



OPEN ACCESS

La integración del conocimiento en la enseñanza superior: uso de experiencias corporales para favorecer la transdisciplinariedad basada en los conceptos generales de la Teoría de Sistemas Dinámicos

Maricarmen Almarcha¹ MA, Lluc Montull² LM, Robert Hristovski³ RH y Natàlia Balagué¹ ¹ Grupo de Investigación en Sistemas Complejos y Deporte, Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Universidad de Barcelona (UB) (España).² Grupo de Investigación en Sistemas Complejos y Deporte, Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Universidad de Lleida (UdL), La Seu d'Urgell (España).³ Grupo de Investigación en Sistemas Complejos y Deporte, Facultad de Educación Física, Deporte y Salud, Universidad Santos Cirilo y Metodio, Skopje (Macedonia).**Citación**

Almarcha, M. C., Montull, L., Hristovski, R. & Balagué, N. (2024). Integrating knowledge in higher education: using body experiences to enable transdisciplinarity based on Dynamic Systems Theory general concepts. *Apunts Educación Física y Deportes*, 158, 26-33. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2024/4\).158.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2024/4).158.03)

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
Departament de la Presidència
Institut Nacional d'Educació
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983***Correspondencia:**
Lluc Montull
llmontull@gencat.cat**Sección:**
Educación física**Idioma del original:**
Inglés**Recibido:**
18 de enero de 2024**Aceptado:**
15 de abril de 2024**Published:**
1 de octubre de 2024**Portada:**

Rafa Nadal y Carlos Alcaraz de España en acción contra Tallon Griekspoor y Wesley Koolhof de Países Bajos durante el segundo partido de dobles de los Juegos Olímpicos de París el 30 de julio de 2024. (Fotografía de EFE/EPA/Ritchie B. Tongo)

Resumen

Este estudio pretendía evaluar la eficacia de aprender conceptos generales de la Teoría de Sistemas Dinámicos (TSD) para favorecer un conocimiento integrador y transdisciplinar entre estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y el deporte. Se asignaron dos grupos clase de estos estudiantes al grupo experimental (GE, $n = 147$) y al grupo control (GC, $n = 140$), respectivamente. El GE siguió una intervención específica que consistía en aprender conceptos generales de la TSD y experimentar su transdisciplinariedad, mientras que el GC siguió las clases regulares. La integración y la transferencia de conocimientos se evaluaron mediante cuestionarios y presentaciones orales. Tras la intervención, el GE mejoró significativamente sus conocimientos integradores y transdisciplinares, mientras que el GC no mostró ningún cambio. Aprender conceptos de la TSD usando experiencias corporales y aplicándolos a fenómenos de las ciencias del deporte fomentó eficazmente el conocimiento integrador entre estudiantes universitarios.

Palabras clave: aprendizaje corporeizado, ciencias del deporte, innovación educativa, sistemas complejos, transferencia de conocimiento, universidad.

Introducción

En los planes de estudio tradicionales, las asignaturas se suelen impartir aisladas y desvinculadas de las demás (Hristovski et al., 2020). Al no reconocer la interrelación del conocimiento entre las diversas materias, los estudiantes pierden la oportunidad de aplicar lo que han aprendido a problemas reales (Adams, 2015; Bautista et al., 2018). La investigación demuestra que los estudiantes sometidos a un modelo fragmentado de enseñanza tenían una capacidad limitada de transferencia de conocimientos a nuevos contextos (Ball, 2000). Por otro lado, las prácticas docentes convencionales en la enseñanza universitaria, como las clases teóricas tradicionales, las prácticas de laboratorio o los seminarios o talleres, no logran ayudar a los estudiantes a dominar y retener conceptos importantes de las materias a largo plazo (Wood y Gentile, 2003). Además, no desarrollan de forma adecuada la integración del conocimiento y las competencias de resolución colaborativa de problemas necesarias para enfrentarse a las dificultades que plantea el mundo actual.

Por el contrario, los estudiantes que recibieron una enseñanza más integrada (por ejemplo, aprendizaje basado en problemas o aprendizaje por indagación) mostraban mayores niveles de comprensión de la materia y eran capaces de aplicar sus conocimientos de manera eficaz (Hmelo-Silver et al., 2007). No obstante, el uso de un vocabulario específico para cada asignatura dificulta que se pongan en práctica los enfoques transdisciplinares (Hristovski, 2013; Hristovski et al., 2020). Un enfoque transdisciplinar en la educación se centra en resolver problemas que requieren la interrelación del conocimiento entre las diversas materias, de tal forma que se desdibujan los límites para generar conocimientos nuevos (McGregor, 2015). Por ejemplo, en el ámbito de las ciencias de la actividad física y del deporte, los expertos, como fisiólogos, psicólogos, sociólogos, especialistas en biomecánica, entrenadores deportivos y analistas de datos, pueden enfrentarse a barreras de comunicación debido a las diferencias en la terminología y los enfoques científicos. En estos casos, un lenguaje científico común podría facilitar su entendimiento, lo que resulta crucial para el progreso de la ciencia y de la sociedad.

