuras 3.8 y 3.9 se observan los datos capturados teniendo como base el codo y como variables el dedo de en medio en coordenadas X y Y pero en este caso la ejecución fue exitosa del lanzamiento del tiro libre.

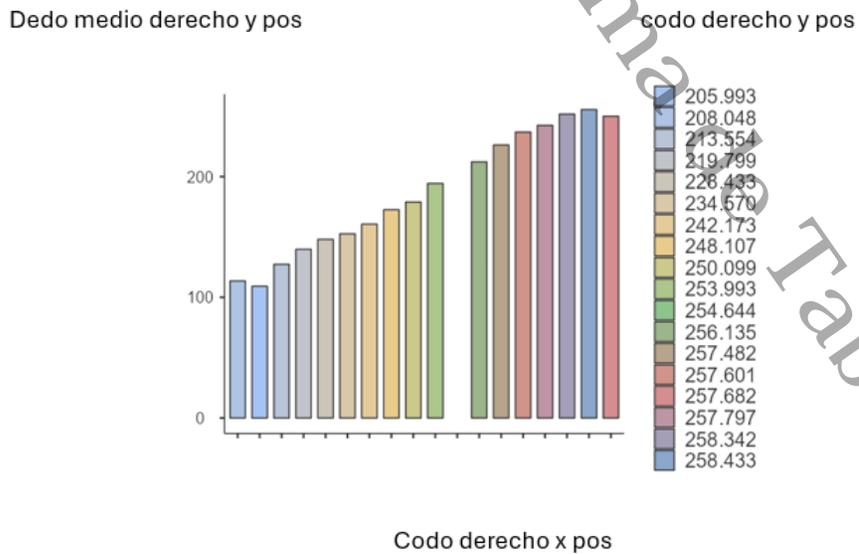
**Figura 3.8**

*Datos capturados en eje X encestado*



**Figura 3.9**

*Datos capturados en eje Y encestado*



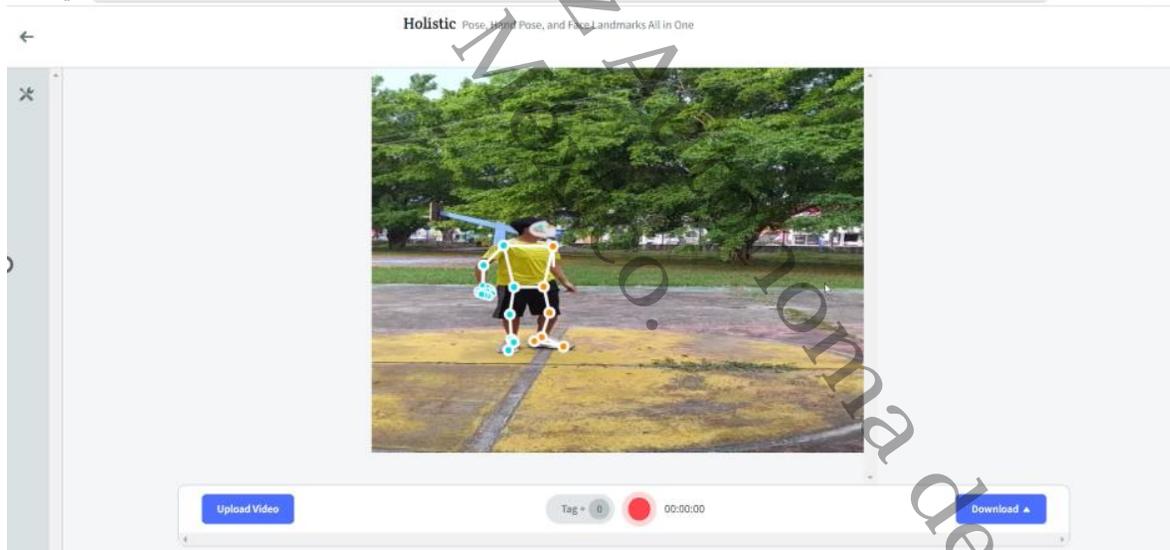
## Capítulo IV. Resultados y Discusión

### 4.1. Resultados

En la figura 4.1 se ve la interfaz del software Holistic. En la parte inferior izquierda se encuentra ubicado el botón *Upload video*, su función es cargar el video con el propósito de ser analizado; el botón rojo que se encuentra en la parte inferior permite la opción de grabar en vivo; por último, el botón *Download* da la opción de descargar los datos capturados y procesados por el software para su posterior revisión o análisis. En el centro de la interfaz, se encuentra una un recuadro que muestra el video proporcionando una representación gráfica con los puntos de referencia detectados por el software.

