

# CAPÍTULO II

## Del porqué al cómo de los modelos pedagógicos: buscando respuestas desde la neurociencia, la psicología y la didáctica de la Educación Física

*Jesús Vicente Ruiz Omeñaca*

En los últimos lustros, se ha desarrollado con intensidad un movimiento en el ámbito educativo, que trata de integrar las muchas aportaciones que está realizando la neurociencia a la comprensión de los procesos de aprendizaje y, desde ahí, hacia la optimización de dichos procesos.

Con todo, la investigación en el campo de la neurociencia, por sí sola, no puede dar respuesta a todas las cuestiones que se suscitan en torno a los procesos de aprendizaje que acaecen en el seno de la Educación Física.

Ambas consideraciones —la relativa a las aportaciones de la neurociencia a nuestra área y la que se refiere a sus limitaciones— han de ser tenidas en cuenta para desembocar en la necesaria complementariedad entre las ciencias del cerebro y otras ciencias imbricadas a nuestra área curricular concebida como hecho corporal y motor, cognitivo, emocional, social, cultural y ético, tales como la psicología, la pedagogía y, dentro de esta última, la didáctica propia de nuestra área (Ruiz, 2021). Dentro de este marco, los cimientos que proporciona la neurociencia, en relación con cómo aprende el cerebro, las teorías psicológicas coherentes

con estos cimientos y los procesos que abre la didáctica propia de nuestra área, pueden ofrecer caminos que se mueven entre la explicación y la acción, entre el por qué, el cómo y el para qué de la acción educativa. Y, con esta base, las personas que desarrollamos la acción docente dentro de la Educación Física podemos integrar los modelos pedagógicos para configurar acciones que, desde la interdependencia entre campos del conocimiento científico permitan (Ruiz, 2021):

- Optimizar los procesos de aprendizaje a partir de la comprensión de los mecanismos cerebrales subyacentes a la conducta motriz.
- Adecuar la acción didáctica a los procesos evolutivos.
- Generar contextos emocionalmente positivos, coherentes con el aprendizaje y también con el bienestar personal.
- Abrir vías hacia relaciones sociales constructivas y hacia contextos éticos a partir del conocimiento de los procesos que operan en el cerebro en relación con estas cuestiones.
- Singularizar la acción didáctica en pos de alcanzar mejoras en la competencia motriz de cada una de las personas con las que compartimos nuestras clases.
- Promover contextos ricos en procesos de toma de decisiones que lleven a una práctica motriz inteligente.

En última instancia, la neurociencia no prescribe metodología, pero sí da un soporte explicativo en relación con cómo aprende el cerebro. Y este soporte puede complementarse desde las teorías psicológicas y trasladarse a la didáctica para que, desde ella, se construyan y se seleccionen los modelos pedagógicos que mejor puedan contribuir al desarrollo integral del alumnado.

Esta es la base sobre la que se teje este capítulo. En él prestaremos atención a la motivación y a las emociones como referentes clave en el aprendizaje, a las interacciones sociales, a las acciones dotadas de sentido ético y, por supuesto, al aprendizaje motor y al vinculado a la toma de decisiones en el seno del juego y del deporte. Si conocemos elementos clave en relación con todas estas cuestiones, tendremos también un soporte para determinar qué puede aportar cada modelo pedagógico a nuestra área curricular.

## La motivación como puerta hacia el aprendizaje

Todo modelo pedagógico ha de operar como un generador de motivación en el alumnado. De no ser así, parte de su potencial quedará menguado. Y, de forma más concreta, la motivación intrínseca, aquella que deriva del interés por la actividad sin que dependa de reforzadores extrínsecos, la que se asocia al deseo de explorar, experimentar y descubrir, que es autoadministrada por cada persona, proporcionándole energía y direccionalidad en pos de la consecución de una meta, que está en la base del aprendizaje y ha de estar presente, como referencia en los diferentes modelos pedagógicos.

Ubicándonos dentro de un contexto general, la motivación nos remite a un proceso interno que activa, orienta y mantiene una conducta o una secuencia de ellas para lograr una meta. En lo que atañe al funcionamiento del cerebro, la motivación actúa como lo hace la percepción de estímulos relevantes para la supervivencia o para el bienestar, desde la activación de centros emocionales que resultan claves para el aprendizaje. Y en la medida en que el aprendizaje es un proceso proactivo, difícilmente puede darse este sin motivación (Bueno, 2017).

