



ESHPA

A (¿discrepant?) Meeting between disciplines: motor skills, science, mathematics and magic

(S) *Un encuentro (¿discrepante?) entre distintas disciplinas: motricidad, ciencia, matemáticas y magia*

Collado-Fernández, Diego¹; Roura Redondo, Raúl²; Ballesta-Claver, Julio³

Resumen

Introducción: La educación física ofrece un punto de referencia para integrar otros saberes. En concreto, puede acercar el contenido tanto científico como matemático, de manera que comprendan sus principios y fenómenos de forma lúdica y motivante. **Objetivos:** Comprender la ciencia y las matemáticas a través de la educación física. Presentar los contenidos científicos mediante experiencias discrepantes. Fomentar la pedagogía de la educación física a través de utilizar diferentes contextos. Presentar un ejercicio de interdisciplinariedad real en el aula. **Métodos:** A partir del empleo de experiencias que resulten discrepantes, esto es, que parezcan “mágicas”, se pretende eliminar la animadversión a las asignaturas de ciencias y matemáticas, que hoy en día crece a ritmo vertiginoso. Se han creado 8 actividades donde se muestran los fenómenos más característicos de modo que se interioricen y se “vivan”, siendo la última sesión una aplicación para alumnos de primaria. **Resultados y discusión:** Los resultados nos muestran que efectivamente todas las experiencias propuestas resultaban discrepantes o no esperadas, lo que tras su realización afianzaba el aprendizaje de los conceptos que se incluían. Se consigue motivar y acercar estas disciplinas al alumno. **Conclusiones:** La metodología presentada ha unificado las virtudes comunicativas y sociales del ámbito de la educación física con los principios de la magia y el método científico, lo que ha supuesto un nuevo enfoque educativo que logra que nuestros alumnos puedan aprender la capacidad de autocrítica, fomentándose la globalidad tanto en las aulas de primaria como en las universitarias.

Palabras clave: Magia; didáctica de las ciencias experimentales; didáctica de la educación física; experiencia discrepante; método de indagación.

Abstract

Introduction: Physical education provides a reference point to integrate other forms of knowledge. In particular, It can bring near both scientific and mathematician content in order to understand its principles and phenomena in a playful and motivate way. **Objectives:** Understand the science and mathematics through physical education. Present the scientific contents by differing experiences. Promote the teaching of physical education using different contexts. Present a real interdisciplinarity learning in the classroom. **Methods:** By using discrepant experiences, that is, that seem like "magic", it is intended to eliminate the aversion of science and mathematics, which today is growing at breakneck pace. 8 activities have been created to show the most characteristic phenomena in order to internalize and "live" the concepts, being the last session an application for elementary students. **Results y discussion:** Results show that all the activities were discrepant or not expected obtaining the learning of the concepts after doing them. This get the student motivation and a discipline closeness. **Conclusions:** The presented methodology has unified the communicative and social virtues of the Physical education field with the principles of the magic and the scientific method, which has led to a new educational approach that makes our students to learn the capacity of self-criticism, promoting the globality both in elementary classrooms and the university.

Keywords: Magic; didactics of experimental sciences; didactics of physical education; discrepant event; method of inquiry.

Type: Proposal

Section: Physical education

Author's number for correspondence: 3 - Sent: 21/06/2018; Accepted: 2/10/2018

¹Department of Didactics of Corporal Expression, Centro de Magisterio La Inmaculada, University of Granada – Spain-dcollado@eulainmaculada.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1506-7331>

²Department of experimental sciences, Centro de Magisterio La Inmaculada, University of Granada – Spain-raulroura@eulainmaculada.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0028-5072>

³Department of experimental sciences, Centro de Magisterio La Inmaculada, University of Granada – Spain-juliosci@eulainmaculada.com; ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8894-7714>

Collado-Fernández, D.; Roura Redondo, R.; Ballesta-Claver, J. (2019). A (¿discrepant?) Meeting between disciplines: motor skills, science, mathematics and magic. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*. 3(1): 56-72. doi: <http://hdl.handle.net/10481/53221>

ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity - ISSN: 2603-6789



ESHPA

(P) Uma reunião (voto?) entre diferentes disciplinas: motor bruto, ciência, matemática, e magia

Resumo

Introdução: Educação física fornece um ponto de referência para a integração de outras formas de conhecimento. Em particular, você pode aumentar o zoom no conteúdo de tanto científico como um matemático, de modo a compreender os seus princípios e fenômenos em um lúdico e motivador. **Objetivos:** Compreender a ciência e matemática pela educação física. Apresentar o conteúdo científico por diferentes experiências. Promover o ensino de educação física através do uso de diferentes contextos. Apresentar um exercício real da interdisciplinaridade na sala de aula. **Métodos:** Com o uso de experiências que são conflitantes, ou seja, que parecem "Magic", que se destina a eliminar a aversão às disciplinas de ciências e matemática, que hoje está crescendo em ritmo alucinante. 8 As atividades foram criadas para mostrar os fenômenos mais característicos de modo a internalizar e "ao vivo", sendo a última sessão de uma aplicação para os alunos. **Resultados e discussão:** Os resultados mostramos que, na verdade, todas as experiências diferentes propostas foram o esperado ou não, após a sua implementação, a aprendizagem dos conceitos que estão incluídos. Você começa a motivar e trazer essas disciplinas para o aluno. **Conclusões:** A metodologia apresentada unificou o comunicativo e virtudes sociais do âmbito da educação física com os princípios da magia e do método científico, o que levou a uma nova abordagem educacional que faz com que os nossos alunos podem aprender a capacidade de auto-crítica, a globalidade, tanto em salas de aula e elementar na universidade.