**Figura 4.1**

*Interfaz de Holistic*

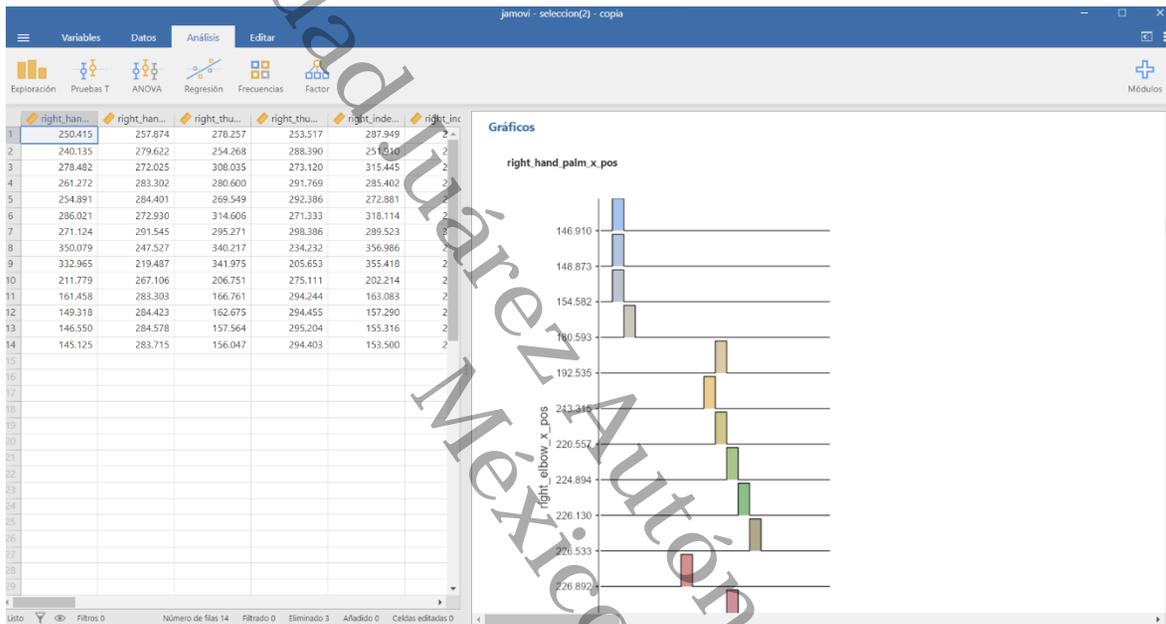


En la figura 4.2 se puede ver la interfaz de jamovi; ésta muestra un entorno estadístico amigable y accesible diseñado para facilitar la exploración y el análisis de datos. El área principal contiene tablas de datos y resultados de análisis, lo que permite a los usuarios ver los datos sin procesar y los resultados estadísticos simultáneamente. En la parte superior de la interfaz hay una barra de menú que brinda acceso a una variedad de funciones y herramientas, desde importar datos hasta ejecutar análisis avanzados. Además, las barras de herramientas están presentes de manera

destacada para facilitar la ejecución de tareas comunes y la personalización de visualizaciones de datos. En la columna de la izquierda, se muestra un panel de variables que permite al usuario seleccionar y organizar variables relevantes para el análisis. Este panel proporciona una visión completa de las características variables, facilitando su manipulación y exploración.

**Figura 4.2**

*Interfaz jamovi*



Los datos almacenados en el archivo Excel.csv se procesaron con la IA ChatGPT Plus, usando el recurso de analíticas de datos csv. Las decisiones de las variables que se tomaron en cuenta para la estructura del análisis con la herramienta MMLA de la Universidad de Harvard, identifica las extremidades del cuerpo que fueron estudiadas en este trabajo de investigación con base a 36 variables, que consideran las extremidades:

Posición X del pulgar izquierdo

Posición Y del pulgar izquierdo

Posición X del talón derecho

Posición Y del talón derecho

El análisis descriptivo revela detalles de las coordenadas x,y de partes del cuerpo durante la práctica de baloncesto. A continuación, se muestran algunos aspectos clave de algunas variables. Debido a la longitud del conjunto de datos, se eligieron variables representativas a modo de ilustración:

- left\_thumb\_x\_pos o posición X del pulgar izquierdo: Tiene un promedio de aproximadamente 348.39 con una desviación estándar de 30.35, lo que indica una variación en la posición horizontal del pulgar izquierdo entre los participantes o a lo largo del tiempo.
- left\_thumb\_y\_pos o posición Y del pulgar izquierdo: el promedio es de 149.16, la desviación estándar es 65.99 y muestra la variación en la posición vertical.
- right\_heel\_x\_pos o Posición X del talón derecho: el promedio es de aproximadamente 426.48 y la desviación estándar es 27.35, lo que refleja la posición y el movimiento lateral del talón derecho.
- right\_heel\_y\_pos o Posición Y del talón derecho: el promedio es de 488.29 y la desviación estándar es 16.19, lo que indica la altura y el movimiento vertical del talón derecho durante la práctica de baloncesto.

Estos datos indican movimientos y posiciones de las extremidades del cuerpo necesarias para realizar un tiro libre que se esperan en un deporte dinámico como lo es el baloncesto (figura 4.3).

### Figura 4.3

*Posiciones*



La principal fortaleza de este conjunto de datos es su riqueza y detalle, con una amplia cobertura de las posturas corporales en el baloncesto, cruciales para un análisis biomecánico detallado. Una debilidad importante es la presencia de valores faltantes y que se requiere un procesamiento previo cuidadoso para garantizar un análisis significativo.

#### Analíticas de los datos de campo

El análisis detallado de los datos multimodales resalta la complejidad y el potencial de los datos para proporcionar información sobre el movimiento humano en el baloncesto, pero también enfatiza la importancia de un pre-procesamiento y análisis cuidadosos para capturar completamente la variabilidad y la dinámica del movimiento.

Los archivos CSV contienen datos multimodales referentes al movimiento humano en la práctica de tiro libre en baloncesto, especificando las posiciones de manos, brazos y pies.

Las columnas comunes entre ambos conjuntos de datos incluyen posiciones de las manos, dedos, hombros, codos, caderas, rodillas, tobillos, talones y los índices de los pies, haciendo un total de 36 características que se compararon. Se procedió a calcular la correlación para estas columnas comunes.

Para explicar las relaciones entre las variables, se utilizó la Correlación de Pearson, que mide la relación lineal entre dos variables. La fórmula de la Correlación de Pearson es:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde  $r$  es el coeficiente de correlación,  $X_i$  y  $Y_i$  son los valores individuales de las variables  $X$  y  $Y$ , y  $\bar{x}$  y  $\bar{y}$  son las medias de  $X$  y  $Y$ , respectivamente. El valor de  $r$  puede variar entre -1 y 1, donde 1 indica una correlación positiva perfecta, -1 una correlación negativa perfecta, y 0 indica que no hay correlación.

Los resultados de la correlación entre los datos del experto en tiro libre y los datos de los alumnos muestran valores extremos, con algunos alcanzando una correlación perfecta de 1.0 y otros una correlación perfectamente negativa de -1.0. Esto sugiere que, para algunas medidas, los

movimientos son idénticos lo que indica la correlación de 1.0, mientras que, para otros, los movimientos son opuestos: correlación de -1.0.

Valores con correlación de 1.0, indicando similitud perfecta (100% de similitud):

Posiciones x de pulgar izquierdo, dedo meñique izquierdo, y otras características relacionadas principalmente con posiciones en el eje X o la orientación general.

Valores con correlación de -1.0, indicando una relación inversa perfecta (0% de similitud, en términos de dirección opuesta):

Posiciones de cadera, codo, y dedos izquierdos, entre otros, que muestran movimientos o posiciones opuestas entre el experto y los alumnos.

Estos resultados sugieren que hay aspectos de la técnica de tiro libre en las que los alumnos replican con precisión los movimientos del experto, mientras que, en otros aspectos, los movimientos de los alumnos son completamente opuestos a los del experto. La presencia de correlaciones perfectamente negativas sugiere errores sistemáticos en la técnica de los alumnos en comparación con la del experto, o posiblemente diferencias en la interpretación de cómo se deben realizar ciertos movimientos.