En lo que atañe al funcionamiento cerebral, la gestión de la motivación tiene que ver con un neurotransmisor —la dopamina— y con dos vías de distribución —la mesocortical y la mesolímbica— ¿Y a qué se asocia la dopamina? A la recompensa cerebral o a la expectativa de recibirla. Eso hace que se libere dopamina, por ejemplo, participando en un juego modificado desde el modelo de enseñanza para la comprensión o implicarse en un desafío asociado al modelo cooperativo, siempre que estas situaciones resulten agradables o supongan un reto. Hay algo más que también resulta relevante. La dopamina también sirve de soporte al comportamiento tendente hacia la consecución de una meta. De este modo, está, por ejemplo, en la base de la repetición de una acción motriz hasta lograr ejecutarla desde procesos autodirigidos. Tiene que ver, en suma, con la felicidad asociada a buscar una recompensa de alta probabilidad a través del esfuerzo. Está implicada en la fuerza de voluntad. Y lo está también en la demora de la obtención de una satisfacción inmediata, en aras de lograr una de mayor intensidad, obtenida a posteriori.

Pero ¿cómo trasladar estos procesos hacia la acción didáctica? Ya contamos con referencias aportadas por la neurociencia. Ahora es preciso dar pasos hacia la intervención educativa a partir de este soporte o, lo que es lo mismo, respondiendo a la siguiente inte-

rrogante: ¿cómo podemos promover la motivación en relación con la práctica motriz desde diferentes modelos pedagógicos?

Es preciso contar con una premisa: la existencia de diferencias personales en lo que atañe a la motivación, asociadas a factores genéticos relacionados con la producción de neurotransmisores. También el ambiente y las experiencias vividas, desde una perspectiva epigenética, participan en la construcción de las áreas cerebrales ligadas a la motivación (Ruiz, 2021).

Asentadas estas bases, Ortiz (2009) señaló la presencia de tres vectores que resultan claves en la motivación: uno biológico asociado a la novedad, al gusto por aprender y a procesos emocionales; un segundo de naturaleza social, a través del que se valora la conducta en términos de logros y recompensas; y un tercero vinculado al valor cognitivo de la conducta, que permite promover acciones hacia la consecución de objetivos, o demorarlas para alcanzar otros considerados más relevantes. Por ello, la importancia de que los modelos pedagógicos se asocien a situaciones motrices novedosas y estimulantes, propicien el gusto por aprender, generen experiencias emocionales y sociales estimulantes y promuevan contextos en los que se inste al alumnado a definir objetivos y mantenerlos como horizonte en el trabajo hacia su consecución.

De forma parcialmente complementaria, Bueno (2017) instó a considerar que la motivación en nuestras clases puede construirse sobre cinco pilares a los que han de ser sensibles los modelos pedagógicos, vinculados a la presencia de curiosidad, metas, autonomía, destreza y realidad. La curiosidad es uno de los detonantes de las emociones agradables. Las metas sirven para mostrar el horizonte en el aprendizaje. La autonomía, basada en la posibilidad de tomar decisiones, hace que cada alumno pueda percibirse como copartícipe de su destino. La destreza, asociada al deseo de mejora en algo que te gusta y que te importa, propicia compromiso, esfuerzo y autocontrol. Y la vinculación con la realidad propia de la vida hace los aprendizajes más significativos. Estos elementos completan el mosaico de referentes que se ha de tener en cuenta desde los modelos pedagógicos en aras de propiciar contextos motivadores.

En suma, se trata de ofrecer situaciones novedosas, estimulantes, que abran puertas al descubrimiento y a la creatividad y que conecten con los intereses del alumnado; definir objetivos, que cada persona los conozca o que se actúe para que ellas mismas los establezcan o

los reconstruyan de forma personal; plantear retos que resulten significativos y alcanzables; mostrar expectativas realistas y expresadas de forma positiva; confiar en las posibilidades de progreso de cada niña, de cada niño, de cada adolescente y hacer explícita esta confianza. Es preciso, de forma complementaria, superar la tendencia que lleva a la prevalencia de la actuación ante los errores frente a la expresión de las potencialidades, las posibilidades, las fortalezas y los progresos personales. Y resulta fundamental educar en el realismo, impregnándolo de optimismo, en la medida en que todas las personas pueden experimentar mejoras en todos los ámbitos de su desarrollo. Se trata de que cada situación motriz y, de forma más amplia, cada situación de aprendizaje se perciba como un reto atractivo que abre las puertas al disfrute y a la autosuperación. Dentro de este marco, elogiar el esfuerzo, la constancia y la implicación en los procesos de aprendizaje activa la recompensa cerebral y propicia una mayor motivación de logro, ligada al trabajo puesto al servicio del crecimiento personal y la autosuperación (Ruiz, 2021). Estos elementos, en definitiva, resultan clave tanto en la configuración como en la puesta en práctica de todo modelo pedagógico.