Para comprender y unificar los enfoques en la ciencia, se requieren conceptos y principios generales que puedan explicar fenómenos relevantes (p. ej., la fatiga, las lesiones, el rendimiento, etc.). La Teoría de Sistemas Dinámicos (TSD) ofrece un conjunto de conceptos y principios generales interconectados que se han identificado empíricamente (Hristovski, 2013; Hristovski et al., 2014, 2019). Mediante los conceptos de la TSD, se pueden entender los fenómenos y los procesos dinámicos de un amplio espectro de ramas de la ciencia (es decir, desde las partículas y campos elementales hasta la sociología) e integrar el conocimiento. Esto abarca

también las ciencias de la actividad física y del deporte (Balagué et al., 2017; Vázquez, 2017; Hristovski, 2013) con su multinivel y multidimensionalidad. En este sentido, la TSD tiene el potencial de proporcionar un entendimiento básico de los diferentes fenómenos de diversas disciplinas académicas.

Para investigar la eficacia de las intervenciones educativas transdisciplinares, normalmente se utilizan unos cuestionarios breves que los estudiantes completan (Takeuchi et al., 2020; Lage-Gómez y Ros, 2021). En especial, los más adecuados parecen ser los cuestionarios adaptados al contenido, ya que valorar de forma objetiva la transferencia de conocimiento resulta un reto. En este caso, se emplean ítems de desarrollo, lo que también se conoce como preguntas abiertas, que son ítems de evaluación que requieren redactar una respuesta en vez de seleccionarla de entre una serie de opciones. Estas preguntas dan a los estudiantes la valiosa oportunidad de justificar sus respuestas y han demostrado constituir un enfoque beneficioso de aprendizaje (McCarthy, 2005). Las preguntas abiertas se emplean, por lo general, en diversos métodos de evaluación, como los exámenes educativos, las encuestas y las entrevistas. Liu et al. (2011) propusieron los criterios aplicables para evaluar en concreto la integración del conocimiento a través de cuestionarios breves.

Por otro lado, aprender a través de la experiencia corporal puede ser una forma más efectiva de que los estudiantes consoliden la teoría. Por ejemplo, se han empleado experiencias de movimiento corporal para estudiar conceptos matemáticos, físicos, biológicos, musicales o culturales (p. ej., educación física interdisciplinar [Cone et al., 2009]) o conceptos transdisciplinares en la educación primaria y secundaria (Almarcha et al., 2022; Almarcha et al., 2023). Estas experiencias han demostrado mejores resultados al trabajar en grupos, debido al alcance del aprendizaje colaborativo entre iguales (Magin, 1982). Un ejemplo de experiencia práctica para explicar asignaturas teóricas en el entorno universitario es el estudio llevado a cabo por Hernández (2019), en el que los estudiantes aprendieron la cinemática del pedaleo ciclista montando en bicicleta. Otro experimento universitario mostró que un centro para “aprender a aprender”, basado en el aprendizaje a través de la enseñanza, reducía la deserción y mejoraba la enseñanza y las habilidades de los estudiantes (Wankowski, 2007).

El proyecto educativo SUMA (Synthetic Understanding through Movement Analogies) surge de la necesidad de ayudar a adquirir conceptos generales de la TSD e integrar disciplinas a través del aprendizaje corporeizado (Hristovski et al., 2020). Se trata de la comprensión de conceptos y principios mediante acciones somatosensoriales, de percepción y de reexperimentación sin separar los procesos de acción y pensamiento como si fueran dos ámbitos no relacionados (Niedenthal, 2007; Stoltz, 2015; Skulmowski y Rey, 2018).

Tabla 1

Conceptos generales de la Teoría de Sistemas Dinámicos (TSD)¹ empleados durante las sesiones en las que participó el grupo experimental (todos los conceptos propuestos se toman o derivan del proyecto educativo SUMA [Hristovski et al., 2020]. Los conceptos derivados se marcan con un asterisco).