A continuación, se presenta el procedimiento de la construcción de la tabla de similitudes:

- Limpieza de datos: se convirtió los valores de las columnas a numéricos, manejando valores no numéricos o faltantes mediante su exclusión, para asegurar la validez de las comparaciones.
- Alineación de datos: se verificó que ambos conjuntos de datos tuvieran el mismo número de instancias para las comparaciones, eliminando cualquier exceso.
- Cálculo de correlación: se utilizó la correlación de Pearson entre las columnas correspondientes de los dos conjuntos de datos, considerando solo las filas alineadas.
- Conversión a similitud: se convirtieron los valores de correlación a un grado de similitud tomando el valor absoluto de cada correlación y multiplicándolo por 100.

**Tabla 4.1***Mayores Diferencias de varianzas*

<b>Columna</b>	<b>Diferencia de varianza entre el experto y el alumno</b>
dedo anular izquierdo y pos	1442.85
dedo medio izquierdo y pos	1410.75
dedo meñique izquierdo y pos	1410.32
dedo índice izquierdo y pos	1157.39
pulgar izquierdo y pos	701.42

**Tabla 4.2***Menores Diferencias de varianzas*

<b>Columna</b>	<b>Diferencia de varianza entre el experto y el alumno</b>
índice del pie izquierdo y pos	3.8
cadera derecha y pos	4.49
índice del pie derecho y pos	5.18
rodilla derecha y pos	6.42
hombro derecho x pos	8.64

La tabla 4.1 muestra las columnas que presentaron las mayores diferencias de varianza entre los datos del experto y los datos de los alumnos. Las columnas listadas principalmente corresponden a la posición vertical en el eje Y de los dedos de la mano izquierda. Estas diferencias significativas de varianza sugieren una gran disparidad en la consistencia y rango de movimiento entre el experto y los alumnos. En otras palabras, los alumnos presentan una mayor variabilidad en estas posiciones

específicas, lo que podría indicar un control menos preciso o una técnica más variable al ejecutar los tiros libres en comparación con el experto, quien probablemente muestra movimientos más consistentes y controlados.

La tabla 4.2, se muestran las columnas con las menores diferencias de varianza, indicando áreas donde el experto y los alumnos tienen niveles similares de consistencia o variabilidad en sus movimientos. Estas columnas abarcan diferentes partes del cuerpo, incluidos el índice del pie izquierdo, la cadera derecha, y la rodilla derecha. La menor variabilidad en estas áreas sugiere que tanto el experto como los alumnos muestran un grado similar de precisión y consistencia, lo cual puede ser indicativo de movimientos fundamentales bien aprendidos o menos susceptibles a variaciones individuales en la técnica de tiro libre.

En conjunto, estas 2 últimas tablas ofrecen información valiosa sobre las áreas específicas de la técnica de tiro libre en baloncesto, de la cual los alumnos podrían beneficiarse para que en sus prácticas mejoren su consistencia y precisión, acercándose al nivel del experto.

La tabla 4.3 muestra los valores de varianza para las posiciones especificadas de los dedos de la mano izquierda, tanto en el archivo del experto, denominado profesor.csv como en el del alumno con nombre alumno.csv, junto con la diferencia de varianzas entre ellos:

**Tabla 4.3**

*Varianzas entre el experto y los alumnos*

<b>Columna</b>	<b>Diferencia de varianza entre el experto y el alumno</b>
dedo anular izquierdo y pos	1442.85
dedo medio izquierdo y pos	1410.75
dedo meñique izquierdo y pos	1410.32
dedo índice izquierdo y pos	1157.39
pulgar izquierdo y pos	701.42
dedo índice izquierdo x pos	238.31

dedo medio izquierdo x pos	182.42
dedo anular izquierdo x pos	156.68
pulgar izquierdo x pos	150.02
dedo meñique izquierdo x pos	146.6

La tabla anterior destaca las áreas de mayor discrepancia en la técnica de tiro libre entre el experto y los alumnos, enfocándose en las posiciones de los dedos de la mano izquierda, tanto en el eje X como en el eje Y. Las diferencias significativas en la varianza sugieren variabilidad en cómo los alumnos replican los movimientos del experto, lo cual podría ser indicativo de áreas claves para mejorar la precisión y consistencia en la técnica de tiro libre.

Durante las sesiones de práctica de baloncesto se pudo observar que los alumnos tienen diferencias en el agarre de la pelota en comparación del profesor. Esto se puede atribuir a varios factores, como las habilidades y fuerza propias de la edad, el nivel de entrenamiento, la experiencia y la familiaridad con el juego.

Para la realización del tiro libre, los alumnos se posicionaban dentro del círculo, botaban la pelota y posteriormente efectuaban el lanzamiento; para encestar, realizaban de dos a tres intentos. Durante la observación se notaron ligeras variaciones en el agarre del balón, así como en la postura de tiro entre el profesor y los alumnos. Estas diferencias, aunque sutiles, podrían influir en la efectividad del tiro, sugiriendo la necesidad de un análisis más detallado de la técnica utilizada por cada individuo para optimizar el rendimiento y la precisión en la ejecución del tiro libre.

## 4.2. Discusión

La incorporación de la inteligencia artificial en el deporte, particularmente en la EF y el baloncesto, ha generado numerosas oportunidades para mejorar tanto el rendimiento deportivo como el proceso de aprendizaje. En los últimos años, la IA ha modificado significativamente la forma en que se evalúa el desempeño atlético y cómo se enseña a los estudiantes, ofreciendo herramientas que permiten personalizar la instrucción y realizar análisis detallados de las habilidades motrices.

Un avance destacado es la utilización de tecnologías de análisis de datos. Los equipos de baloncesto pueden ahora recopilar y analizar grandes cantidades de información en tiempo real, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias que antes resultaban difíciles de detectar. Este enfoque no solo contribuye a mejorar la estrategia de juego, sino que también apoya a los entrenadores en la toma de decisiones basadas en datos concretos. Por ejemplo, las MMLA permiten examinar las interacciones de los jugadores desde diversas perspectivas, incluidas sus respuestas físicas y emocionales durante los entrenamientos y partidos.

Con el apoyo del aprendizaje automático, los entrenadores pueden adaptar sus estrategias a las necesidades individuales de los estudiantes, lo cual es especialmente relevante en contextos educativos donde las diferencias en habilidades y capacidades son evidentes.

