

INNOVACIÓN DIDÁCTICA EN EL AULA DE BIOLOGÍA: CEREBRO ACTIVO EN UN CUERPO ACTIVO

ACTIVE BRAIN IN AN ACTIVE BODY: DIDACTIC INNOVATION IN THE BIOLOGY CLASSROOM

**Andrea A. Alfaro^{1,2}; Constanza Santiago³;
Manuel E. Cortés-Cortés^{4,5}**

DOI:10.23854/07198698.201852Alfaro26

Autor de correspondencia: Manuel Cortés Cortés, Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Facultad de Salud, General Gana 1702, Santiago, Chile. Teléfono: +5622 4772251, manuel.cortes@ubo.cl

Abstract

Current evidence indicates that moderate to vigorous physical activity may enhance

cognitive processes. The objective of this article is to propose a didactic innovation for the classroom based on an “active and playful” methodology for the teaching of contents belonging to the Biology sector, specifically the Unit Nervous Control and Behaviour. The proposed methodology describes the class planning as well as the final suggestions and reflections for the developed activity. This proposal aims students to conclude on their own that exercise improves not only health and quality of life in general, but also improves cognition, socialisation and academic performance.

Key words: biology class, didactic strategy, educational innovation, physical activity.

I. INTRODUCCIÓN

Desde la Antigüedad se viene escuchando la frase «mente sana en cuerpo sano» y nos suena lógico, nadie se atreve a

¹Liceo Experimental Manuel de Salas, Universidad de Chile, Brown Norte 105, Ñuñoa, Santiago, Chile. andrea.alfaro@lms.cl

²Programa de Magíster en Educación en Salud y Bienestar Humano, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Doctor Luis Bisquert 2765, Ñuñoa, Santiago, Chile.

³Estudiante Ayudante de Vinculación entre Docencia e Investigación, Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Bernardo

O'Higgins, General Gana 1702, Santiago, Chile. csantiago@pregrado.ubo.cl

⁴Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Santiago, Chile.

⁵Autor de correspondencia: Prof. Manuel E. Cortés Cortés, M.Sc., Ph.D. Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Facultad de Salud, Universidad Bernardo O'Higgins, General Gana # 1702, Santiago, Región Metropolitana, Chile. Tfno. + 56 2 24772244. cortesmanuel@docente.ubo.cl

negarlo, nadie lo refuta. Este viejo adagio griego cada vez más se tiene por muy cierto a la luz de las recientes investigaciones de la bioquímica cerebral. En la actualidad son muy pocos los que desconocen las bondades de la práctica sistemática de actividad física moderada a vigorosa, incluso muchos conocen que ésta debiera ser de, al menos, media hora, tres veces a la semana —a pesar de que actualmente la Organización Mundial de la Salud – OMS recomienda 30 a 60 minutos, cinco veces a la semana (1). Sin embargo, siendo realistas, estamos lejos de alcanzar esta meta. Pero ¿de quién es la culpa?, si es que se puede culpar a alguien, ¿es del Estado o del gobierno de turno, de los padres, de los profesores?

Ciertamente son múltiples los factores que obstaculizan la práctica de actividad física, sobre todo en la edad adulta, siendo frecuente escuchar «no tengo tiempo», «no tengo donde practicar», «lo tengo contraindicado», «no me interesa», etc. (2). En los escolares sucede algo similar, aunque en ellos se dan ciertas ventajas pues, además de estar en la edad propicia para adquirir hábitos ya sea en la casa o la escuela, los cuales, si se consolidan, pueden permanecer toda la vida, poseen clases de educación física, deportes y

recreación establecidas como obligatorias en el currículum escolar, currículum que, en general, es el mismo, independiente del lugar donde se habite, según los lineamientos del Ministerio de Educación respectivo. Así, bastaría una reforma, un cambio curricular o quizá un simple decreto para insertar propuestas de índole «activas» para promover la práctica de actividad física entre niños y adolescentes.