Conceptos de la TSD	Definición
Autoorganización	Proceso espontáneo en el que cierta forma de orden general surge de las interacciones locales o globales entre partes de un sistema inicialmente desordenado.
Sinergias*	Formación espontánea de uniones estructurales y funcionales entre componentes, que se compensan recíprocamente en lo que respecta al contexto, para lograr los objetivos de las tareas.
Emergencia	Novedad radical en el comportamiento de nivel superior de los sistemas que surge de las interacciones de los componentes de nivel inferior dentro de estos sistemas.
Anidamiento*	Niveles organizativos emergentes de mayor a menor envergadura. Se utilizan módulos más pequeños, cada uno con una función determinada, dentro de módulos de mayor tamaño que desempeñan funciones más complejas.
Sistema dinámico	Sistema que cambia con el paso del tiempo.
Estabilidad	Resiliencia ante las perturbaciones. La condición necesaria y suficiente para la existencia del comportamiento/estructura de cualquier sistema.
Inestabilidad	El comportamiento/estructura de un sistema que tiende a desaparecer y a pasar a un estado estable.
Transición de fase	El cambio cualitativo espontáneo del sistema como resultado de la inestabilidad del estado anterior.
Atractor	Estados de comportamiento o estructurales hacia los que el sistema se dirige con el paso del tiempo en un contexto específico.
Repelente	Estado inestable del comportamiento del sistema.
Constreñimiento/contexto	Condiciones limitantes, limitaciones que restringen los grados de libertad de un sistema.

¹ Las sinergias y el anidamiento no son realmente conceptos de la TSD, pero se derivan de ellos y tienen un amplio alcance explicativo dentro de las ciencias biopsicosociales.

En este marco teórico, hipotetizamos que el aprendizaje a través de experiencias corporeizadas afectará positivamente a la adquisición de conceptos generales de la TSD y a la transferencia de conocimientos entre fenómenos en entornos universitarios.

Este estudio pretendía evaluar la eficacia de aprender conceptos de la TSD (véase Tabla 1) para favorecer un conocimiento integrador y transdisciplinar entre estudiantes universitarios de ciencias de la actividad física y el deporte.

introducidos previamente a los conceptos de TSD ni estaban familiarizados con ellos. Una vez que se explicó la intervención, los estudiantes dieron su consentimiento informado para participar. El centro y el Comité de Ética de Investigación local aprobaron la investigación (072015CEICEGC). Los datos se anonimizaron para garantizar la confidencialidad, cumplir con las normas éticas universitarias y con las directrices y principios relevantes de la Declaración de Helsinki.

Metodología

Participantes

287 estudiantes del grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de edades comprendidas entre los 18 y los 36 años ($M = 20.07 \pm 3.85$) de la misma facultad participaron en el estudio. Se seleccionaron dos grupos clase sin diferencias significativas en cuanto a sexo, edad e intereses educativos promedios para el estudio. Un número total de 147 estudiantes (37 mujeres y 110 hombres) formaron parte del grupo experimental (GE) y 140 (34 mujeres y 106 hombres) del grupo control (GC). La representación femenina reflejaba la distribución por género de todo el grado. Los estudiantes no habían sido

Procedimiento

El estudio se llevó a cabo en la facultad y se integró en el programa general docente. La intervención se prolongó 12 semanas y tuvo una frecuencia de dos clases teóricas y una práctica de 90 minutos cada una. Un docente experimentado y dos investigadores que trabajaban en el área de la TSD se encargaron de dirigirla.

En el horario lectivo, el primer día y al final del programa de intervención, todos los participantes llenaron un formulario demográfico y el *Cuestionario de integración de conocimiento* (véase el apartado Evaluación). A continuación, el GE siguió la intervención, mientras que el GC no participó. Los dos grupos continuaron con las clases programadas de otras asignaturas de la universidad.

Programa de intervención

El programa de intervención se compuso de dos fases: a) preliminar y b) presentación oral de los trabajos grupales en un simposio.

a) Fase preliminar.

La fase preliminar se compuso, a su vez, de tres fases de aprendizaje (adaptadas de Hristovski et al., 2014, y Kolb, 1984):

1. Experiencia corporal: experimentación de los conceptos generales de la TSD (véase Tabla 1) a través de actividades físicas (11 sesiones). Por ejemplo, los conceptos de estabilidad, inestabilidad y transición de fase se experimentaron a través de la dinámica de pensamientos relacionados y no relacionados con la tarea durante un ejercicio incremental en bicicleta o, en el caso de las sinergias intrapersonales e interpersonales de los componentes del cuerpo, se experimentaron a través de un ejercicio de cooperación diádica sobre una cuerda floja (*slackline*).

2. Transferencia transdisciplinar: durante cada sesión práctica, el docente guio a los estudiantes para que respondieran a preguntas específicas con el fin de relacionar las experiencias corporales con los conceptos generales de la TSD (11 sesiones). Por ejemplo, cuando los estudiantes relataron lo que pensaban durante un ejercicio incremental de bicicleta, les pidieron que explicaran cómo relacionaban los cambios en sus patrones de pensamiento con la estabilidad, inestabilidad y transición de fase, entre otros.

3. Clases teóricas sobre conceptos generales de la TSD (11 sesiones). Las clases teóricas se basaron en explicar cada concepto de la TSD mediante ejemplos de diferentes fenómenos.

b) Fase de presentación oral de los trabajos grupales en un simposio.