Desde un punto de vista del aprendizaje, la inclusión de la IA en los programas de EF plantea un reto importante: cómo formar a los docentes para que usen las tecnologías digitales de manera efectiva.

El modelo TPACK subraya la importancia de que los educadores no solo dominen las tecnologías digitales, sino que también puedan integrarlas a sus ambientes para promover un aprendizaje significativo. Esto requiere procesos de formación y desarrollo profesional continuos que los ayuden a integrar IA a las nuevas exigencias de su rol docente.

Pese a los avances en esta disciplina, aún existen desafíos para implementar la IA de manera efectiva en la EF. La resistencia al cambio por parte de algunos docentes y la falta de recursos adecuados, son obstáculos que deben superarse para aprovechar al máximo el potencial de estas tecnologías. Además, es fundamental abordar las preocupaciones éticas relacionadas con el uso de datos personales en entornos educativos.

En definitiva, la inteligencia artificial tiene el poder de transformar tanto el deporte, como la EF. Al ofrecer herramientas avanzadas para el análisis del rendimiento y la personalización del aprendizaje, es posible mejorar, no solo la efectividad del entrenamiento, sino enriquecer la experiencia de aprendizaje. Es imprescindible abordar las necesidades formativas de los docentes y superar las barreras existentes para garantizar una integración ética y efectiva de estas tecnologías digitales en los ambientes de aprendizaje de EF.

# Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

## 5.1. Conclusiones

La integración de la inteligencia artificial en la EF, específicamente en el baloncesto, ha emergido como un detonador clave para la mejora del rendimiento y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. La intersección entre la tecnología digital avanzada y la pedagogía deportiva, ha demostrado beneficios significativos en términos de personalización de la enseñanza y análisis detallado del rendimiento, apuntando al desarrollo integral de los individuos.

La IA desempeña un papel crucial al ofrecer enfoques de enseñanza personalizada. Con la capacidad de adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, la IA facilita un proceso de aprendizaje más eficaz y centrado en el alumno. Según Pérez (2022) la inteligencia artificial en la EF proporciona estrategias adaptativas que se ajustan al ritmo y estilo de aprendizaje de cada estudiante, mejorando así la retención de habilidades y el interés en la actividad física. Esta personalización no solo favorece el desarrollo de habilidades específicas en el baloncesto, sino que también contribuye a la formación integral de los individuos.

La aplicación de algoritmos avanzados de inteligencia artificial, han revolucionado el análisis del rendimiento en el baloncesto. La capacidad de desglosar movimientos específicos, identificar patrones de juego, y ofrecer retroalimentación detallada, ha transformado la manera en que jugadores y entrenadores abordan el perfeccionamiento técnico y táctico. La inteligencia artificial no solo mejora la eficacia del análisis de video en el baloncesto, sino que también proporciona diferentes perspectivas que pueden ayudar en la toma de decisiones estratégicas durante los juegos (Homecourt, 2023).

## 5.2. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda usar la IA para examinar los diferentes movimientos que intervienen en el baloncesto, así como su impacto en diversas disciplinas deportivas, evaluando, tanto el rendimiento físico, como las habilidades cognitivas y emocionales de los estudiantes.

Además, se hace necesario investigar la efectividad a largo plazo de las intervenciones tecnológicas digitales en el desarrollo integral de los estudiantes, considerando factores como la mejora de la coordinación motora, la gestión del estrés y la motivación en entornos de aprendizaje y competencia.

Por último, sería relevante analizar los desafíos éticos y prácticos que puede implicar la integración masiva de IA en ambientes de aprendizaje, incluyendo la privacidad de los datos y el papel de los docentes en un nuevo ecosistema tecnológico.

## Referencias citadas

- Ahmed et al. (2021). Evaluación de Estrategias Flexibles para el Manejo de la Pandemia del COVID-19 en el Sector Educativo. *Glob J Flex Syst Manag*, 22, pp. 81–105. doi.org/10.1007/s40171-021-00267-9
- Barajas, L. y Cuevas, O. (2017). Adaptación del modelo TPACK para la formación docente universitario. *Congreso Nacional de Investigación Educativa COMIE*. Recuperado 2023, Enero 12, de <https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2150.pdf>
- Batalla, A. (2000). *Habilidades Motrices*. Barcelona: INDE
- Beijing Consensus (2019). The AI Era: Lead the Leap. *2009 Beijing International Conference on Artificial Intelligence and Education*, Proceedings. Retrieved 2022, June 3, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- Bennasar, M.I. (2020). La innovación educativa en educación física, una posibilidad pedagógica trascendente en el ámbito universitario. *Revista Educare*, 24(3). Recuperado 2023, Enero 13 de doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1387
- Buendía, L., Colás, M.P. y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill
- Burgos, D. J., Rugel, S. R., Burgos, J. A., Párraga, A. G., Carrillo, J. M., & Díaz, C. de L. (2018). Educación Física, habilidades motrices básicas y estrategia didáctica: una experiencia con estudiantes del subnivel básico elemental. *Lecturas: Educación Física Y Deportes*, 23(242), 43-58. Recuperado de <https://efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/734>
- Calvo, G., Armero, C., & Spezia, L. (2023). A Bayesian hidden Markov model for assessing the hot hand phenomenon in basketball shooting performance. *arXiv: Applications*. Retrieved 2024, September 17, from <https://arxiv.org/abs/2303.17863>
- Centeio et al. (2021). El éxito y las luchas de los profesores de educación física mientras enseñan en línea durante la pandemia de COVID-19, *Journal of Teaching in Physical Education*, 40 (4), pp. 667-673. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jtpe/40/4/article-p667.xml>
- Common Sense Education. (12 de Julio del 2016). *How to apply the SAMR Model with Ruben Puentedura*. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZQTx2UQQvbU>