Palavras-chave: Magia; Didática das ciências experimentais; ensino da educação física; Experiência; método de inquérito dissidente.

Reference:

Collado-Fernández, D., Roura Redondo, R., & Ballesta-Claver, J. (2019). A (¿discrepant?) Meeting between disciplines: motor skills, science, mathematics and magic. *ESHPA - Education, Sport, Health and Physical Activity*, 3(1), 56-72. doi: <http://hdl.handle.net/10481/53221>



I. Introduction / Introducción

I. -Introducción - Introduction

Uno de los problemas que aduce la educación de las ciencias y las matemáticas hoy en día a nivel mundial es que su interés está teniendo un continuo declive, agravándose año tras año (Adegoke, 2010). La falta de aplicabilidad de estas disciplinas mediante un enfoque teórico y una actuación estática en el aula (sin movilidad) ofrece un rechazo que se acrecienta al avanzar de etapa, generando un poso negativo que permanece incluso en etapas universitarias. Una primera propuesta para paliar este hecho fue el programa *Sister in science* del año 1997, en la ciudad de Filadelfia, para incentivar una mayor incorporación de las mujeres a disciplinas científicas, unificando las ciencias con las matemáticas, proyecto que inicialmente tuvo una buena acogida.

Si nos fijamos bien, en la naturaleza tenemos bastantes ejemplos que conectan contenidos matemáticos y científicos, como la simetría de objetos y su comportamiento, pero es necesario un nexo que las cohesionen. Un campo que permite una buena interrelación lo ofrece la praxis del movimiento, tanto de cualquier objeto como del cuerpo humano, en donde la actividad física juega un papel esencial (González y González, 2010). El movimiento pertenece al ámbito de la educación física, la cual puede presentarse mediante tres enfoques, según indica Prieto: 1) Educación físico-deportiva; 2) educación psicomotriz y 3) expresión corporal (González y González, 2010; Prieto, Naranjo y García, 2005). Desde estos enfoques, el individuo se relaciona con el entorno social, cultural y natural, produciéndose entre ambos un maridaje que aporta significados viables para el aprendizaje. Debido a ello, la tendencia de hoy en día es, según palabras textuales de Arufe Giráldez (2015) que la educación física no es tan física, lo que puede conducir a un nuevo término, y por ello pensamos que es necesario establecer un refuerzo de la actividad motriz a través de otra perspectiva. Además, el movimiento, que ofrece unas características lúdicas, permite generar una serie de emociones, las cuales pueden ser objeto de un aprendizaje (Nieto, Callejas y Jerez, 2014). Según la revisión bibliográfica llevada a cabo por Ubago-Jiménez y colaboradores (2018), existe cada vez más una vinculación entre las inteligencias múltiples con la práctica de actividad física y deportiva, de modo que lo cognitivo y lo experiencial se unifican cada vez más, siendo un fin necesario en la educación.

Esta idea actúa como vivero para desarrollar un nuevo proyecto que añade una forma de movimiento (el deporte) al desarrollo de las ciencias y las matemáticas, como ocurrió en el año 2003 con el proyecto *Sisters in Sport Science (SISS)*. Su objetivo principal fue el fomentar una actitud positiva de los adolescentes ante las ciencias y las matemáticas a partir de sus logros e implicación, aspecto éste fácil de conseguir ya que el deporte ofrece un ambiente que abarca una conexión psicológica, emocional y social (Hamrich y



Fadigan, 2003). De esta manera, se pasa de lo abstracto a lo tangible y visual, convirtiéndose en una vivencia que nos conduce al conocimiento práctico (Fernández Manzanal, Medrano Mir y Bello, 2006).

Por otra parte, hemos de considerar que también existen algunos estudios que unifican las matemáticas y el movimiento, siendo el trabajo del profesor Martos y colaboradores (2010), así como el de García Fernández y colaboradores (2018), con la creación de programas motrices vinculados a las funciones ejecutivas, los más destacados. En la actualidad, existe también un proyecto emergente para edades de infantil-primaria denominado *Math & Movement* (<https://mathandmovement.com/>) de la ciudad de Ithaca, Nueva York (2017), en donde los estudiantes practican conceptos matemáticos mientras que se mantienen físicamente activos con estiramientos, movimientos a través del cuerpo y yoga. Permite a los estudiantes saltar, caminar, gatear y bailar mientras aprenden sumando o multiplicando, usando muchas modalidades de aprendizaje (visual, auditiva, motora y cinestésica) (Wade, 2016). Ello es debido a que la actividad física brinda beneficios cognitivos (Sjöblom, Mälkki, Sandström y Lonka, 2014), como demuestran los estudios realizados por el centro de control de enfermedades del año 2010, ofreciendo un ambiente favorecedor del aprendizaje, además de mantener un peso saludable y una mejor salud cardiovascular, así como una óptima fortaleza ósea y reducción de lesiones, enfrentándose al sedentarismo (Snyder, Dinkel, Schaffer, Hiveley y Colpitts, 2017).