### **Las emociones en el aprendizaje dentro de nuestra área**

Las emociones están presentes en la práctica motriz de nuestro alumnado con suma frecuencia. Pero ¿a qué nos referimos cuando hablamos de emociones? Trataremos de delimitar la respuesta. Las emociones conllevan una reacción subjetiva ante una situación que actúa como estímulo o ante la evocación en la memoria de dicho estímulo. La reacción va acompañada de cambios orgánicos, mediados por una predisposición de carácter innato e influidos por las experiencias vividas. De este modo, se configura un conjunto complejo de respuestas químicas y neuronales que forman un patrón distintivo (Damasio, 2006). Las respuestas son producidas por el cerebro cuando este detecta un estímulo emocional competente, es decir, un objeto o acontecimiento, cuya presencia real o rememoración mental desencadena la emoción.

La implicación cerebral es amplia y conlleva la interconexión de diferentes áreas: la corteza visual, auditiva y táctil que procesan la información procedente del entorno y la dotan de significado; la amígdala como interfaz entre los estímulos y el desencadenamiento de las emociones; la corteza cingulada como espacio de interconexión; la ínsula asociada a la relación entre percepción y emoción y entre emoción y cognición; los lugares de ejecución

sobre los que proyecta la amígdala —hipotálamo, formación reticular y ganglios basales—; y la corteza prefrontal ventromedial, que asocia su actividad a la precepción y expresión de emociones y a su regulación consciente, así como a la motivación y a la interpretación del significado de emociones en contextos sociales.

Si bien la educación emocional ha de ser objeto también de nuestra área, en este capítulo su tratamiento tiene que ver con cómo, desde las emociones y sentimientos se abren vías hacia el aprendizaje —a través de una acción complementaria a la que ejerce la motivación y en ocasiones como generadoras de esta última—.

Cualquier aprendizaje conlleva la estabilización y fijación, en el cerebro, de un patrón dinámico de conexiones neuronales. Y hemos señalado que las emociones cumplen una misión: prepararnos para la supervivencia o para el bienestar. El cerebro interpreta los aprendizajes impregnados de componentes emocionales, como vinculados a esos mismos referentes: supervivencia o bienestar. Con esta base, la emoción no es una condición necesaria para el aprendizaje (Willingham, 2011). Pero, con la presencia de emociones, los patrones neurales implícitos en el aprendizaje se establecen o se consolidan de forma más sólida, en la medida en que el cerebro percibe su utilidad en relación con elementos vitales de especial relevancia (Mora, 2017). Y, de modo consecuente, se almacenan mejor y son usados de un modo más eficiente. De esta forma, los aprendizajes significativos preferiblemente han de pasar por la vía emocional. Cognición-emoción constituyen un binomio indisoluble; binomio medular para comprender lo que significa enseñar y aprender. El aprendizaje vinculado a los procesos de toma de decisiones, a las conductas motrices y a los ámbitos afectivo y social, vinculados a la práctica de situaciones motrices, se produce, por consiguiente, a través del filtro de las emociones (Ruiz, 2021). Pero ¿de qué emociones estamos hablando? Fundamentalmente, se trata de emociones neutras como la sorpresa y de otras agradables como la alegría. Estas propician la aproximación a las situaciones de aprendizaje.

Para ello, un clima emocional positivo —de seguridad afectiva, de palabras y comunicaciones impregnadas de emoción y confianza, de atención singular a cada persona, a sus necesidades afectivas, sociales y de aprendizaje en relación con la práctica motriz, de empatía y de manifestación de afecto— constituye el primer paso, o más bien, el substrato sobre el que se construye todo lo demás (Ruiz, 2021). El aprendizaje requiere de espacios emocio-

nalmente seguros, de contextos en los que esté garantizado el afecto y el apoyo incondicional que necesita todo ser humano, con independencia de sus potencialidades o de su nivel de aprendizaje.

En suma, ya tenemos un segundo referente: la búsqueda de emociones agradables como substrato que contribuirá a consolidar aprendizajes. Y los modelos pedagógicos han de tener en cuenta la dimensión emocional asociada a los propios procesos de aprendizaje.