- Costoya, R. (2002). *Baloncesto: metodología del rendimiento*. Barcelona: Inde
- Charles H. Judd (1919) Educación física y otras materias escolares. *American Physical Education Review*, 24:8, pp.427-435, DOI: 10.1080/23267224.1919.10651065.
- Che, Y., Sivaparthipan, C. & Daniel, A. (2021). Human–Computer Interaction on IoT-Based College Physical Education. *Arabian Journal for Science and Engineering*. Retrieved 2022, October 13, from [https://www.researchgate.net/publication/354445407\\_Human-Computer\\_Interaction\\_on\\_IoT-Based\\_College\\_Physical\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/354445407_Human-Computer_Interaction_on_IoT-Based_College_Physical_Education)
- Chen, G., Chen, M., Jiang, J. (2022). Sports Analysis and Action Optimization in Physical Education Teaching Practice Based on Internet of Things Sensor Perception. *Computational Intelligence and Neuroscience*. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.1155/2022/7152953](https://doi.org/10.1155/2022/7152953)
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.3390/su12145568](https://doi.org/10.3390/su12145568)
- Du, C. & Tsai, S. (2021). Assistant Training System of Teenagers' Physical Ability Based on Artificial Intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.1155/2021/5526509](https://doi.org/10.1155/2021/5526509)
- Ez-mmla Harvard University. (s.f.). Holistic. [Computer software]. Retrieved from <https://mmla.gse.harvard.edu/tools/holistic/>
- Fetterman, D.M. (2010). *Ethnography: Step by Step* (3<sup>rd</sup> ed). CA: Sage.
- Garrido, S. y Mardones, M. (2016). Análisis biomecánico de la técnica de tiro libre en básquetbol. *EFDeportes.com Revista digital*, 216. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd216/analisis-biomecanico-de-tiro-libre-en-basquetbol.htm>
- González-Rivas, R. A., Núñez, O., Zueck-Enríquez, M., Gastelum-Cuadras, G., Ramírez-García, A. A., López-Alonzo, S. J., & Guedea-Delgado, J. C. (2022). Analysis of the Factors That Influence a Quality Physical Education in Mexico: School Supervision's Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2869. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.3390/ijerph19052869](https://doi.org/10.3390/ijerph19052869)
- Haywood, K. & Getchell, N. (2020). *Life span Motor Development* (7<sup>th</sup> ed.). Human Kinetics. <https://canada.humankinetics.com/products/life-span-motor-development-7th-edition-ebook-with-hkpropel-access>
- Homecourt. (s.f.). Recuperado de <https://www.homecourt.ai/>

- The jamovi project. (2022). jamovi (Versión 2.3) [Computer software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Kendall, A. & Cipolla, R. (2016). PoseNet: A Convolutional Network for Real-Time 6-DOF Camera Relocalization. *ResearchGate*. Retrieved 2023, January 12, from [https://www.researchgate.net/publication/277334078\\_Convolutional\\_networks\\_for\\_real-time\\_6-DOF\\_camera\\_relocalization](https://www.researchgate.net/publication/277334078_Convolutional_networks_for_real-time_6-DOF_camera_relocalization)
- Le Boulch, J. (1993). Psicocinética, educación y “APS” (Actividad física y deportiva). *En Memorias del 1er Congreso Argentino de Educación Física y ciencias. Universidad de la Plata*. Departamento de Educación Física, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, pp. 93-127. [https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab\\_eventos/ev.6852/ev.6852.pdf](https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.6852/ev.6852.pdf)
- Lee, H. S., & Lee, J. (2021). Applying Artificial Intelligence in Physical Education and Future Perspectives. *Sustainability*, 13(1), 351. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.3390/su13010351](https://doi.org/10.3390/su13010351)
- Liu, Y., Hu, N., Sun, M., Qu, F., & Zhou, X. (2024). The Effects of Hand Tremors on the Shooting Performance of Air Pistol Shooters with Different Skill Levels. *Sensors*. 24, 2438. DOI.org/10.3390/s24082438
- López et al. (2006). LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA. Revisión de modelos tradicionales y planteamiento de una alternativa. La evaluación formativa y compartida. *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (10), pp. 31-41. ISSN: 1579-1726. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345732275003>
- Mendoza, Marisol. (2015). Estrategia metodológica para el perfeccionamiento del tiro libro en el equipo de baloncesto infantil femenino de la Escuela Internacional Sampedrana. [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán]. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes
- Metulini, R. (2018). Players Movements and Team Shooting Performance: a Data Mining approach for Basketball. *arXiv: Applications*. Retrieved 2024, September 17, from <https://arxiv.org/abs/1805.02501>
- National Basketball League. (2022). NBA Launchpad selects five companies to develop future of basketball-related technology. <https://pr.nba.com/nba-launchpad-selects-five-companies-to-develop-future-of-basketball-related-technology/>
- Nextiles. (2018). Technology. <https://www.nextiles.tech/>

- Oñoro, M.A. (2016). *Estudio del rendimiento bajo presión en los tiros libres en baloncesto, y su influencia sobre el porcentaje de acierto durante el último minuto de juego*. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional - Archivo Digital UPM
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencias y la Cultura. (2015). *Educación física de calidad (EFC): guía para los responsables políticos*. Recuperado 2020, Octubre 13, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231340>
- Patton, M.Q. (2015). *Qualitative Research & Evaluation Methods*. (4<sup>th</sup> ed.). Thousand Oaks. Sage Publications
- Pérez, J. L. (2022). La Inteligencia Artificial en el deporte: Problemas y principios para su adopción. *Revista Española de Anestesiología*, 49. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/360950926\\_La\\_Inteligencia\\_Artificial\\_en\\_el\\_deporte\\_Problemas\\_y\\_principios\\_para\\_su\\_adopcion](https://www.researchgate.net/publication/360950926_La_Inteligencia_Artificial_en_el_deporte_Problemas_y_principios_para_su_adopcion)
- Piaget, J. (1990). *El nacimiento de la inteligencia en el niño*. Barcelona: Critica S.A.
- Puentedura, R. (13 de noviembre 2019). *Not wholly bad “or good”* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <http://hippasus.com/blog/archives/471>
- Pueo, B. (2016). High speed cameras for motion analysis in sports science. *Journal of Human Sport and Exercise*. 11(1): 53-73. doi:10.14198/jhse.2016.111.05
- Rezzil. (2022). Elite Analysis is Rezzil’s unique post-match analysis tool. <https://rezzil.com/elite-analysis/>
- Rouhiainen, L. P. (2018). *Inteligencia artificial 101 cosas que debes de saber hoy sobre el futuro*. Barcelona: Alienta
- Santiago,R. [@santiagoraul]. (25 de noviembre de 2015). *Alguien me pidió esto sobre el modelo #tpack*. Twitter. [https://twitter.com/santiagoraul/status/669561376369692672?t=QCDGpnRbLCTqTX\\_wCuZ14A&s=09](https://twitter.com/santiagoraul/status/669561376369692672?t=QCDGpnRbLCTqTX_wCuZ14A&s=09)
- Schneider, B., Hassan, J., & Sung, G. (2022). Augmenting Social Science Research with Multimodal Data Collection: The EZ-MMLA Toolkit. *Sensors*, 22(2), 568. <https://doi.org/10.3390/s22020568>
- Schleiermacher, F. (1998). En A. Bowie (Ed.), *Schleiermacher: Hermeneutics and Criticism: And Other Writings* (pp. i–iv), Cambridge: Cambridge University Press.