Con el fin de aplicar y experimentar la transdisciplinariedad de los conceptos generales de la TSD, los estudiantes prepararon diversos trabajos en grupo para presentarlos en un simposio. Los grupos de estudiantes con intereses comunes teóricos y prácticos (4-5 miembros) seleccionaron un tema o un fenómeno relacionado con la salud, el rendimiento deportivo o la educación para explicarlo mediante los conceptos generales de la TSD. Se emplearon los chats de la plataforma Moodle para evitar que coincidieran los temas al seleccionarlos. Una vez que se asignaron los temas a los grupos, los estudiantes prepararon colaborativamente un resumen (que incluía autores, título y referencias) para participar en el simposio. En cuanto los docentes aceptaron los resúmenes, pudieron presentar sus trabajos oralmente. Se les dejó un periodo de dos semanas para corregir y volver a remitir los resúmenes. Durante este proceso, los docentes les prestaron apoyo adicional mediante tutorías periódicas y debates en clase de seguimiento para garantizar que cada grupo cumplía con la rúbrica de las presentaciones orales (véase Tabla 2).

El programa del simposio se dividió en seis sesiones que abarcaban los siguientes temas generales: nutrición, salud, lesiones, rendimiento, deportes de equipo y educación. Cada presentación duró 12 minutos, más 10 minutos para preguntas. Después de cada presentación, todos los estudiantes y docentes puntuaron las presentaciones orales y debates conforme a una rúbrica (Hafner y Hafner, 2003) (véase Tabla 2) e incorporaron un comentario para justificar la puntuación.

Tabla 2

Rúbrica incluida en el formulario para evaluar las presentaciones orales grupales.

Ítems	Puntuación				Porcentaje de calificación
	Excelente (4)	Bien (3)	Suficiente (2)	Deficiente (1)	
Buen dominio de los conceptos	Buen dominio de los conceptos y responden de manera coherente a las preguntas.	Entienden el fenómeno explicado, pero tienen dificultades a la hora de relacionar algunos conceptos.	Requieren algunas rectificaciones en cuanto al uso de los conceptos.	No entienden los conceptos.	40 %
Trabajo colaborativo	En la presentación, se muestra planificación y trabajo colaborativo. Todos los miembros participan activamente.	En la presentación se muestra planificación pero algunos miembros presentan ciertas desviaciones del enfoque del grupo.	En la presentación se muestra planificación, pero los miembros no participan por igual.	No hay colaboración ni incluso participación por parte de los miembros.	40 %
Originalidad y calidad	Tema original. Soportes visuales adecuados y atractivos.	Tema original. Soportes visuales soportes, pero poco atractivos.	Tema poco original. Soportes visuales adecuados.	Tema poco original. Soportes visuales inadecuados.	20 %

Evaluación

Cuestionario de integración de conocimiento

Los estudiantes tuvieron que responder a las siguientes preguntas:

1. ¿Crees que es interesante, desde el punto de vista científico, explicar cualquier fenómeno natural mediante los mismos conceptos generales de la TSD?
2. (2.1) ¿Puedes identificar principios comunes de la TSD en los procesos biológicos, psicológicos y sociológicos? (2.2) ¿Cuáles?
3. ¿Puedes emplear los conceptos generales de la TSD para explicar un fenómeno como una revolución social? Justifica tu respuesta.
4. ¿Y para explicar una lesión orgánica? Justifica tu respuesta.

La validez del contenido del cuestionario la establecieron dos investigadores con 30 años de experiencia usando conceptos de la TSD y la evaluó un investigador del proyecto SUMA (Hristovski et al., 2020). La fiabilidad entre ítems, calculada con el alfa de Cronbach, fue $\alpha = .92$.

Evaluación de las presentaciones orales grupales

Todos los estudiantes debían evaluar el trabajo de los otros grupos mediante un formulario en línea vinculado a una rúbrica. La rúbrica contaba con tres ítems: “integración de conceptos”, “trabajo colaborativo” y “originalidad y calidad”, cada uno de los cuales se valoró en una escala de cuatro puntos que iban del 1 (deficiente) al 4 (excelente). La Tabla 2 muestra los ítems de la rúbrica y los porcentajes de calificación de las presentaciones orales.

Encuesta de satisfacción de los estudiantes

Después de la intervención, se administró una encuesta de satisfacción a los estudiantes para valorar las competencias adquiridas sobre la integración y la transferencia de conocimiento, y los beneficios del aprendizaje colaborativo.

Análisis de datos

Cuestionario de integración de conocimiento

Se utilizaron estadísticas descriptivas para interpretar los datos cuantitativos. Se calcularon los porcentajes de respuestas Sí/No para las preguntas 1 y 2.1 y las respuestas correctas o incorrectas en las preguntas 2.2, 3 y 4 en los cuestionarios respondidos antes y después de la intervención para el GE y el GC. Se llevó a cabo una prueba Chi-cuadrado de

independencia para comparar las diferencias entre los grupos, mientras que se utilizó la prueba de McNemar para comparar los resultados de cada pregunta dentro de los grupos.