Para lograr lo propuesto en el párrafo anterior se requiere de voluntad política, concientizar a las autoridades, proponer estrategias de enseñanza innovadoras que satisfagan las necesidades de la población escolar actual y que no se escapen del currículum, si es que no se logra una reforma. Es necesario contar con políticas públicas efectivas que estén orientadas a fomentar la actividad física en todos los grupos etarios, partiendo por incrementar significativamente las horas pedagógicas de actividad física en los establecimientos educacionales, junto con implementar la oportuna y adecuada prescripción de actividad física en los pacientes que asisten a los centros de atención primaria en salud (3). Con lo anterior se podrá situar a Chile en un contexto global que permita contribuir, mediante evidencia científica

oportuna y de calidad, a identificar debilidades y fortalezas respecto a la práctica de actividad física en niños, adolescentes, jóvenes y adultos (4). Ahora bien, mientras no se logre lo propuesto ¿qué pueden hacer los profesores? ¿Pues esas mismas estrategias innovadoras, que no se escapen del currículum, deben desde ya ser puestas en práctica!

Actualmente se sabe que el cerebro humano es capaz de sintetizar un tipo de compuestos denominados opioides endógenos (por ejemplo, las encefalinas y las endorfinas), siendo capaz de secretarlos durante el ejercicio. Estos compuestos promueven en cierto modo un efecto placentero y motivacional en los individuos, lo que puede incentivarlos para seguir ejercitándose (5). En la actualidad al conjunto de los péptidos opioides se le conoce como Sistema Endógeno Opióide (SEO) (5,6) y se ha demostrado que el ejercicio intenso ocasiona la activación del SEO, induciendo un incremento significativo de la concentración de beta-endorfinas. Se ha observado que la liberación de endorfinas tiene el potencial de actuar como un reconstituyente después de la práctica de ejercicio (7-11). Lo anterior constituye una de las bases biológicas que explica el hecho de que la

práctica del ejercicio físico no solamente genera beneficios en la salud física sino también en la salud mental (Figura 1). Las personas que practican actividad física regularmente suelen percibir mayor grado de salud, calidad de vida y menor nivel de estrés. Asimismo, pacientes que sufren de distintas enfermedades se ven beneficiados por este tipo de prácticas debido a que estimulan la producción de encefalinas y endorfinas (11).

El objetivo de este artículo es plantear una propuesta de innovación didáctica en el aula basada en una metodología «activa y lúdica» para la enseñanza de contenidos pertenecientes al sector Biología, específicamente la Unidad Control Nervioso y Comportamiento (12). Cuando se habla de «metodología activa» no se refiere únicamente a que el estudiante sea el protagonista de su aprendizaje, sino que también a una metodología que incluya movimiento o actividad física. El eje orientador u objetivo de la clase tendrá su foco entonces no en la biología propiamente tal, sino que se plantea como un objetivo transversal, pues pretende concientizar acerca de los beneficios de la actividad física moderada a vigorosa en el sistema nervioso.

2. METODOLOGÍA PROPUESTA

Esta clase está pensada para poner en práctica ciertos contenidos de la Unidad Control Nervioso y Comportamiento (12) vistos de manera teórica en sesiones anteriores y realizar así un cierre de Unidad utilizando el movimiento como herramienta fundamental. La actividad puede ser desarrollada por estudiantes que cursan asignaturas biológicas en la educación media, así como por estudiantes que cursan los primeros años de educación superior.

Inicialmente se realizará un diagnóstico previo que contemple el registro de la frecuencia cardíaca y respiratoria en reposo de los estudiantes participantes; además, se les realizará preguntas que entreguen información acerca de la cantidad y tipo de actividad física que realizan y de su estado emocional previo a la actividad; finalmente, deberán realizar actividades que entreguen información acerca de su nivel de concentración, memoria y cálculo mental. Tras este diagnóstico inicial se les realizará una prueba corta de actividad física y se volverán a medir los parámetros contemplados en la evaluación diagnóstica; lo anterior, para contrastar los resultados previos y posteriores al

ejercicio, elaborando conclusiones al respecto para el Informe que deben entregar.