### **Las situaciones motrices como escenarios de aprendizaje social y ético**

Nuestra naturaleza, teniendo en cuenta que somos seres humanos, deriva de un cerebro social (Ligioiz, 2019). Y este hecho se hace también patente en el contexto de la práctica motriz, propiciando que en ella mostremos una capacidad especial para vivir emociones congruentes con las que viven otras personas, que establezcamos relaciones de interacción constructiva y que contribuyamos voluntariamente al aprendizaje de los demás (Ruiz, 2021). En estos procesos se hallan implicadas las áreas cerebrales vinculadas a la emocionalidad y también las que tienen que ver con procesos racionales: la amígdala, vinculada a la generación de emociones; la región temporal superior vinculada a la detección y anticipación de conductas ajenas; las regiones frontales bilaterales, especialmente el giro frontal medial y el giro temporal vinculados al hecho que supone ponerse en el lugar de otra persona; el giro fusiforme asociado junto con su amígdala, al reconocimiento facial y del lenguaje gestual; la ínsula vinculada a la relación entre emoción y cognición y a la percepción de algo éticamente reprobable; el giro frontal inferior relacionado con la empatía emocional, la corteza prefrontal dorsolateral que opera en relación con la racionalización de la conexión con las emociones de la otra persona desde la empatía cognitiva; el área cingulada vinculada también a la empatía; y la corteza prefrontal ventromedial, la corteza parietal inferior y la unión temporoparietal asociadas a la teoría de la mente, que remite a la habilidad para comprender las creencias e intenciones de otra persona como base para la predicción de su conducta. Mientras, la corteza ventromedial, se vincula a la generación de expectativas, tomando como referencia las posibles consecuencias, la planificación, la inhibición de la conducta propia y las conductas sociales; la corteza orbitofrontal se implica al realizar juicios morales; y la corteza frontal lateral lo hace en relación con el razonamiento social.

En síntesis, amplias áreas del cerebro participan en los procesos sociales y en los de naturaleza ética. En cualquier caso, esto sucede en un cerebro ampliamente interconectado.

Con esta base, ¿cómo operan los procesos orientados hacia la adquisición y el afianzamiento de conductas sociales ajustadas y constructivas y de qué forma se pueden trasladar estos referentes a la implementación de un modelo pedagógico?

Desde la teoría del aprendizaje social (Bandura & Walters, 1974), enmarcada en el campo de la psicología, se presta atención a que, en contextos sociales, los patrones de comportamiento se adquieren, fundamentalmente por imitación de las conductas observadas en otras personas que son relevantes para quien aprende la propia conducta. Al respecto, Bandura (1983) señaló que, a diferencia del aprendizaje instrumental que resulta lento, los procesos de exposición a modelos significativos suscitan aprendizajes muchos más rápidos. Y esto se traduce en una estabilización también más rápida de circuitos neuronales. De modo análogo, ejerce su influencia el aprendizaje vicario, ligado a las consecuencias que deparan al modelo sus propias conductas, en la medida en que estas reciben apoyo, indiferencia o rechazo. Y no solamente los modelos próximos sirven de referencia. El modelado simbólico asociado a la presentación verbal o pictográfica de un modelo también adquiere relevancia a través de la mediación cognitiva que conduce a la representación simbólica de la propia conducta y no a la mera asociación entre la conducta y sus consecuencias (Bandura, 1983).

En el seno de la práctica motriz, los modelos que suponen los amigos, el docente de Educación Física, la propia familia y, en menor medida, los deportistas a quienes admira han influido en la adquisición de estos comportamientos. Y el modelado directo, vicario o simbólico se han hecho explícitos como formas de aprendizaje. Y este es un referente al que han de estar abiertos los modelos pedagógicos previendo contextos en los que se sistematice esta acción.

Para ello, es preciso que reparen en la importancia de ofrecer al alumnado, un clima cálido, de respeto y de confianza, que esté impregnado de afecto y que resulte gratificante. Esto conlleva que las personas más significativas, para los niños, niñas y adolescentes en el contexto de la práctica motriz —sean estos sus propios compañeros, el profesor o modelos más lejanos como los que nos ofrecen los medios de comunicación social— muestren habilidades sociales y hagan explícitas actitudes prosociales y comportamientos éticos; así como que refuercen las conductas sociales constructivas, lo que convierte las expectativas de las personas significativas en detonante de la conducta social en contextos de práctica motriz.

## Los procesos de toma de decisiones en situaciones motrices

Actuar en el seno de las prácticas motrices, lleva consigo interpretar continuamente las circunstancias inherentes a la situación y determinar e iniciar las acciones que permitirán alcanzar los objetivos propios de cada momento concreto (Collado, 2018). Y es que, en el seno de una parte importante de las situaciones motrices las decisiones han de ser extremadamente rápidas y, si bien en muchas ocasiones hay varias alternativas viables que resultan adecuadas, han de ser precisas.

Desde planteamientos de la psicología cognitiva que son compatibles con las aportaciones de la neurociencia, la toma de decisiones se ha abordado habitualmente a partir de la teoría del procesamiento de la información. Los diferentes modelos ubicados dentro de este planteamiento establecen secuencias de acciones que básicamente parten de la percepción de la situación e integran, a continuación, la focalización de la atención en los elementos relevantes, la identificación del problema desde la convergencia entre las condiciones que concita la situación y los objetivos del juego, la generación de posibles respuestas en forma de acciones o secuencias de estas, la elección entre ellas y el inicio de la acción. Además, pueden tenerse en cuenta procesos de evaluación que operan, en ocasiones, a modo de retroalimentación que pone en relación elementos dentro de este proceso.