En el ámbito de la metodología, existen varios estilos para la enseñanza, que van desde los más tradicionales hasta los más participativos y socializadores. En nuestro caso nos interesa una metodología centrada en la indagación socializadora, tanto en el descubrimiento guiado como en la resolución de problemas. Con estas metodologías se va conduciendo al sujeto a la resolución del enigma de forma conjunta, de forma que investigar resulte motivante. Pero ello no es relevante si lo que se presenta para indagar es convencional. Es necesario presentarlo de una forma muy especial, a través de experiencias que sean discrepantes (Friedl, 2000), como una disonancia cognitiva, esto es, fenómenos no pronosticados, inesperados, generando sorpresa e intriga. Resultan hechos que pueden ser considerados en el argot popular como mágicos. Según el diccionario de la real academia española, la magia se define como “Arte o ciencia oculta con que se pretende producir, valiéndose de ciertos actos o palabras, o con la intervención de seres imaginables, resultados contrarios a las leyes naturales” siendo esta última frase, “contraria a las leyes naturales” la clave que estamos buscando. Ejemplos como el caminar de un mosquito por el agua, o el cambio de color de una figura que indica un cambio de humedad ambiental o el poder meter en una pequeña caja más objetos de lo que podríamos pensar, impactan al espectador. Estos fenómenos van asociados con el asombro y la fascinación, lo que los hace interesantes y atractivos, incitando a su observación y estudio. Veamos un ejemplo, como el fenómeno de la gravedad. ¿Cómo lo hacemos discrepante? A través de un hecho no pronosticado, como crear una figura en un equilibrio imposible, como varias personas sostenidas



por una sola persona en el centro o mantener en equilibrio un plato mediante el giro de un palo. Pero ¿qué hace que se caigan las cosas? ¿No es mágico? La idea de un campo invisible resulta difícil de aceptar, pero está ahí. Líneas invisibles nos acercan al suelo. ¿No sería fascinante el poder verlas? En ello están los científicos en la actualidad gracias al descubrimiento de las ondas gravitacionales en el espacio, una forma de ver la gravedad invisible (Sintes y Sorazu, 2017).

La magia fascina y debido a ello, en los últimos años, ha habido un interés creciente en un estudio científico de ella. Esta nueva ola está dando resultados interesantes, generando metodologías alternativas en la enseñanza (Rensink y Kuhn, 2015). La magia, para el gran público, tiene tres modos de actuación (Kuhn, Amlani y Rensink, 2008): 1) *La desorientación*. Consiste en desviar la atención para, de una manera rápida y directa, hacer el truco en otra parte en donde el público no está atendiendo, como las apariciones y desapariciones de objetos; 2) *Las ilusiones*, como las ópticas, como la adición de espejos y perspectivas, las cuales permiten cortar personas a la mitad; 3) *El forzado*, como elegir una carta por el asistente que, dependiendo de la sugestión provocada por el mago, orienta la posible elección y adivinación. Tanta importancia está teniendo esta vertiente que se está intentando dar un enfoque mediante la neurociencia, la denominada *neurociencia de la magia* (Lamont, Henderson y Smith, 2010).

Existe una conexión entre la magia, las matemáticas y las ciencias, porque muchos trucos de magia se basan en la aplicación del conocimiento real que proporcionan estas ciencias, seleccionando aquellos que resultan misteriosos o fascinantes (Gómez Crespo y Cañamero, 2009; Lin et al., 2017). Todo truco de magia tiene una explicación, como el averiguar una carta a través de una serie de mezclas “supuestamente” al azar. El mago realiza un algoritmo específico que el espectador desconoce, dando la impresión de que el mago tiene dotes ocultas, “poderes adivinatorios”, consiguiendo adivinar la carta, asombrando y deleitando a la audiencia. El mago es la persona que es capaz de originar la capacidad de asombro, a partir del llamado “discurso del mago”, en donde una buena preparación del truco o experiencia suscitará dicha emoción (Brown, 2007). Debemos de presentar hechos reales a los alumnos que asombren, de modo que se fomente la búsqueda de la verdad. El descubrir el “truco” incita al autoaprendizaje. Por ello, los trucos de magia reales pueden constituir un recurso didáctico extremadamente motivador para los alumnos, quienes, tras el asombro inicial ante un suceso que parece contrario a las leyes de la naturaleza, inmediatamente intentan dar una explicación racional y, a partir de la creatividad, llegar científicamente al mismo (García-Molina, 2011; Martos et al., 2010).