Planificación de la clase:

El profesor de biología comenzará la clase explicitando el tema y los objetivos. El tema de la clase será *Cerebro Activo en un Cuerpo Activo* y, como como se ha mencionado previamente, el objetivo es concientizar acerca de los beneficios de la práctica de actividad física moderada a vigorosa en el sistema nervioso. Se rescatarán ciertos conceptos previos vistos en clases anteriores (por ejemplo, estructura y función cerebral, emociones, comportamiento, aprendizaje, motricidad, arco reflejo, ventilación pulmonar, frecuencia cardíaca y respiratoria), los cuales son necesarios para la actividad a realizar. Además, se les puede preguntar a los estudiantes qué es lo que saben acerca de los beneficios de la actividad física para la salud y, específicamente, respecto a la actividad cerebral; esto a modo de motivación para comenzar la actividad práctica.

Una vez rescatados los conceptos previos, se realizará un diagnóstico a todos los estudiantes. Para ello deberán indicar el tipo actividad física que realizan a la

semana (se debe considerar intensidad y tiempo) y deberán responder preguntas de índole emocional tales como ¿cómo te sientes hoy?, ¿te sientes nervioso, temeroso, estresado, abrumado o angustiado por alguna situación en particular?, ¿sientes rabia o alegría? ¿Te sientes contento, tranquilo, concentrado? Luego se debe registrar la frecuencia cardíaca (pulso) y respiratoria en reposo de cada uno de ellos tras estar 3 a 5 minutos sentados (esto, para dar cuenta de contenidos relacionados con la ventilación pulmonar). La segunda parte del diagnóstico contempla realizar pruebas previamente diseñadas en las cuales se ponga en práctica la memoria — por ejemplo, actividades tales como Memorice, Juego de Palabras, pues se ha demostrado que el juego en el aula facilita el aprendizaje (13) — se ponga en práctica la concentración (por ejemplo, responder preguntas tras una lectura breve) y el cálculo matemático (por ejemplo, realizar un ejercicio de aritmética o geometría). Además, se podría realizar una prueba de reflejo rotuliano para vincular a la actividad los contenidos relacionados con el arco reflejo. Una vez registrados los datos obtenidos por cada uno de los integrantes del grupo tras el diagnóstico

inicial, se les solicitará que realicen una prueba de actividad física durante 20 a 30 minutos, aproximadamente. Para ello se les solicitará que realicen pruebas de equilibrio [por ejemplo, brincar en una cama saltarina (Figura 1), mantenerse sobre un pie] y otro tipo de actividad física (por ejemplo, jugar a lanzarse un balón en parejas, jugar vóleibol, tenis o ping-pong). Luego de jugar, deberán registrar su frecuencia cardíaca y respiratoria. Tras un breve descanso (de aproximadamente 5 minutos) se les solicitará que vuelvan a realizar las actividades de la prueba diagnóstica, es decir, que respondan las preguntas acerca de su estado emocional, que vuelvan a hacer las pruebas de memoria, concentración y cálculo matemático. En la siguiente clase los estudiantes deberán contrastar los resultados que obtuvieron antes y después de la actividad física, además de observar si existen diferencias entre los grupos que realizaron distintas actividades. Con la información recolectada de todos los grupos deberán elaborar sus análisis y conclusiones, las cuales debieran incluir la reflexión acerca de las diferencias de frecuencias cardíacas y respiratorias basales y post-entrenamiento entre los que realizan o no

realizan ejercicio de forma constante, los cambios en el estado emocional tras el ejercicio físico y el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de memoria, concentración y cálculo matemático. Todo lo anterior debería estar respaldado en un Informe a partir de la información aprendida en clases y sustentado en revisión bibliográfica acerca del aprendizaje, la memoria, la ventilación pulmonar, la motricidad y las emociones. Desde el punto de vista del aprendizaje puede ser muy enriquecedor efectuar un plenario final para comparar los resultados.