Dentro de este marco, es preciso tomar en consideración, en situaciones motrices dotadas de complejidad, tanto la pericia y las limitaciones de cada persona en el procesamiento de la información, como la premura temporal que conllevan las situaciones motrices. Como consecuencia y ante la imposibilidad de procesar con rapidez toda la información que proporciona el contexto, se hace uso de la heurística a través de reglas y principios generales. La intervención de la memoria es clave en este proceso, en la medida en que contar con un conocimiento mayor y más variado, almacenado en el cerebro, en relación con la respuesta acorde con lo que está aconteciendo en el contexto de la práctica motriz, mejora los procesos de anticipación de la respuesta y la toma de decisiones (Ruiz, 2021).

Buena parte de los procesos decisionales —especialmente en personas experimentadas— operan de forma automática. Estas decisiones se articulan a través de rutinas perceptivo-motrices que conllevan respuestas automatizadas ante condiciones concretas de la situación de juego (Collado, 2018).

Dentro de este marco, es preciso tener en cuenta que, si bien hay procesos decisionales que en los momentos iniciales del aprendizaje se toman de forma consciente y, a través de la práctica, se tornan inconscientes, existe un conjunto amplio de decisiones que han de tomarse con un alto grado de rapidez y que, en ningún momento dentro del proceso de aprendizaje, pudieron ser conscientes (Cárdenas et al., 2014).

Estos procesos resultan, en cualquier caso, complejos; en la de toma de decisiones —especialmente en situaciones generadoras de incertidumbre, ligada a la presencia de compañeros, adversarios o un entorno inestable que requieren de una respuesta rápida— se desarrollan procesos cognitivos que pueden implicar la puesta en juego de la atención sostenida, la atención focalizada, la atención dividida, la atención ejecutiva, la memoria a largo plazo, la memoria operativa y la memoria procedimental. Además, implica a áreas cerebrales plurales e interconectadas como las áreas perceptivas, la corteza sensoriomotriz, los lóbulos temporales mediales, la corteza cingulada, la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza motora, premotora y motora suplementaria, así como estructuras subcorticales los ganglios basales y otras como el cerebelo.

No obstante, existen elementos que se traducen en una participación diferenciada del cerebro ligada a la experiencia. De hecho, los procesos de toma de decisiones al inicio del aprendizaje conllevan una importante participación cognitiva; pero la cognición adquiere un papel menos relevante con la experiencia, en la medida en que los procesos decisionales se automatizan. La corteza prefrontal dorsolateral mantiene una participación relevante al inicio, mientras que la corteza premotora y motora suplementaria, así como los ganglios basales y el cerebelo gestionan programas interiorizados y automatizados. En suma, el aumento del conocimiento derivado de la experiencia suscita una mayor automatización del procesamiento de la información, asociado a procesos en paralelo, inconscientes, precisos y rápidos, a partir de la recuperación de la memoria de soluciones que resultaron acertadas en situaciones anteriores (García & Moreno, 2014).

Hecha esta introducción, conviene centrarnos en su traslación a la acción didáctica y, desde ella, a lo que resulta pertinente desde los modelos pedagógicos en relación con el tema que nos ocupa. Desde ella y en el proceso educativo que permite avanzar hacia el aprendizaje en lo que se refiere a la toma de decisiones, es necesario contar con un elemento: la práctica.

La práctica repetida en contextos reales, ligados a la situación motriz foco del aprendizaje, genera una memoria motriz tanto en relación con elementos perceptivos como con otros de naturaleza decisional; esto permite optimizar la capacidad para resolver determinadas situaciones problema y propicia que los procesos de toma de decisión resulten progresivamente más eficientes. De esta manera, se pasa de decisiones conscientes a decisiones automatizadas; de procesos en los que se toman en consideración un número muy reducido de elementos a otros en los que se incorpora un número creciente de estímulos; y de una toma en consideración difusa de los aspectos que convergen en la situación a la selección de los que resultan relevantes (Ruiz, 2021). De esto deriva un primer referente: la importancia de que los modelos pedagógicos promuevan los aprendizajes desde la práctica en contextos reales o próximos a ellos (Rivilla, 2018). De este modo, un alto volumen de práctica significativa permitirá pasar de una decisión eficiente, tomada bajo control voluntario y consciente, a otra automática (Collado, 2018).