Evaluación de las presentaciones orales grupales

Se calcularon la media y desviación estándar (DE) de las notas que pusieron los estudiantes y docentes (sobre 10) asociadas con el primer ítem de la rúbrica (uso de los conceptos generales de la TSD para explicar el fenómeno de estudio) para evaluar su conocimiento integrador y transdisciplinar. La media y DE de las notas que pusieron los estudiantes y docentes (sobre 10) asociadas con los otros tres ítems se calcularon respectivamente. Las notas finales medias puestas por los estudiantes y las notas consensuadas por los docentes de cada presentación se compararon mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Para todos los análisis estadísticos, se empleó el programa SPSS 23.0 (SPSS, Chicago, IL, EE. UU.) y el nivel de significación alfa se estableció en $p < .01$.

Encuesta de satisfacción de los estudiantes

Se calculó el porcentaje de respuestas a cada pregunta de la encuesta de satisfacción de los estudiantes.

Resultados

Cuestionario de integración de conocimiento

La Tabla 3 muestra el porcentaje de respuestas de ambos grupos. Antes de la intervención, como ninguno de los grupos conocía los conceptos generales de la TSD, casi ningún estudiante pudo responder a las preguntas 2.2, 3 y 4. No obstante, ambos grupos dieron respuestas similares a las preguntas P.1 ($\chi^2 = 0.119, p = .827$), P.2.1 ($\chi^2 = 0.733, p = .858$) y P.4 ($\chi^2 = 0.289, p = .966$). Por el contrario, tras la intervención, las diferencias entre los grupos fueron significativas en todas las preguntas P.1 ($\chi^2 = 81.428, p < .001$), P.2.1 ($\chi^2 = 152.821, p < .001$), P.2.2 ($\chi^2 = 186.998, p < .001$), P.3 ($\chi^2 = 163.596, p < .001$) y P.4 ($\chi^2 = 181.583, p < .001$).

Al comparar las diferencias dentro de los grupos, el GC no difirió entre lo respondido antes y después de la intervención en las P.1 ($\chi^2 = 3.00, p = .083$), P.2.1 ($\chi^2 = 2.00, p = .157$), P.2.2, P.3 y P.4 ($\chi^2 = 1.00, p = .317$), mientras que el GE mostró diferencias significativas en la P.1 ($\chi^2 = 77.00, p < .001$), P.2.1 ($\chi^2 = 111.00, p < .001$), P.2.2 ($\chi^2 = 118.00, p < .001$), P.3 ($\chi^2 = 109.00, p < .001$) y P.4 ($\chi^2 = 116.00, p < .001$).

Tabla 3*Porcentajes de respuestas al Cuestionario de integración de conocimiento.*

Preguntas	GC (n = 140)		GE (n = 147)	
	Antes Sí	Después Sí	Antes Sí	Después Sí/correcto
1. ¿Crees que es interesante, desde el punto de vista científico, explicar cualquier fenómeno natural mediante los mismos conceptos?	44 (31 %)	47 (34 %)	49 (33 %)	126 (86 %)* †
2.1 ¿Puedes identificar principios comunes de los SCA y conceptos generales de la TSD en los procesos biológicos, psicológicos y sociológicos?	23 (16 %)	25 (18 %)	22 (15 %)	133 (90 %)* †
2.2 ¿Cuáles?	1 (0.71 %)	1 (0.71 %)	2 (1.36 %)	118 (80 %) †
3. ¿Puedes emplear los conceptos generales (atractores, inestabilidad, variabilidad, sinergias, etc.) para explicar un fenómeno como una revolución social?	1 (0.71 %)	1 (0.71 %)	2 (1.36 %)	109 (74 %)* †
4. ¿Y para explicar una lesión orgánica?	1 (0.71 %)	1 (0.71 %)	2 (1.36 %)	116 (79 %)* †

Notas: *Diferencias significativas al comparar con los datos del GC posteriores a la intervención. † Diferencias significativas al comparar con los datos del GE anteriores a la intervención. GC = grupo control, GE = grupo experimental; SCA = sistemas complejos adaptativos, TSD = Teoría de Sistemas Dinámicos. La pregunta 2.2 buscaba una respuesta descriptiva para confirmar la pregunta 2.1.