Por tanto, a raíz de las premisas indicadas se va a construir una metodología en la que la educación física comporta una plataforma central para desarrollar experiencias mágicas de matemáticas y ciencias, ofreciendo un nuevo enfoque integrador y motivante, que permita el interés y la curiosidad por los



fenómenos naturales y matemáticos. Más que nunca es necesario mostrar esta interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria, de modo que sea implementada posteriormente por los propios alumnos universitarios en su ejercicio profesional. La excesiva atomización de las asignaturas muestra un curriculum cerrado que evita entender la realidad tal como es de una forma global e interconectada. Por esta razón es de vital importancia ofrecer metodologías que muestren una perspectiva que permita ver la realidad de una forma más amplia (Arumí y Lecumberri, 2010; Díaz Lucea, 2010; Fraile Aranda, 2012). Siguiendo las premisas propuestas por Martínez-Hita con respecto a la unificación de las matemáticas y la educación física (Martínez-Hita y Martínez-Hita, 2017), se va a cumplimentar una metodología activa e indagatoria que incorporará contenidos científicos-matemáticos con apariencia discrepante.

II. -Metodología, actividades y discusión – *Methodology, activities and discussion*

Tras lo indicado, proponemos una serie de actividades basadas en una metodología fundamentada en el descubrimiento a través de experiencias discrepantes implementadas por un grupo de profesores del área de matemáticas, ciencias y educación física del Centro de Magisterio La Inmaculada de Granada.

Lo primero fue definir los contenidos básicos a tratar. Con respecto a las ciencias, se eligió la física del movimiento, en donde se incluyen:

1. Las leyes de Newton (el concepto de inercia, fuerzas, acción y reacción de objetos).
2. El peso de los objetos.
3. El equilibrio (centro de gravedad).
4. La conservación de la cantidad de movimiento (choques).
5. La importancia de la fricción (fuerza de rozamiento).
6. El momento angular (giros).
7. La importancia de las trayectorias en lanzamientos (tiro horizontal y parabólico) y su relación con la energía.

Respecto a las matemáticas, se focalizó en:

1. Fomento del álgebra, de la lógica mental de operaciones: sumas, restas, multiplicaciones y divisiones.
2. Relación entre las formas geométricas de los cuerpos y su comportamiento en el movimiento.
3. Significación del concepto de número y su simbolismo.
4. Identificación de secciones cónicas en el movimiento (circunferencia, elipse, parábola e hipérbola).



5. El espacio y los planos.
6. La representación gráfica de funciones (estudio de comportamientos).
7. Diferenciación entre el azar (probabilidad) y el determinismo (leyes).

Respecto a la motricidad, se tuvo en cuenta:

1. La importancia del desplazamiento, con la carrera y la lateralidad.
2. La percepción visual y táctil.
3. Equilibrio estático y coordinación.
4. Espacialidad y temporalidad.
5. Giros.
6. Lanzamientos y recepciones.
7. Saltos.

Todas las actividades deben tener como principio ofrecer un inicio discursivo motivante que incite al aprendizaje de los diferentes contenidos. Las actividades realizadas fueron las siguientes:

Actividad 1: Desplazamientos, lateralidad e inercia. ¿Probabilidad o determinismo? Se realiza la siguiente pregunta: ¿Qué sucederá si, corriendo con una pelota, la lanzamos hacia arriba? ¿Dónde caerá? (Hierrezuelo y Montero, 1991):

- a) La cogerá la misma persona que la lanza.
- b) La cogerá la primera persona que va corriendo detrás de la que la ha lanzado.
- c) La cogerá la segunda persona que va corriendo detrás de la que la ha lanzado.
- d) No la cogerá nadie.

Se organizan los alumnos en grupos de tres y contestan consensuando una respuesta por cada grupo, argumentando las respuestas. El resultado que obtuvimos fue que el 70% de las respuestas correspondía a la opción “b” y el 20% a la opción “c”, dejando un 5% para la opción “a” y otro 5% para la opción “d”. Seguidamente se realizó el experimento. Se colocan los grupos al fondo del pabellón, cogiendo una pelota por grupo, siendo el primero de la fila el que realizará el lanzamiento. Tras la señal, comienzan la carrera, lanzando la pelota verticalmente hacia arriba al alcanzar la línea central de la pista. Este experimento se realiza un mínimo de cinco veces a modo de consenso y eliminación de errores. Los alumnos quedaron perplejos al comprobar como la opción más válida era la opción “a”. La propia persona que lanzaba el objeto era la que lo recibía estando en carrera. Al objeto de clarificar el fenómeno se propuso el modificar dos variables: la velocidad de la carrera y el peso del objeto lanzado. Nuevamente se les instaba a proporcionar una respuesta. Los alumnos

pronosticaron que a una mayor velocidad se perdería el efecto, así como el elegir una pelota más pesada. Pudieron observar sorprendidos como ni el cambio de la velocidad ni el peso del objeto ofrecían cambios, al contrario, al ser más masivo, más conservaba su trayectoria, siendo recogido por el propio lanzador. El aspecto “mágico” del comportamiento junto con el aspecto lúdico suscitaba la búsqueda de la respuesta, la cual los conducía a un concepto ancestral denominado inercia, enunciado por el científico Galileo en 1632: “todo objeto tiene tendencia a continuar con su movimiento o a permanecer estático. A mayor masa, mayor tendencia” (Hewitt, 2007).