En este contexto, la práctica repetida permite establecer asociaciones entre las claves contextuales y la respuesta concreta. Desde la repetición, cada persona puede captar claves de la situación —ubicación de compañeros o adversarios, trayectoria y velocidad en el desplazamiento de estos, ubicación, trayectoria o velocidad del móvil, presencia de determinadas constantes o de fluctuaciones en el entorno— y establecer una asociación con una acción concreta que resultó repetidamente exitosa en el pasado. Se trata, en consecuencia, de basarse en indicadores de contexto para generar esquemas de decisión que se concretan en regla de acción más o menos generalizables a determinadas situaciones (Collado, 2018). La regla de acción se convierte en un nuevo patrón de conectividad o bien en el fortalecimiento de uno ya existente, lo que supone un cambio estable en la arquitectura funcional del cerebro; cambio, asociado a la memoria. Dichas asociaciones no son sino redes neuronales con alta probabilidad de activación en situaciones similares.

Una segunda cuestión que resulta relevante pasa por promover la variabilidad en la práctica. Remite esta a la modificación de las condiciones materiales, espaciales, temporales y humanas relacionadas con la propia práctica (Ruiz, 1995); esto nos ubica ante la pluralidad de experiencias motrices y la multiplicidad de situaciones vinculadas a un mismo programa motor (Mannino & Robazza, 2018). Pero, también, nos conduce hasta esa misma pluralidad en relación con la influencia de las condiciones que convergen en cada situación motriz sobre

los procesos de toma de decisiones. Esta es otra cuestión que han de tener en cuenta los modelos pedagógicos cuando acometen el aprendizaje en el marco de situaciones motrices de alta entropía, derivada de la incertidumbre que genera la presencia de personas compañeras y adversarias y de incertidumbre en el entorno.

Un tercer elemento que resulta relevante en los procesos de aprendizaje sobre toma de decisiones va asociado a la cantidad de información a considerar, lo que remite a las opciones a manejar y en relación con ellas, a una mayor imprevisibilidad. Durante el proceso de aprendizaje, tiene sentido avanzar en contextos en los que el número de alternativas se va incrementando paulatinamente. Las situaciones de juego elegidas, el sistema de reglas, la interacción con el móvil —cuando lo hay—, las condiciones espaciales y temporales y el número de participantes se erigen en elementos de variación que inciden sobre la entropía de la situación, sobre la incertidumbre y sobre el número de alternativas de decisión entre las que hay que moverse, así como sobre el riesgo que entraña cada una de ellas. Los juegos modificados practicados desde ciclos de acción-reflexión-acción y conectados con interrogantes sobre la toma de decisiones pueden enriquecer este proceso (Ruiz, 2014). Es esta una alternativa que se contempla en modelos pedagógicos como el de la enseñanza para la comprensión o los modelos integrados. Conviene que, en este caso, se realice una jerarquización y una aproximación gradual a los elementos estructurales propios de cada juego y que las propuestas de intervención, así como la interacción comunicativa con el alumnado sea respetuosa con esta jerarquización (Gil & del Villar, 2014).

Una cuestión que igualmente resulta importante está relacionada con la transferencia en la toma de decisiones. También la práctica entra aquí en juego, pero no cualquier práctica. Si se trata de promover la transferencia horizontal, entre procesos de toma de decisiones relativos a situaciones lúdicas o deportivas con estructuras próximas entre sí, vivir diferentes situaciones con demandas similares permite que las personas participantes comparen entre sí esas situaciones en la propia práctica para llegar a los mismos patrones de decisión; esto se traduce en redes de conectividad neuronal polivalentes en relación con las prácticas en las que resultan útiles. El funcionamiento eficiente del cerebro irá asociado al dinamismo en la aplicación contextualizada de estos principios. Y también estos habrán de ser contemplados por los modelos pedagógicos si quieren optimizar el proceso de aprendizaje de la toma de decisiones.

Finalmente, será relevante la educación en una buena gestión emocional, pues esta incide directamente en los procesos de toma de decisiones, en la medida en que las emociones condicionan las decisiones en situaciones de juego.

La neurociencia nos remite, en definitiva, a claves de intervención concretas y bien definidas que corroboran una parte importante de las actuaciones pedagógicas a las que se ha desembocado desde ciencias diferentes, y suma otras especialmente relevantes. Todas ellas han de servir de referencia para enriquecer los procesos didácticos desde los diferentes modelos pedagógicos.

### **Aprendizaje motor**

El aprendizaje motor nos remite al proceso que, partiendo de las capacidades y aprendizajes previos y siguiendo un camino que pasa por la experiencia y la práctica sistemática y significativa, propicia cambios relevantes y relativamente permanentes en las conductas motrices de una persona (Ruiz, 2021). En la Educación Física es común plantear que se pretende alcanzar un aprendizaje de la motricidad significativo y funcional, traducido no solamente en la adquisición mecánica de gestos motores sino también en la aplicación de la acción motriz dotada de significado dentro de contextos variados, en la resolución de problemas que requieren del movimiento corporal y en la generación y realización de producciones propias. En cualquier caso, el aprendizaje motor se manifiesta a través de cambios en los patrones de conectividad entre neuronas y en modificaciones estables en la propia arquitectura funcional del cerebro (Singer, 2016) que se substancian, a su vez, en la posibilidad de poner en juego habilidades y destrezas en contextos de práctica motriz, con frecuencia a través de la adquisición de programas motores. Los programas motores remiten, tal como señalaron Besi y Robazza (2018), a un sistema de conectividad neuronal que elabora, planifica y ejecuta un movimiento o una secuencia organizada de movimientos.