Sugerencias y reflexiones finales para la actividad:

Cuando se ingrese a la sala con los materiales e implementos deportivos que elegirá cada profesor para realizar la actividad puede suceder que los escolares espontáneamente comiencen a preguntar para qué los utilizarán, probablemente preguntarán si nos equivocamos de clases, pues la clase de educación física es en otro horario. Este hecho permitirá la motivación de los niños al presentarles desde un principio una propuesta distinta. Incluso se les puede sugerir que ellos realicen propuestas sobre qué actividades

realizar con los materiales y que ellos mismos ideen los tipos de actividad física que quieran realizar. Lo importante es poder organizarlos de forma que todos realicen el mismo tiempo de actividad física (20 a 30 minutos). Para ello se sugiere solicitar colaboración del profesor de educación física, deportes y recreación, quien tiene más experiencia en este tipo de actividades.

La actividad, como todo proceso escolar, debe ser evaluada y se sugiere la calificación mediante la entrega del Informe final que contenga el registro de las actividades y los resultados obtenidos, incluyendo las respectivas conclusiones fundamentadas con respaldo teórico en función de lo visto en clases y de lo consultado en bibliografía. Este Informe podría incluso reemplazar la prueba final si es capaz de abarcar la mayor parte de los contenidos vistos en clases. Si las condiciones no permiten la ejecución de un Informe estructurado o su calificación, se sugiere incentivar con décimas de calificación tras la entrega de los resultados y las conclusiones obtenidos tras la actividad.

Es necesario también avisar con anticipación a los estudiantes que se realizará una clase práctica, para que

traigan una tenida deportiva cómoda. Además, se debe contar con todo el material necesario para la realización de la actividad y gestionar los espacios para la práctica deportiva con antelación.

Se deben considerar 2 a 3 horas pedagógicas seguidas (45 minutos cada una) para la realización de la actividad práctica más 1 a 2 horas pedagógicas para contrastar los resultados entre todos los grupos. Además, se debe considerar tiempo, dentro o fuera de clases, para el análisis de resultados y elaboración de conclusiones en el respectivo Informe. Todo esto dependerá del tiempo disponible, el objetivo que se proponga cada profesor para su clase, las características del grupo, el número de alumnos, la infraestructura y los materiales con los que se cuente, etc. Además, el profesor puede adecuar la clase incluyendo más o menos actividades o bien dosificándola en tres sesiones; por ejemplo, puede dedicarse una clase a observar cambios en las pruebas de memoria tras la actividad física y en la siguiente las pruebas de concentración, o bien realizar sólo actividad física de equilibrio para observar cambios en el área de las matemáticas, etc.

Para efectos de validación de la investigación que se está llevando a cabo por medio de los estudiantes es necesario asesorarse por un psicopedagogo o los profesores de lenguaje y matemáticas de la institución, a fin de elaborar pruebas de diagnóstico y post-ejercicio lo más parecidas posibles entre sí, considerando un mismo número de conceptos o imágenes del memorice, la misma extensión del texto de lectura breve y el mismo tipo de ejercicio matemático, entre otros aspectos.

Si además se requiere evaluar el contenido del arco reflejo a través de la medición del reflejo rotuliano pre y post ejercicio o entre estudiantes entrenados y no entrenados para así observar si ellos encuentran diferencias entre sus resultados, se debiera solicitar ayuda al profesor de educación física, deportes y recreación o a un kinesiólogo (fisioterapeuta) que determine los parámetros de medición y la técnica correcta para realizar esta prueba. También se pueden trabajar los contenidos de ventilación pulmonar mediante su caracterización según lo que observan los estudiantes mencionando los músculos implicados, constatando si sus valores están dentro de la norma