Tabla 4*Porcentajes de respuestas a la encuesta de satisfacción de los estudiantes.*

Preguntas de la encuesta	Respuestas de los estudiantes (n = 114)				
	En absoluto	Un poco	Neutral	Mucho	Muchísimo
1. ¿Consideras satisfactorio lo que has aprendido durante el curso?	10 (8.78 %)	5 (4.38 %)	11 (9.65 %)	60 (52.63 %)	28 (24.56 %)
2. ¿Te gustaría seguir aprendiendo estos conceptos y su aplicación en diferentes ámbitos?	6 (5.26 %)	7 (6.4 %)	18 (15.79 %)	55 (48.25 %)	28 (24.56 %)
3. ¿Crees que el aprendizaje colaborativo (simposio, evaluación en común, etc.) te ha ayudado a profundizar en los conocimientos del curso?	8 (7.02 %)	5 (4.38 %)	16 (14.04 %)	35 (30.70 %)	50 (43.86 %)

Evaluación de las presentaciones orales grupales

Se evaluaron un total de 54 trabajos sobre diferentes temas de interés. La integración del conocimiento (ítem 1) obtuvo una nota de 8.43 ± 0.88 (mín. = 5.35, máx. = 9.70), el trabajo colaborativo del grupo (ítem 2) una nota de 8.91 ± 0.45 (mín. = 7.55, máx. = 9.55) y la originalidad del trabajo (ítem 3) una nota de 8.52 ± 0.55 (mín. = 6.72, máx. = 9.47). Las notas finales puestas por los docentes y estudiantes (7.36 ± 1.65 y 8.18 ± 0.96 , respectivamente) mostraron una correlación positiva ($\rho = 0.8$, $p < .01$) y confirmaron la objetividad del jurado.

Encuesta de satisfacción de los estudiantes

114 estudiantes respondieron a la encuesta, de los cuales un 77.19 % se mostró satisfecho con la intervención, un 72.81 % expresó la voluntad de seguir aprendiendo a aplicar los conceptos de la TSD a diferentes fenómenos psicobiológicos y sociológicos, y un 74.56 % manifestó que

el aprendizaje colaborativo le había ayudado a profundizar en sus conocimientos (para más información, véase Tabla 4).

Discusión

Los resultados de la intervención revelaron que, al experimentar los conceptos generales de la TSD, los estudiantes podían integrar y transferir el conocimiento de forma eficaz, lo que llevó a que aumentara el interés por explicar los fenómenos naturales mediante los mismos conceptos. Sus notas respaldaron este resultado y demostraron su capacidad de aplicar los conceptos generales de la TSD a los temas de interés seleccionados. La correlación positiva entre las notas que pusieron los estudiantes y docentes confirmaron la objetividad de la evaluación. Asimismo, los estudiantes coincidieron en que la dinámica de colaboración de los grupos había sido una estrategia eficiente para lograr la finalidad de la intervención.

La intervención afectó de forma significativa a las capacidades de integración y de transferencia de conocimiento del GE. En cambio, el GC no manifestó ninguna mejora, probablemente por no estar expuesto al aprendizaje de los conceptos de la TSD. Por su parte, el aumento de las capacidades de integración y de transferencia del conocimiento del GE se puede atribuir a varios aspectos del programa de intervención. En primer lugar, las sesiones se diseñaron para experimentar los conceptos de la TSD a través del aprendizaje corporeizado, que ha adquirido cierta popularidad en la enseñanza debido a su eficacia en cuanto a la mejora de las capacidades cognitivas y al aumento de la retención de conocimientos (Clary y Wandersee, 2007; Schwartz-Bloom et al., 2011; Spintzyk et al., 2016). Cuando los conceptos generales se corporeizaron, explicaron e identificaron en diferentes fenómenos, aumentó la capacidad de transferir conocimiento entre disciplinas. Cabe mencionar que la transdisciplinariedad se basó en los conceptos de la TSD, pero no formó parte de la transferencia. Los conceptos de la TSD conectan dos o más fenómenos diferentes y, por tanto, transfieren el conocimiento desde el fenómeno de origen hasta el fenómeno de destino. La transdisciplinariedad tiene lugar cuando los estudiantes relacionan los diferentes fenómenos en fases posteriores del aprendizaje. Por tanto, la observación reflexiva de estas experiencias implicó la comprensión, la conceptualización abstracta, la transferencia y la retención de los conceptos generales de la TSD. Estos resultados concuerdan con los registrados por Almarcha et al. (2022, 2023) en educación primaria y secundaria.

La organización del simposio creó un entorno ideal para que los estudiantes entendieran los diferentes fenómenos, aplicaran sus conocimientos a temas que les interesaran y, por tanto, adquirieran competencias transdisciplinares. Según Cabrera et al. (2017), permitir a los estudiantes trabajar en un tema que les importe contribuye a aumentar su motivación. Prince (2004) coincidió en que el mejor aprendizaje se da cuando existe una implicación activa en el material sobre el que se aprende.