Figura 1. El concepto de inercia puesto a prueba a la carrera. ¿A quién le caerá el balón una vez lanzado verticalmente hacia arriba?

Actividad 2: Expresión corporal, el plano, la geometría y de nuevo la inercia. A modo de seguir comprendiendo el concepto de inercia, se propone la siguiente experiencia. Se pretende lanzar un objeto lo más lejos posible rodando por la pista del pabellón. Para ello, se propone dejarlo caer a través de un plano inclinado improvisado por una esterilla, como se muestra en la figura 2. Se realiza la siguiente pregunta. ¿Cuál de los siguientes objetos llegará más lejos al dejarlo rodar por la esterilla inclinada?

- a) La pelota de tenis.
- b) La pelota de baloncesto.
- c) El aro.
- d) La pelota de fútbol.

La respuesta resulta condicionada por la actividad 1 anterior y sirve de complemento para el aprendizaje del concepto de la inercia. Un 62,3% del alumnado optó por la pelota de tenis, por la movilidad que tiene; un 20% optó por el aro y por partes casi iguales restantes la pelota de fútbol y la de baloncesto. Ciertamente estos dos últimos objetos presentan menor movilidad en comparación al aro y la pelota de tenis, pero al tener una mayor masa conservan más su movimiento, llegando al fondo de la pista, aunque fueran más despacio. De modo que el concepto de inercia va asociado a la masa y por tanto este experimento es sumativo al anterior. La coordinación en preparar la esterilla (que no se

abombe), así como la inclinación de la misma, la altura a la cual se la deja caer y la disposición para el trabajo en grupo supondrá el éxito del experimento. Los aspectos matemáticos que se tratan son la geometría de los objetos, el que tengan mayor o menor volumen, y la representación de funciones, resultando en este caso la función asintótica $f(x)=1/x$, con límite en el infinito sobre el eje x (pabellón).



Figura 2. El plano inclinado y la caída libre de objetos. Refuerzo del concepto de inercia. ¿Será el objeto más masivo el que llegue más lejos? Parece ser que sí.

Actividad 3: Percepción, geometría y conservación de la cantidad de movimiento. Esta es quizás una de las leyes más fascinantes de la física. Una manera muy gráfica de plasmarla es a través del choque de dos objetos de muy diferente masa. Se coge un balón de baloncesto y una pelota de tenis y se dejan caer juntos, estando la pelota de tenis encima de la pelota de baloncesto. ¿Qué sucederá cuando la pelota de baloncesto toque el suelo? (Véase figura 3):

- Que ambas se quedan en el suelo, si ofrecer ningún rebote.
- Que la pelota de baloncesto se eleva más.
- Que la pelota de tenis se eleva más.
- Que no ocurre nada especial.

Realizar este experimento requiere destreza motora. No es lo mismo colocar la pelota de tenis justo en el centro que en uno de los laterales. Resulta fascinante observar su resultado: la pelota de tenis alcanza una altura dos veces superior a la estimada para una caída libre del objeto individual a la misma altura. ¿Cómo es esto posible? El 93,2% de las respuestas constituían las opciones “a” y “d”, por lo que supuso un resultado no pronosticable, lo que incitó su resolución. ¿Cómo explicarlo o vivenciar la solución de una manera simple? Hay algo que se conserva, la cantidad de movimiento, que conforma el producto de dos variables: la masa (m) y la velocidad (v), resultando el producto: $m \cdot v$. Simplificando su principio, podemos expresarlo del siguiente modo:

$$m_{\text{baloncesto}} \cdot v_{\text{baloncesto}} = m_{\text{tenis}} \cdot v_{\text{tenis}}$$

Lo que nos conduce a expresarlo de forma cualitativa:

$$m_{\text{baloncesto}} \cdot v_{\text{baloncesto}} = m_{\text{tenis}} \cdot v_{\text{tenis}}$$

La pelota de tenis alcanza una velocidad mayor debido a la conservación del producto en ambas ecuaciones (mismo resultado): La mayor masa de uno es compensada con una mayor velocidad a falta de masa. Un buen ejercicio posterior correspondería a cambiar los objetos para comprobar los efectos que se producen (objeto más masivo arriba; cambiar el objeto superior por otro más liviano o pesado). También se instó a que identificaran la trayectoria de la pelota de tenis a cada intento, observándose la obtención de diferentes secciones cónicas.



Figura 3. La conservación de la cantidad de movimiento en choques elásticos. Un intercambio del producto $m \cdot v$ de los objetos ofrece un comportamiento discrepante.