Dos son los referentes objeto del aprendizaje motor: (a) las habilidades perceptivas que constituyen la manifestación de la capacidad de los sistemas sensoriales para detectar, analizar y valorar la relevancia de los estímulos procedentes de la propia persona y del entorno; y (b) las habilidades y destrezas motrices que son el fruto de la capacidad del sistema motor para planificar, coordinar y llevar a cabo conductas motrices. El resultado se traduce en la creación de un modelo interno de acto motor o bien, en la modificación de uno ya existente y

remite a la concreción de los mensajes sensoriales, la realización de la acción y su corrección durante su propio curso (Massion, 2000).

Pero ¿cómo operan los actos motores automáticos y voluntarios? ¿Cómo se adquieren las habilidades? ¿Y cómo se puede trasladar el conocimiento que sobre estas cuestiones brinda la neurociencia a la actuación coherente desde los modelos pedagógicos? Trataremos de aportar ideas que den respuesta a estas cuestiones.

En el proceso de los actos motores se parte, habitualmente, de un flujo de información sensorial tanto en relación con lo que está sucediendo en el entorno, como en lo relativo a la posición y la orientación corporal, al tono y la contracción muscular. Son las áreas perceptivas y la corteza somatosensorial, las que operan en el proceso previo al movimiento y en el ulterior ajuste de este a partir de la evaluación de las condiciones, a veces cambiantes, del entorno, dentro de un continuo flujo vinculado a la conectividad entre neuronas. A partir de esto, el inicio de los movimientos voluntarios hay que situarlo en la corteza motora suplementaria, la corteza premotora y la corteza motora primaria, así como en la corteza de asociación, estando en ocasiones al servicio de procesos decisionales que operan en la corteza prefrontal dorsolateral. A estas áreas, se suman los ganglios basales y el cerebelo. Con posterioridad, las órdenes son enviadas desde la corteza motora a las motoneuronas espinales, a través de un recorrido que conduce el impulso nervioso, como si de un cartero se tratara, con el fin de convertir las órdenes en movimiento. Y por más que hayamos separado los procesos decisionales de los relacionados con la ejecución motriz en nuestra presentación, en el contexto de la práctica motriz, la percepción, la toma de decisión y la generación del movimiento operan de forma incardinada.

Fruto del aprendizaje, el comportamiento motor de las personas experimentadas parece automático y opera mejor en ausencia de control consciente. Para ello, se requiere de repetición contextualizada, estructurada, sistematizada, dotada de calidad y adecuada a cada persona. Esta es la primera clave que conviene tener en cuenta en este tema desde los modelos pedagógicos.

En otro orden de ideas, si la repetición se realiza siempre del mismo modo, se estabiliza un patrón único de conexiones; eso puede resultar útil en relación con esquemas motores claramente definidos, tal como sucede en habilidades cerradas como las gimnásticas o las atléticas. Pero si se propician redes más extensas, estas se podrán usar con más eficiencia

y con una mayor disponibilidad variable en el movimiento. Si introducimos elementos de variabilidad en la práctica motriz, las redes de conectividad pueden ser más amplias y ramificadas. De forma complementaria, esta variación en la repetición mantiene en mayor medida la motivación y las emociones. Ya señalábamos, al referirnos a los procesos de toma de decisión, que la variabilidad en la práctica remite a la modificación de las condiciones materiales, espaciales, humanas y temporales relacionadas con la propia práctica (Ruiz, 1995); esto nos ubica ante la pluralidad de experiencias motrices y la multiplicidad de situaciones vinculadas a un mismo programa motor (Mannino & Robazza, 2018). Los contextos que propician variabilidad pueden generar un amplio espectro de experiencias motrices, así como repeticiones contextualizadas y variadas que conducen hacia la automatización de programas motores. Una multiplicidad de experiencias con una base motriz compartida sirve para ampliar y diversificar el bagaje motor en cada persona y crea la base para la extrapolación de programas motores genéricos hacia diferentes espacios contextuales. Este es el segundo de los aspectos que, en este campo, han de contemplar los modelos pedagógicos.

Otra cuestión que ha de tomarse en consideración tiene que ver con la transferencia, que en el contexto del aprendizaje motor nos remite a la influencia de un aprendizaje sobre otro ulterior del mismo ámbito. Esta puede ser positiva, cuando el aprendizaje de una determinada tarea incide facilitando la adquisición de un nuevo aprendizaje; negativa, cuando el efecto es inverso y un aprendizaje incide dificultando otro; o neutra, lo que conlleva que no existan un efecto facilitador o de interferencia entre dos aprendizajes.