- Schwarzkopf, D. S., & Huang, Z. (2023). A simple statistical framework for small sample studies. *bioRxiv*. doi: 10.1101/2023.09.19.558509
- Secretaría de Educación del Gobierno de Tabasco. (2021). [Infografía de la estadística del Sistema Educativo]. *Estadística del Sistema Educativo del Estado de Tabasco*. <https://estadisticas.seta.b.gob.mx/>
- Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of Discipline. *American Behavioral Scientist*, 57(10) 1380–1400. DOI: 10.1177/0002764213498851
- TensorFlow Team. (12 de Septiembre 2022). *September Machine Learning Updates* [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.tensorflow.org/2022/09/september-machine-learning-updates.html>
- Top hat monocle Corporation (2024). *Glossary: Learning Analytics*. <https://tophat.com/glossary/l/learning-analytics/>
- Uplift. (2022). Improve human movement performance across all parts of life. <https://uplift.ai/about.html>
- Vilanou, C., y Turró, G. (2012). El baloncesto, 121 años después de su invención entre el deporte y la americanización. *Ars Brevis: anuario de la Càtedra Ramon Llull Blanquerna*. Recuperado 2023, Diciembre 05, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4459147>
- Wissel, H. (2002). *Basketball Steps to Success*. (Pellicer, S., Trans.). Barcelona. (Original work published 2002)
- Wei, S., Huang, P., Li, R., Liu, Z. & Zou, Y., (2021). Exploring the Application of Artificial Intelligence in Sports Training: A Case Study Approach. *Complexity*. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.1155/2021/4658937](https://doi.org/10.1155/2021/4658937)
- Worsley, M. (2018). Multimodal Learning Analytics' Past, Present, and Potential. *8th International Learning Analytics and Knowledge Conference LAK 2018*. Proceedings. Retrieved 2023, Enero 11, from <https://ceur-ws.org/Vol-2163/paper5.pdf>
- Yang, D., Oh, E.-S., & Wang, Y. (2020). Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot. *Sustainability*, 12(19), 8000. Retrieved 2022, October 13, from [doi.org/10.3390/su12198000](https://doi.org/10.3390/su12198000)

## Anexo. Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional

<b>Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional</b>	
<b>Título de Tesis:</b>	Análisis de patrones de movimiento para la evaluación de tiro libre en baloncesto
<b>Autor(a) o autores(ras) de la Tesis:</b>	María José Vázquez Santos
<b>ORCID:</b>	<a href="https://orcid.org/0009-0009-7196-0643">https://orcid.org/0009-0009-7196-0643</a>
<b>Resumen de la Tesis:</b>	<p>El análisis multimodal se emplea para recolectar datos sobre las interacciones de los estudiantes a través de diversas modalidades, como video, audio y datos sensoriales. Esto facilita una comprensión más profunda de los factores que afectan el aprendizaje, permitiendo identificar patrones de comportamiento que indican niveles de atención o estrés.</p> <p>El presente estudio se centra en la integración de la inteligencia artificial y el análisis multimodal en la enseñanza del baloncesto, específicamente en la técnica del tiro libre, se establece que los docentes deben poseer conocimientos tecnológicos, pedagógicos y de contenido para implementar eficazmente las tecnologías de la información y la comunicación en su práctica docente. El enfoque de esta investigación es de corte cualitativo ya que fue necesario la participación de toda persona implicada en la investigación y sumergirse para la comprensión de la situación.</p>

	<p>El objetivo principal es Evaluar la precisión de la motricidad involucrada en el tiro libre en alumnos de baloncesto mediante el uso de la inteligencia artificial.</p> <p>El estudio involucra a estudiantes de baloncesto, cuyas habilidades motrices son analizadas utilizando una cámara web respaldada por IA, capaz de rastrear puntos clave del cuerpo durante la ejecución del tiro libre. Se utilizan herramientas como el software Holistic para el procesamiento de video y jamovi para el análisis estadístico de los datos recopilados.</p> <p>Las conclusiones evidenciaron variaciones significativas en las posiciones y movimientos necesarios para realizar un tiro libre exitoso. Esta investigación no solo proporciona una base empírica sobre la técnica del tiro libre, sino que también destaca la importancia de personalizar el aprendizaje a través del uso de tecnologías digitales avanzadas, optimizando así la enseñanza y mejorando el rendimiento deportivo.</p>
<p><b>Palabras claves de la Tesis:</b></p>	<p>Análisis multimodal, Inteligencia Artificial, Tiro libre en baloncesto, Learning Analytics, Holistic</p>
<p><b>Referencias citadas:</b></p>	<p>Ahmed et al. (2021). Evaluación de Estrategias Flexibles para el Manejo de la Pandemia del COVID-19 en el Sector Educativo. <i>Glob J Flex Syst Manag</i>, 22, pp. 81–105. doi.org/10.1007/s40171-021-00267-9</p> <p>Barajas, L. y Cuevas, O. (2017). Adaptación del modelo TPACK para la formación docente universitario. <i>Congreso Nacional de Investigación Educativa COMIE</i>. Recuperado 2023, Enero 12, de <a href="https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2150.pdf">https://comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2150.pdf</a></p> <p>Batalla, A. (2000). <i>Habilidades Motrices</i>. Barcelona: INDE</p> <p>Beijing Consensus (2019). The AI Era: Lead the Leap. 2009 <i>Beijing International Conference on Artificial Intelligence and Education</i>, Proceedings. Retrieved 2022, june 3, de <a href="https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303">https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303</a></p> <p>Bennasar, M.I. (2020). La innovación educativa en educación física, una posibilidad pedagógica trascendente en el ámbito universitario. <i>Revista</i></p>

*Educare*, 24(3). Recuperado 2023, Enero 13 de  
doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1387

Buendía, L., Colás, M.P. y Hernández, F. (1998). *Métodos de investigación en psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill

Burgos, D. J., Rugel, S. R., Burgos, J. A., Párraga, A. G., Carrillo, J. M., & Díaz, C. de L. (2018). Educación Física, habilidades motrices básicas y estrategia didáctica: una experiencia con estudiantes del subnivel básico elemental. *Lecturas: Educación Física Y Deportes*, 23(242), 43-58. Recuperado de <https://efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/734>

Calvo, G., Armero, C., & Spezia, L. (2023). A Bayesian hidden Markov model for assessing the hot hand phenomenon in basketball shooting performance. *arXiv: Applications*. Retrieved 2024, September 17, from <https://arxiv.org/abs/2303.17863>

Centeio et al. (2021). El éxito y las luchas de los profesores de educación física mientras enseñan en línea durante la pandemia de COVID-19, *Journal of Teaching in Physical Education*, 40 (4), pp. 667-673. <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jtpe/40/4/article-p667.xml>

Common Sense Education. (12 de Julio del 2016). *How to apply the SAMR Model with Ruben Puentedura*. [Archivo de video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ZQTx2UQQvbU>

Costoya, R. (2002). *Baloncesto: metodología del rendimiento*. Barcelona: Inde

Charles H. Judd (1919) Educación física y otras materias escolares. *American Physical Education Review*, 24:8, pp.427-435, DOI: 10.1080/23267224.1919.10651065.

Che, Y., Sivaparthipan, C. & Daniel, A. (2021). Human-Computer Interaction on IoT-Based College Physical Education. *Arabian Journal for Science and Engineering*. Retrieved 2022, October 13, from [https://www.researchgate.net/publication/354445407\\_Human-Computer\\_Interaction\\_on\\_IoT-Based\\_College\\_Physical\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/354445407_Human-Computer_Interaction_on_IoT-Based_College_Physical_Education)

Chen, G., Chen, M., Jiang, J. (2022). Sports Analysis and Action Optimization in Physical Education Teaching Practice Based on Internet of Things Sensor Perception. *Computational Intelligence and Neuroscience*. Retrieved 2022, October 13, from doi.org/10.1155/2022/7152953

Chiu, T. K. F., & Chai, C. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. Retrieved 2022, October 13, from doi.org/10.3390/su12145568

Du, C. & Tsai, S. (2021). Assistant Training System of Teenagers' Physical Ability Based on Artificial Intelligence. *Mathematical Problems in Engineering*. Retrieved 2022, October 13, from doi.org/10.1155/2021/5526509

Ez-mmla Harvard University. (s.f.). Holistic. [Computer software]. Retrieved from <https://mmla.gse.harvard.edu/tools/holistic/>

Fetterman, D.M. (2010). *Ethnography: Step by Step* (3<sup>rd</sup> ed). CA: Sage.

Garrido, S. y Mardones, M. (2016). Análisis biomecánico de la técnica de tiro libre en básquetbol. *EFDeportes.com Revista digital*, 216. Recuperado de <https://www.efdeportes.com/efd216/analisis-biomecanico-de-tiro-libre-en-basquetbol.htm>

González-Rivas, R. A., Núñez, O., Zueck-Enríquez, M., Gastelum-Cuadras, G., Ramírez-García, A. A., López-Alonzo, S. J., & Guedea-Delgado, J. C. (2022). Analysis of the Factors That Influence a Quality Physical Education in Mexico: School Supervision's Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), 2869. Retrieved 2022, October 13, from doi.org/10.3390/ijerph19052869

Haywood, K. & Getchell, N. (2020). *Life span Motor Development* (7<sup>th</sup> ed.). Human Kinetics. <https://canada.humankinetics.com/products/life-span-motor-development-7th-edition-ebook-with-hkpropel-access>

Homecourt. (s.f.). Recuperado de <https://www.homecourt.ai/>

The jamovi project. (2022). jamovi (Versión 2.3) [Computer software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

Kendall, A. & Cipolla, R. (2016). PoseNet: A Convolutional Network for Real-Time 6-DOF Camera Relocalization. *ResearchGate*. Retrieved 2023, January 12, from [https://www.researchgate.net/publication/277334078\\_Convolutional\\_networks\\_for\\_real-time\\_6-DOF\\_camera\\_relocalization](https://www.researchgate.net/publication/277334078_Convolutional_networks_for_real-time_6-DOF_camera_relocalization)

Le Boulch, J. (1993). Psicocinética, educación y "APS" (Actividad física y deportiva). *En Memorias del 1er Congreso Argentino de Educación Física y ciencias.*

	<p><i>Universidad de la Plata</i>. Departamento de Educación Física, Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, pp. 93-127. <a href="https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.6852/ev.6852.pdf">https://memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.6852/ev.6852.pdf</a></p> <p>Lee, H. S., &amp; Lee, J. (2021). Applying Artificial Intelligence in Physical Education and Future Perspectives. <i>Sustainability</i>, 13(1), 351. Retrieved 2022, October 13, from <a href="https://doi.org/10.3390/su13010351">doi.org/10.3390/su13010351</a></p> <p>Liu, Y., Hu, N., Sun, M., Qu, F., &amp; Zhou, X. (2024). The Effects of Hand Tremors on the Shooting Performance of Air Pistol Shooters with Different Skill Levels. <i>Sensors</i>. 24, 2438. DOI.org/10.3390/s24082438</p> <p>López et al. (2006). LA EVALUACIÓN EN EDUCACIÓN FÍSICA. Revisión de modelos tradicionales y planteamiento de una alternativa. La evaluación formativa y compartida. <i>RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación</i>, (10), pp. 31-41. ISSN: 1579-1726. Disponible en: <a href="https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345732275003">https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=345732275003</a></p> <p>Mendoza, Marisol. (2015). Estrategia metodológica para el perfeccionamiento del tiro libro en el equipo de baloncesto infantil femenino de la Escuela Internacional Sampedrana. [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán]. Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes</p> <p>Metulini, R. (2018). Players Movements and Team Shooting Performance: a Data Mining approach for Basketball. <i>arXiv: Applications</i>. Retrieved 2024, September 17, from <a href="https://arxiv.org/abs/1805.02501">https://arxiv.org/abs/1805.02501</a></p> <p>National Basketball League. (2022). NBA Launchpad selects five companies to develop future of basketball-related technology. <a href="https://pr.nba.com/nba-launchpad-selects-five-companies-to-develop-future-of-basketball-related-technology/">https://pr.nba.com/nba-launchpad-selects-five-companies-to-develop-future-of-basketball-related-technology/</a></p> <p>Nextiles. (2018). Technology. <a href="https://www.nextiles.tech/">https://www.nextiles.tech/</a></p> <p>Oñoro, M. A. (2016). <i>Estudio del rendimiento bajo presión en los tiros libres en baloncesto, y su influencia sobre el porcentaje de acierto durante el último minuto de juego</i>. [Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio Institucional - Archivo Digital UPM</p> <p>Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2015). <i>Educación física de calidad (EFC): guía para los</i></p>
--	---