Actividad 4: Equilibrio estático, estabilidad y centro de gravedad. Uno de los aspectos más importantes de la educación motora es el control del equilibrio, que en sí está relacionado con la distribución de la masa. Se les establece la siguiente pregunta ¿Es posible tocar con la nariz una moneda que está en el suelo si se está arrodillado con las manos atadas a la espalda?

- a) Sí, no hay ningún problema.
- b) No, porque hay una pérdida de equilibrio importante.
- c) Sí, si eres mujer.
- d) Sí, si eres hombre.

Las dos últimas respuestas crean controversia y apenas son elegidas, siendo la primera respuesta, la “a”, la más elegida (75%). Es interesante comprobar que el sexo importa en esta prueba. No es lo mismo ser hombre o mujer en el tema del equilibrio. Por eso, se realiza a continuación la actividad propuesta, observándose las diferencias. La razón radica en la posición del centro de gravedad, estando en la mujer en una posición un poco más baja que con respecto al hombre. Esto dota a la mujer de una mayor estabilidad, como se puede observar en deportes como en la gimnasia olímpica, en donde uno de los ejercicios, la barra de equilibrio, sólo la practican las mujeres. Una forma de ser consciente de él es con otro ejercicio, como el intentar tocar la punta de los pies al inclinarnos. Si se hace apoyado

sobre una pared vemos que no es posible sin caerlos debido a que el centro de gravedad de nuestro cuerpo no cae en la vertical de nuestros pies, sino un poco más adelante al inclinarnos, lo que nos provoca la pérdida de la estabilidad.



Figura 4. Averiguando el centro de gravedad. Al intentar tocar la punta de los pies apoyados en una pared comprobamos que caemos hacia delante, debido a que la línea vertical del centro de gravedad no pasa por la base de sustentación (los pies), sino que queda en una posición más avanzada.

Actividad 5: Equilibrio, rozamiento y la tercera ley de Newton. El rozamiento es otro de los temas fascinantes dentro de la física y del movimiento. Es la razón por la que podemos caminar, además de sentir cualquier brisa de aire. Se propone realizar una competición por grupos consistente en tirar de una cuerda en cuyo centro se encuentra un pañuelo atado. Se realiza la siguiente pregunta: ¿En qué condiciones es más fácil ganar al juego de la cuerda?

- a) Llevando un calzado de goma.
- b) Llevando un calzado de cuero.
- c) Llevando sólo calcetines.
- d) Yendo descalzo.

En este caso, casi el 90% de las respuestas coinciden con la primera opción, con el llevar un calzado de goma. Parece que no hay sorpresa en esta actividad. Sin embargo, lo discrepante, para el aprendizaje, lo constituye lo siguiente: Hacemos dos grupos, uno de chicos y otro de chicas y realizamos el juego. En la mayoría de las veces, los chicos ganan a las chicas y se les pregunta a las chicas sobre qué pueden hacer para poder ganar. Se les propone a los chicos quitarse el calzado para quedarse en calcetines, con la sorpresa de que las chicas ganan de forma continua dicho juego. El rozamiento es la clave, no la fuerza, sino la habilidad de impedir un gran deslizamiento gracias al calzado.



Figura 5. El juego de la cuerda y el rozamiento. Un calzado que ofrezca un menor deslizamiento permitirá ganar a dicho juego.

Actividad 6: Espacialidad, giros y conservación del momento angular. El poder hacer girar un aro con el cuerpo requiere destreza. Es muy probable que se nos caiga si no llevamos un ritmo acompasado, como si fuese una sucesión de números bien dispuesta. La pregunta para indagar fue la siguiente: Al hacer una cadena con varios alumnos, la cual gira por su centro, ¿qué diferencias experimentan los diferentes integrantes?

- a) Que lleva mucha velocidad el integrante central.
- b) Que llevo mucha velocidad el integrante más externo.
- c) Que todos llevan la misma velocidad independientemente del lugar ocupado.

Muchos opinan que la mayor velocidad corresponde a estar situados en el centro (opción “a”, 67 %), y otros que no hay diferencia (opción “c”, 33 %). Cuando lo comprueban se dan cuenta de que sí hay diferencia, en donde un mayor radio genera una mayor velocidad de giro, porque se recorre más distancia en el mismo tiempo, por lo que adquiere una mayor velocidad, debido a que se conserva algo, el movimiento del giro (momento angular), un aspecto conceptual, que no requiere de fórmulas y que es fácilmente asequible tras la experiencia. Hacer girar un aro también es un reto. El hecho de no estar en permanente contacto al hacerlo girar provoca la caída del mismo (fuerza de empuje vs fuerza normal, como un libro encima de una mesa). Al ser conscientes de ello haciéndolo girar primero en un brazo, consiguen hacerlo girar en su cintura aquellos alumnos/as que no lo consiguen hacer girar la primera vez.



Figura 6. Giros y más giros. La posición que el alumno/a ocupa al realizar un giro en grupo genera diferencias en la velocidad. Para poder girar un objeto hay que estar en permanente contacto con él (aro), ejerciendo una fuerza.