establecida para su edad y sexo, además, de incluir conclusiones que expliquen las razones por las cuales pudiesen estar fuera de los rangos si es que así sucede, es decir, debieran relacionar estos valores con el nivel de actividad física que realizan a la semana o con otros factores como el estado emocional. Así entonces, el tiempo destinado para estas actividades prácticas, para el análisis de resultados, conclusiones y elaboración del Informe variará en los distintos grupos. Por ejemplo, si se dispone de muy poco tiempo para desarrollar estas actividades se sugiere solamente enfocarse en investigar cuál es el efecto de la actividad física en una de las habilidades mentales propuestas (concentración, memoria o matemática), dejando los contenidos de ventilación pulmonar y arco reflejo de lado. Se puede incluso sacar partido a esta actividad didáctica reforzando el método científico pues se puede poner a un grupo a estudiar los resultados de los estudiantes en la prueba de memoria, otro grupo puede estudiar la concentración y otro la prueba de matemática, solicitándoles que lleven a cabo la investigación utilizando el método científico, es decir, utilizando hipótesis,

pregunta de investigación, diseño metodológico, etc.

¿Qué se desea que concluyan los estudiantes luego de la actividad?

Luego de efectuada la actividad *Cerebro Activo en un Cuerpo Activo* lo importante es que los estudiantes concluyan ejercitándose ellos mismos que la actividad física mejora no solamente la salud y la calidad de vida en general, como bien sabemos todos, sino que una práctica adecuada de actividad física también produce efectos emocionales positivos, mejorando el estado de ánimo, reduciendo la ansiedad y la intensidad del estrés (14). Además, mejora la cognición, la socialización y el rendimiento académico (15) gracias a sus efectos en el desarrollo intelectual (16) y sobre la potenciación de habilidades como la concentración (17) y el cálculo matemático (18). Lo anterior queda muy bien explicitado por Acosta (19), quien plantea: «Si con nuestro cuerpo podemos desarrollar una actividad física, también podemos tener con él experiencias lógico-matemáticas que van a servir de preparación al espíritu deductivo».

Consideramos que este tipo de estrategias de enseñanza activa debiesen ser promovidas en el aula, especialmente cuando se trabaja con adolescentes. Se sabe que los compuestos exógenos y endógenos a los cuales se exponen los adolescentes pueden organizar sus circuitos cerebrales en favor de ciertas conductas durante la adultez (20). Quizá la liberación de opioides endógenos durante el ejercicio físico de los adolescentes puede, aparte de mejorar ciertos aspectos relacionados con la capacidad cognitiva, facilitar que se establezcan circuitos cerebrales específicos que favorezcan el aprendizaje, una adecuada toma de decisiones, el autocuidado y la disciplina durante la vida adulta.

Finalmente, este necesario mencionar que los actores sociales no deben seguir esperando respecto a una adecuada promoción de los hábitos de vida saludable y de la actividad física regular. Como menciona Aguilar- Farías y colaboradores (21), se debe efectuar un llamado global para dar un impulso con nuevas fuerzas a fin de que se asuma de una manera más responsable y estratégica la responsabilidad de cambiar para mejor

nuestra sociedad, teniendo una mayor conciencia de las características específicas de nuestro territorio y las necesidades concretas de nuestra población respecto a la salud, el bienestar y la calidad de vida (21).

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a los académicos de la Universidad Privada de Ciencias Administrativas y Tecnológicas (UCATEC, Bolivia), en especial, al Dr. Juan Carlos Arroyo, Vicerrector de Desarrollo Institucional y Relaciones Internacionales, por sus comentarios a una versión preliminar de este manuscrito.