	<p><i>responsables políticos</i>. Recuperado 2020, Octubre 13, de <a href="https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231340">https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231340</a></p> <p>Patton, M.Q. (2015). <i>Qualitative Research &amp; Evaluation Methods</i>. (4<sup>th</sup> ed.). Thousand Oaks. Sage Publications</p> <p>Pérez, J. L. (2022). La Inteligencia Artificial en el deporte: Problemas y principios para su adopción. <i>Revista Española de Anestesiología</i>, 49. Recuperado de <a href="https://www.researchgate.net/publication/360950926_La_Inteligencia_Artificial_en_el_deporte_Problemas_y_principios_para_su_adopcion">https://www.researchgate.net/publication/360950926_La_Inteligencia_Artificial_en_el_deporte_Problemas_y_principios_para_su_adopcion</a></p> <p>Piaget, J. (1990). <i>El nacimiento de la inteligencia en el niño</i>. Barcelona: Critica S.A.</p> <p>Puentedura, R. (13 de noviembre 2019). <i>Not wholly bad “or good”</i> [Mensaje en un blog]. Recuperado de <a href="http://hippasus.com/blog/archives/471">http://hippasus.com/blog/archives/471</a></p> <p>Pueo, B. (2016). High speed cameras for motion analysis in sports science. <i>Journal of Human Sport and Exercise</i>. 11(1): 53-73. doi:10.14198/jhse.2016.111.05</p> <p>Rezzil. (2022). Elite Analysis is Rezzil’s unique post-match analysis tool. <a href="https://rezzil.com/elite-analysis/">https://rezzil.com/elite-analysis/</a></p> <p>Rouhiainen, L. P. (2018). <i>Inteligencia artificial 101 cosas que debes de saber hoy sobre el futuro</i>. Barcelona: Alienta</p> <p>Santiago,R. [@santiagoraul]. (25 de noviembre de 2015). <i>Alguien me pidió esto sobre el modelo #tpack</i>. Twitter. <a href="https://twitter.com/santiagoraul/status/669561376369692672?t=QCDGpnRbLCTqTX_wCuZ14A&amp;s=09">https://twitter.com/santiagoraul/status/669561376369692672?t=QCDGpnRbLCTqTX_wCuZ14A&amp;s=09</a></p> <p>Schneider, B., Hassan, J., &amp; Sung, G. (2022). Augmenting Social Science Research with Multimodal Data Collection: The EZ-MMLA Toolkit. <i>Sensors</i>, 22(2), 568. <a href="https://doi.org/10.3390/s22020568">https://doi.org/10.3390/s22020568</a></p> <p>Schleiermacher, F. (1998). En A. Bowie (Ed.), <i>Schleiermacher: Hermeneutics and Criticism: And Other Writings</i> (pp. i–iv), Cambridge: Cambridge University Press.</p> <p>Schwarzkopf, D. S., &amp; Huang, Z. (2023). A simple statistical framework for small sample studies. <i>bioRxiv</i>. doi: 10.1101/2023.09.19.558509</p>
--	--

	<p>Secretaria de Educación del Gobierno de Tabasco. (2021). [Infografía de la estadística del Sistema Educativo]. <i>Estadística del Sistema Educativo del Estado de Tabasco</i>. <a href="https://estadisticas.setab.gob.mx/">https://estadisticas.setab.gob.mx/</a></p> <p>Siemens, G. (2013). Learning Analytics: The Emergence of a Discipline. <i>American Behavioral Scientist</i>, 57(10) 1380–1400. DOI: 10.1177/0002764213498851</p> <p>TensorFlow Team. (12 de Septiembre 2022). <i>September Machine Learning Updates</i> [Mensaje en un blog]. Recuperado de <a href="https://blog.tensorflow.org/2022/09/september-machine-learning-updates.html">https://blog.tensorflow.org/2022/09/september-machine-learning-updates.html</a></p> <p>Top hat monocle Corporation (2024). <i>Glossary: Learning Analytics</i>. <a href="https://tophat.com/glossary/l/learning-analytics/">https://tophat.com/glossary/l/learning-analytics/</a></p> <p>Uplift (2022). Improve human movement performance across all parts of life. <a href="https://uplift.ai/about.html">https://uplift.ai/about.html</a></p> <p>Vilanou, C., y Turró, G. (2012). El baloncesto, 121 años después de su invención entre el deporte y la americanización. <i>Ars Brevis: anuario de la Càtedra Ramon Llull Blanquerna</i>. Recuperado 2023, Diciembre 05, de <a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4459147">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4459147</a></p> <p>Wissel, H. (2002). <i>Basketball Steps to Success</i>. (Pellicer, S., Trans.). Barcelona. (Original work published 2002)</p> <p>Wei, S., Huang, P., Li, R., Liu, Z. &amp; Zou, Y., (2021). Exploring the Application of Artificial Intelligence in Sports Training: A Case Study Approach. <i>Complexity</i>. Retrieved 2022, October 13, from <a href="https://doi.org/10.1155/2021/4658937">doi.org/10.1155/2021/4658937</a></p> <p>Worsley, M. (2018). Multimodal Learning Analytics' Past, Present, and Potential. <i>8th International Learning Analytics and Knowledge Conference LAK 2018</i>. Proceedings. Retrieved 2023, Enero 11, from <a href="https://ceur-ws.org/Vol-2163/paper5.pdf">https://ceur-ws.org/Vol-2163/paper5.pdf</a></p> <p>Yang, D., Oh, E.-S., &amp; Wang, Y. (2020). Hybrid Physical Education Teaching and Curriculum Design Based on a Voice Interactive Artificial Intelligence Educational Robot. <i>Sustainability</i>, 12(19), 8000. Retrieved 2022, October 13, from <a href="https://doi.org/10.3390/su12198000">doi.org/10.3390/su12198000</a></p>
--	--