Actividad 7: El tiro parabólico y la importancia de la energía. ¿Cómo se debe de lanzar un objeto para que llegue lo más lejos posible? ¿Cómo debes de saltar para poder superar una gran distancia? En este caso se les propuso juego libre, de modo que, tras lo experimentado anteriormente, fueran capaces de indagar y deducir la mejor solución. Un lanzamiento totalmente horizontal no daba la clave, como tampoco un tiro con mayor componente vertical, como muchos alumnos aseguraban, por lo que la solución provenía de la suma de ambos, la obtención de una trayectoria parabólica, a un ángulo de 45° . Los libros de física dicen esto, pero apenas es llevado a la práctica, por lo que no está presente cuando se tiene que aplicar. Ello también induce a cambiar la velocidad del lanzamiento, de modo que la energía cinética (velocidad) y la energía potencial (altura) van asociadas, siendo necesario el consenso más efectivo.



Figura 7. El tiro parabólico: la matemática, la motricidad y la física en acción. Para pasar el balón a una mayor distancia o realizar un gran salto se requería una trayectoria parabólica bastante excéntrica.

Actividad 8: Motricidad, equilibrio y números con alumnos de primaria. La prueba demostrativa. Al objeto de concienciar y probar el efecto de esta metodología al alumnado universitario, se estableció realizar una feria del juego invitando a diferentes colegios a participar realizando las diferentes

actividades. Se comenzó primeramente con una actividad que introdujera la magia como hilo conductor. El mago-profesor muestra un sobre cerrado en donde se encuentra un resultado a predecir (un número de 4 cifras) ¿Puede el mago adivinar un número al azar todas las veces posibles? Se forman equipos de 3 miembros cada uno. El suelo del pabellón se cubre con diferentes números. Cada miembro del equipo escoge un número del suelo, con la condición de que ninguno de los tres que conforman el equipo cojan un número repetido. Al objeto de comprender los aspectos de equilibrio que implica el agacharse, se hace pasar a los alumnos por un banco de poca anchura, experimentando y aprendiendo la habilidad que deben de desarrollar para pasar con facilidad (centro de gravedad y conservación del momento angular). Se les propone (en caso de no darse cuenta) el pasar con los brazos pegados a la cintura o en forma horizontal. Seguidamente se les proporciona un palo largo que pueden sostener en forma vertical u horizontal. Tras ello, realizan en una pizarra las siguientes operaciones: 1) formar un número con las tres cifras seleccionadas (según orden de llegada); 2) invertir el orden de las cifras de ese número conformando otro número, realizando la resta del mayor número con el menor. El resultado obtenido lo vuelven a invertir, sumando ahora en este caso los dos últimos números obtenidos. El número resultante se apuntará en un papel que deberán depositar en un recipiente que se encuentra al final de un pequeño circuito de habilidad motora. Cada equipo realiza este conjunto de actividades. Finalmente, el profesor coge todos los papeles del recipiente, formula unas palabras mágicas, observándose que en todos ellos aparece el número 1089, el mismo número que estaba dentro del sobre ¿Matemáticas o magia?



Figura 8. Magia, motricidad, física y matemáticas. Equilibrios y destreza motriz van acompañados de operaciones matemáticas, las cuales se encaminan a realizar sumas y restas, obteniendo un número común: el 1089.

III. - Conclusiones - Conclusions

La asimilación de los contenidos en etapas universitarias sigue siendo parcelada y poco vivencial, a pesar de las investigaciones, experiencias y bibliografía existentes que justifican su cambio. Son necesarias herramientas metodológicas que nos ayuden realizarlo y eso es lo que hemos pretendido presentar en esta comunicación: el contribuir al cambio. El hecho de realizar actividades de forma coordinada cambia la



percepción de que los conceptos matemáticos y científicos son abstractos y poco útiles. Además, el hecho de poderlos presentar dentro del ámbito de la educación física hace que ella misma sea un gran pilar del sistema educativo, que interconecta, que ofrece motivación y salud, preparando un escenario que conduce y organiza. Los resultados que hemos obtenido nos han mostrado el fomento del interés por las tres disciplinas. El ofrecer experimentos discrepantes, a veces mágicos o a veces presentados con el discurso de un mago, potencia la indagación y el aprendizaje interconectando las áreas. La importancia de inculcar en los futuros maestros lo experiencial y la compenetración de contenidos de forma discrepante permitirá fomentar la creatividad y la autonomía en el alumnado.