Referencias

1. OMS. *Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Recomendaciones mundiales sobre la actividad física para la salud.* Organización Mundial de la Salud (OMS); 2010. Disponible en: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/ [Consultado el 04 de junio de 2018].
2. ECVS. *Razones para no practicar actividad física.* Encuesta de Calidad

- de Vida y Salud (ECVS), Chile; 2000. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/19769083/Encuesta-Calidad-de-Vida-y-Salud-2000> [Consultado el 04 de junio de 2018].
3. Celis-Morales C, Salas C, Martínez MA, Leiva AM, Garrido-Méndez A, Díaz-Martínez X. Costo económico asociado a inactividad física en Chile. *Rev Méd Chile* 2017; 145(8): 1091-2.
 4. Aguilar-Farías N, Cortínez A, Leppe-Zamora J, Balboa T, Cobos C, Lemus N, Valladares M, Sadarangani K, Von Oetinger A, Walbaum M, Cristi-Montero C. Reporte de notas de actividad física en Chile: Contribuyendo en una iniciativa global por niños y adolescentes más activos. *Rev Méd Chile* 2016; 144(2): 267-8.
 5. Hernández M. *Motivación Animal y Humana*. Guadalajara, México: Editorial El Manual Moderno; 2002.
 6. Álamo C. *Guía Farmacológica de Analgésicos*. Madrid, España: Arán Ediciones; 2006.
 7. Adams J, Kirkby R. El exceso de ejercicio como adicción: una revisión. *RET* 2003; 34: 10-22.
 8. Ramírez J. La neuroquímica del estrés y el papel de los péptidos opioides. *REB* 2007; 26(4): 121-8.
 9. Fernández F. *¿Por Qué Trabajamos?: El Trabajo Entre el Estrés y la Felicidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos; 2011.
 10. Muñoz E. Péptidos opioides endógenos, dolor y adicción. *BUN Synapsis* 2011; 3(1): 33-9.
 11. Martínez-Rozo J, Husain-Talero S. Citoprotección y reparación mediadas por encefalinas en el ejercicio físico. *Rev Fac Med Univ Nac Colomb* 2014; 62(1): 91-9.
 12. MINEDUC. *Programa de Estudio Tercer Año Medio Biología*. Ministerio de Educación (MINEDUC), Chile; 2000. Disponible en: http://www.educativo.utralca.cl/medios/educativo/estudiantes/media/programa/03/3m04_biologia.pdf [Consultado el 04 de junio de 2018].
 13. Muñoz Y, Cortés-Cortés ME, Alfaro A. The use of interactive games enhances nutritional

- knowledge and healthy lifestyle habits among Chilean elementary school children. *Adv Sci Lett* 2017; 23(2): 819-23.
14. Márquez S. Beneficios psicológicos de la actividad física. *Rev Psicol Gen Apl* 1995; 48(1): 185-206.
15. Ramírez W, Vinaccia S, Suárez GR. El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Rev Estud Soc* 2004; 18: 67-75.
16. Shephard RJ. Physical activity and the healthy mind. *CMAJ* 1983; 128(5): 525-30.
17. Caterino MC, Polak ED. Effects of two types of activity on the performance of second-, third-, and fourth-grade students on a test of concentration. *Percept Motor Skill* 1999; 89(1): 245-8.
18. Gabbard C, Barton J. Effects of physical activity on mathematical computation among young children. *J Psychol* 1979; 103: 287-8.
19. Acosta V. Psicomotricidad y matemática: una aproximación a la representación del espacio en el niño. *Números* 1986; 15: 49-62.
20. Vigil P, del Río JP, Carrera B, Aránguiz FC, Rioseco H, Cortés ME. Influence of sex steroid hormones on the adolescent brain and behavior: An update. *Linacre Q* 2016; 83(3): 308-29.
21. Aguilar-Farías N, Martino-Fuentealba P, Infante-Grandón G, Cortínez-O'Ryan A. Inactividad física en Chile: debemos responder al llamado global. *Rev Méd Chile* 2017; 145(12): 1631-2.

Figuras



Figura 1. Una adolescente efectúa ejercicio físico en una cama elástica.

Al efectuar ejercicio físico moderado a vigoroso se producen diversos cambios bioquímicos y fisiológicos en el organismo. Uno de ellos, la secreción de opioides endógenos, puede afectar positivamente la capacidad de aprendizaje.