Asimismo, un ambiente colaborativo, alentador y agradable en el aula contribuye a que surjan preguntas y debates por parte de los estudiantes, que, con frecuencia, pueden ser más productivos que las clases en sí. Las interacciones en el aula entre docentes y estudiantes parecen ser más efectivas que los métodos tradicionales de enseñanza y las situaciones de aprendizaje activo a la hora de fomentar la participación (Bartlett y Ferber, 1998; Smith y Cardaciotto, 2011; Yoder y Hochevar, 2005).

Los resultados del *Cuestionario de integración de conocimiento* y de la encuesta de satisfacción mostraron que los estudiantes creían haber mejorado sus habilidades de integración y de transferencia de conocimiento, sentían

más interés por la ciencia, habían tenido una experiencia positiva en cuanto al aprendizaje colaborativo y consideraban que trabajar en un tema que les interesaba había aumentado su motivación y creatividad. Los datos de la encuesta de satisfacción indicaron que los debates y las tutorías durante todo el proceso de aprendizaje habían ayudado a los estudiantes a consolidar lo aprendido. Tal y como Ko y Mezuk (2021) consideraban, las tutorías por parte de los docentes y los debates internos de los grupos parecieron claves para el éxito de la intervención.

A pesar de las virtudes de este estudio, se deben considerar ciertas limitaciones. En primer lugar, aún deben evaluarse los efectos a largo plazo de la intervención, como las futuras implicaciones profesionales de aprender estos conceptos en la universidad. Asimismo, como sugirieron Hristovski et al. (2020), conforme al marco teórico SUMA, la mayoría de intervenciones educativas no prestan atención a la importancia de las experiencias corporeizadas en el aprendizaje. Las futuras intervenciones podrían mejorar el proceso de aprendizaje de los conceptos generales de la TSD mediante un enfoque de aprendizaje corporeizado, tal y como se destaca aquí y en estudios anteriores (Almarcha et al., 2022, 2023; Hristovski et al., 2014).

Asimismo, no se llevó a cabo un análisis por género de los resultados, dado el reducido número de mujeres que participaron en comparación con los hombres. Sugerimos incorporar entrevistas a lo largo del programa académico para entender mejor cómo los estudiantes desarrollan las competencias de transferencia de conocimiento durante la intervención.

Las futuras investigaciones deberían continuar explorando las posibilidades que ofrecen los conceptos generales de la TSD no solo en el ámbito educativo, sino también en el profesional, como en equipos deportivos interdisciplinares.

Conclusión

La intervención enfatiza que aprender conceptos de la TSD usando experiencias corporales y aplicándolos a fenómenos de las ciencias del deporte fomentó eficazmente el conocimiento integrador entre estudiantes universitarios. Este conocimiento transdisciplinar puede facilitar un entendimiento común entre diferentes disciplinas, ya sean pertenecientes a las ciencias de la actividad física y del deporte (p. ej., fisiología, biomecánica, psicología) o a otras áreas del conocimiento.

Agradecimientos

Damos las gracias a los estudiantes que hicieron posible esta experiencia educativa.