IV. - Referencias bibliográficas - *Bibliography*

- Adegoke, B. A. (2010). Integración de animaciones, narraciones y textos para la mejora del aprendizaje en Física. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 8(2), 725-748.
- Arufe Giráldez, V. (2015). La Educación Física ya no es tan física. *Sportis Scientific Technical Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 2(1), 105.
- Arumí, J. y Lecumberri, C. G. (2010). El trabajo interdisciplinar en el grado de ciencias de la actividad física y el deporte. *Tándem. Didáctica de la Educación Física*, (33), 29-35.
- Brown, D. (2007). *Tricks of the Mind*. Reino Unido: Transworld Publishers Limited.
- Díaz Lucea, J. (2010). Educación Física e interdisciplinariedad, una relación cada vez más necesaria. *Tándem. Didáctica de la educación física*, 33, 7-21.
- Fernández Manzanal, R., Medrano Mir, G. y Bello, L. (2006). Las actividades en el rincón de ciencias . Un pretexto para la globalización en la etapa infantil. *Revista aula de infantil*, (29), 1-2.
- Fraile Aranda, A. (2012). Evaluación Formativa e Interdisciplinariedad: Análisis de dos asignaturas con el mismo sistema de evaluación. *Psychology, Society & Education*, 4(1), 5-16.
- Friedl, A. E. (2000). *Enseñar ciencias a los niños. Biblioteca de educación*. (Vol. 1). Barcelona: Editorial Gedisa.
- García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa : un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 370-392.
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/10498/145401>
- García Fernández, D. A., Chávez Valenzuela, M. E., Cruz Chávez, C., Guedea Delgado, J. C., Velázquez Saucedo, G. y Zubiaur González, M. (2018). Impacto de un programa de actividad motriz con



- funciones ejecutivas para el fortalecimiento del desarrollo integral del niño. *Sportis Scientific Technical Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, 4(1), 37-58.
- Gómez Crespo, M. Á. y Cañamero, A. (2009). La ciencia de la magia. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 60, 24-32.
- González, A. y González, C. (2010). Educación física desde la corporeidad y la motricidad. *Hacia la promoción de la salud*, 15(2), 173-187.
- Hammrich, P. L. y Fadigan, K. (2003). Sisters in Sport Science: A Sport-Oriented Science and Mathematics Enrichment Program. *Electronic Journal of Science Education*, 7(3), 1-18.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual. 10 edición*. México: Pearson Educación.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1991). *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y la Química*. Málaga: Elzevir.
- Kuhn, G., Amlani, A. A. y Rensink, R. A. (2008). Towards a science of magic. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(9), 349-354. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.05.008>
- Lamont, P. Henderson, J. M., y Smith, T. J. (2010). Where Science and Magic Meet: The Illusion of a «Science of Magic». *Review of General Psychology*, 14(1), 16-21. <https://doi.org/10.1037/a0017157>
- Lin, J.-L., Cheng, M., Lin, S.-Y., Chang, J., Chang, Y.-C., Li, H. y Lin, D. (2017). The effects of combining inquiry-based teaching with science magic on the learning outcomes of a friction unit. *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 218-227.
- Martínez-Hita, F. J. y Martínez-Hita, M. (2017). La simbiosis entre el área de la educación física y matemáticas. *TRANCES: Revista de Transmisión del Conocimiento Educativo y de la Salud*, 9(1), 249-260.
- Martos, R. G., Giménez, M., Gil, P., Luciañez, A., Rodríguez, M. E., Romera, B., ... Sánchez, J. M. (2010). Experiencia con la competencia matemática en la clase de educación física. *Revista de Didácticas Específicas*, 2, 83-99.
- Nieto, E., Callejas, A. y Jerez, O. (2014). *Las competencias básicas. La Competencia Emocional*. Castilla-La Mancha. España: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Prieto, A., Naranjo, S. P. y García, L. V. (2005). *Cuerpo-movimiento: perspectivas* (Primera ed). Bogotá D.C.: Editorial Universidad del Rosario.
- Rensink, R. A. y Kuhn, G. (2015). The possibility of a science of magic. *Frontiers in Psychology*, 6, 1-3.



<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01576>

- Sintes, A. M. y Sorazu, B. (2017). La observación de ondas gravitacionales con LIGO. *Investigación y ciencia*, (485), 16-26.
- Sjöblom, K., Mälkki, K., Sandström, N. y Lonka, K. (2014). Does Physical Environment Contribute to Basic Psychological Needs? A Self-Determination Theory Perspective on Learning in the Chemistry Laboratory. *Frontline Learning Research*, 9(1), 17-39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14786/flr.v4i1.217>
- Snyder, K., Dinkel, D., Schaffer, C., Hiveley, S. y Colpitts, A. (2017). Purposeful Movement: The Integration of Physical Activity into a Mathematics Unit. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 3(1), 75-87.
- Ubago-Jiménez, J. L., Viciano-Garófano, V., Pérez-Cortés, A. J., Martínez-Martínez, A., Padial-Ruz, R. y Puertas-Molero, P. (2018). Relación entre la Teoría de las Inteligencias Múltiples y la actividad físico-deportiva. Revisión bibliográfica. *Sportis Scientific Technical Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*, IV(1), 144-161. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/sportis.2018.4.1.2067>
- Wade, M. (2016). Math and Movement: Practical Ways to Incorporate Math Into Physical Education. *Strategies*, 29(1), 9-15. <https://doi.org/10.1080/08924562.2015.1111788>