Referencias

- Adams, N. E. (2015). Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 103, 152. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.3.010>
- Almarcha, M., Martínez, P., Balagué, N., & Hristovski, R. (2022). Embodied transfer of knowledge using dynamic systems concepts in high school: A preliminary study. *Human Movement Science*, 84, 102974. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.102974>.
- Almarcha, M., Vázquez, P., Hristovski, R., & Balagué, N. (2023). Transdisciplinary embodied education in elementary school: a real integrative approach for the science, technology, engineering, arts, and mathematics teaching. *Frontiers in Education*. 8:1134823. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1134823>
- Balagué, N., Torrents, C., Hristovski, R., & Kelso, J. A. S. (2017). Sports science integration: An evolutionary synthesis. *European Journal of Sport Science*, 17(1), 51-62. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1198422>
- Ball, D. (2000). Bridging practices. Intertwining Content and Pedagogy in Teaching and Learning to Teach. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 241-247. <https://doi.org/10.1177/0022487100051003013>
- Bartlett, R. L., & Ferber, M. A. (1998). *Humanizing content and pedagogy in economics classrooms*. Teaching Undergraduate Economics: A Handbook for Instructors, Boston, MA: McGraw-Hill.
- Bautista, A., Toh, G. Z., Mancenido, Z., & Wong, J. (2018). Student-centered pedagogies in the Singapore music classroom: A case study on collaborative composition. *Australian Journal of Teacher Education*, 43, 1-25. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n11.1>
- Cabrera, A., Dueñas, C., Elvira, J., Urbieta, M., Raya, M., Osella, E., Romero, M., Mayén, M., Domingo, T., & Díaz, M. (2017). Congreso del alumnado como herramienta para el desarrollo de habilidades competenciales en los Grados de Educación Infantil y Primaria. *Education*, 3, 61-67. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v3i0.9965>
- Clary, R. M., & Wandersee, J. H. (2007). A mixed methods analysis of the effects of an integrative geobiological study of petrified wood in introductory college geology classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1011-1035. <https://doi.org/10.1002/tea.20178>
- Cone, T. P., Werner, H., & Cone, S. L. (2009). *Interdisciplinary elementary physical education*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Hafner, J. C., & Hafner, P. M. (2003). Quantitative analysis of the rubric as an assessment tool: An empirical study of student peer-group rating. *International Journal of Science Education*, 25(12), 1509-1528. <https://doi.org/10.1080/0950069022000038268>
- Hernández, A. (2019). Bicycle physics as a field activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012029>.
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: a response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99-107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Hristovski R. (2013). Synthetic thinking in (sports) science. The self-organization of scientific language. *Physical Review Physics Education Research*, 27-34.
- Hristovski, R., Balagué, N., & Vázquez, P. (2014). *Experiential learning of unifying principles of science through physical activities*. In: Miranda F, (Ed). Systems Theory: Perspectives, Applications and Developments. New York: Nova Science. 37-48.
- Hristovski, R., Balagué, N., & Vázquez, P. (2019). *Science as a social self-organizing extended cognitive system. coherence and flexibility of scientific explanatory patterns*. In A. Massip, G. Bel-Enguix, A. Bastardas (Ed.), Complexity applications in language and communication sciences. Cham: Springer International Publishing.
- Hristovski, R., Balagué, N., Almarcha, M.C., & Martínez, P. (2020). SUMA educational framework: The way to embodied knowledge transfer and disciplinary mobility. *Research in Physical Education, Sport and Health*, 9, 2: 3-7. <https://doi.org/10.46733/PESH2092003h>
- Ko, T., & Mezuk, B. (2021). Debate participation and academic achievement among high school students in the Houston Independent School District: 2012-2015. *Educational Research and Reviews*, 16(6), 219-225.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: experience as the source of learning and development*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Lage-Gómez, C., & Ros, G. (2021). Transdisciplinary integration and its implementation in primary education through two STEAM projects. *Journal of Education and Educational Development*, 44, 801-837. <https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925474>
- Liu, O. L., Lee, H., & Linn, M. C. (2011). Measuring knowledge integration: Validation of four-year assessments. *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 1079-1107. <https://doi.org/10.1002/tea.20441>
- Magin, D. (1982). Collaborative peer learning in the laboratory. *Studies in Higher Education*, 7, 105-117. <https://doi.org/10.1080/03075078212331379191>
- McCarthy, C. B. (2005). Effects of thematic-based, hands-on science teaching versus a textbook approach for students with disabilities. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 245-263. <https://doi.org/10.1002/tea.20057>
- McGregor, S. (2015). Transdisciplinary Knowledge Creation. In: Gibbs, P. (eds) Transdisciplinary Professional Learning and Practice. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11590-0_2
- Niedenthal, P. M. (2007). Embodying emotion. *Science*, 316, 1002-1005. <https://doi.org/10.1126/science.1136930>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93, 223-231. <http://dx.doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Schwartz-Bloom, R. D., Halpin, M. L., & Reiter, J. P. (2011). Teaching high school chemistry in the context of pharmacology helps both teachers and students learn. *Journal of Chemical Education*, 88, 744-750. <https://doi.org/10.1021/ed100097y>
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive Research*, 3, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0092-9>
- Smith, C. V., & Cardaciotto, L. (2011). Is active learning like broccoli? Student perceptions of active learning in large lecture classes. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11(1), 53-61.
- Spintzyk, K., Strehlke, F., Ohlberger, S., Gröben, B., & Wegner, C. (2016). An empirical study investigating interdisciplinary teaching of biology and physical education. *Science in Education*, 25, 35-42.
- Stoltz, S. (2015). Embodied learning. *Education Philosophy and Theory*, 47, 474-487. <https://doi.org/10.1080/00131857.2013.879694>
- Takeuchi, M. A., Sengupta, P., Shanahan, M. C., Adams, J. D., & Hachem, M. (2020). Transdisciplinarity in STEM education: A critical review. *Studies in Science Education*, 56, 213-253. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755802>
- Vázquez, P. (2017). Unified framework for the study of sport-related behavior [Doctoral thesis, University of Barcelona]. <http://hdl.handle.net/2445/122511>
- Wankowski, J. (2007). Learning how to learn at university: The case for an experimental centre. *British Journal of Guidance and Counselling*, 5, 41-48. <https://doi.org/10.1080/03069887708258097>
- Wood, W., & Gentile, J. (2003). Teaching in a research context. *Science*, 302, 1510-1510. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1091803>
- Yoder, J. D., & Hochevar, C. M. (2005). Encouraging active learning can improve students' performance on examinations. *Teaching of Psychology*, 32(2), 91-95. https://doi.org/10.1207/s15328023top3202_2

Conflictos de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.

© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es_ES