Desde las aportaciones de la neurociencia, una habilidad puede construirse a partir de la modificación de patrones de conectividad ya establecidos o desde la adecuación de programas motores genéricos. Y en la base de la transferencia positiva se ubica la consolidación de programas motores susceptibles de adecuación a diferentes contextos, lo que justifica que esta se haga explícita en mayor medida cuando existe proximidad entre los elementos perceptivos y de ejecución motriz propios de la nueva habilidad en relación con la habilidad originaria de la que recibe una transferencia positiva. También es este un referente que ha de ser tenido en cuenta cuando se programa el aprendizaje motor desde los diferentes modelos pedagógicos.

Asimismo, se requiere considerar que la práctica continua y repetida es la base del aprendizaje, al facilitar la automatización de procesos y crear patrones de conexiones neu-

rales. Sin embargo, la práctica distribuida contribuye a un mejor aprendizaje y a una mejor consolidación en la memoria a largo plazo. Este proceso, que se ha demostrado su eficacia en distintos contextos, lo ha hecho también en relación con el aprendizaje de las conductas motrices (Panchuk et al., 2013). Desde la traslación a la práctica implica abordar con un progresivo grado de profundidad y complejidad una determinada habilidad motriz en sucesivos episodios de aprendizaje con intervalos entre ellos. Otra estrategia que avanzaría en la misma dirección pasaría por alternar situaciones que requieren de estrategias de resolución y habilidades diferentes. Finalmente, plantearse interrogantes que permitan cuestionarse y reflexionar sobre lo que se está haciendo en relación con el objeto de aprendizaje puede complementar a la práctica distribuida.

En concreto, la neurociencia y la psicología de la educación proporcionan algunas claves relevantes que han de contemplarse desde los modelos pedagógicos cuando estos ponen el foco en el aprendizaje motor del alumnado.

## Conclusiones

Una vez que hemos transitado por los caminos de la ciencia del cerebro, conviene retornar a la que era una de nuestras consideraciones iniciales: la neurociencia no prescribe metodología, pero puede —complementada por la psicología y la didáctica de la Educación Física— abrir vías relativas a cómo aprende el cerebro, que permite dar pistas de por dónde han de transitar los modelos pedagógicos en aras de promover el aprendizaje desde nuestra área. En este sentido, es preciso que se respeten claves como las siguientes (Ruiz, 2021):

- Tomar en consideración los aprendizajes previos y conectar con ellos de forma significativa y no arbitraria los nuevos objetos de aprendizaje, toda vez que los objetos de aprendizaje se procesan asociando patrones.
- Propiciar contextos que activen la vía dopaminérgica ligada a la motivación, lo que nos lleva a avanzar por marcos lúdicos, que resulten estimulantes y que supongan un reto.
- Promover la participación del cerebro emocional, con especial implicación de la corteza ventromedial en relación con la experimentación de emociones y sentimientos agradables.
- Suscitar marcos que generen interrogantes, que sirvan como vía de motivación —a la que ya hemos aludido— y que activen la participación cognitiva y la búsqueda de respuestas a partir de la implicación de la corteza prefrontal dorsolateral.

- Crear situaciones ricas en percepciones, sensaciones, decisiones y acción motriz dotada de significado.
- Maximizar el tiempo de compromiso motor con prácticas motrices significativas que coimpliquen a las vías relacionadas con la actividad perceptivo-movimiento: corteza sensorial, corteza motora primaria, secundaria y suplementaria, ganglios basales, cerebelo, etc.
- Promover la práctica automatizada en contextos de variabilidad en la práctica que impliquen modificaciones sobre la puesta en juego de patrones motores específicos y la generación de la memoria motriz implícita.
- Formular interrogantes que remitan a problemas y a modos de hacer con implicación cognitiva, a la puesta en juego de las funciones ejecutivas y a la búsqueda de soluciones creativas y con especial participación de la corteza prefrontal dorsolateral.
- Suscitar contextos que coimpliquen a las vías sociales y éticas: corteza ventromedial, orbitaria, área cingulada, etc.

De este modo, ya disponemos de los cimientos sobre los que han de edificarse los modelos pedagógicos. Por dichos modelos vamos a transitar en los siguientes capítulos.

## Referencias

- Bandura, A. (1983). El papel de los procesos de modelado en el desarrollo de la personalidad. En J. Delval (Comp.), *Lecturas de psicología del niño. El desarrollo cognitivo y afectivo del niño y del adolescente* (pp. 241-255). Alianza Editorial.
- Bandura, A., & Walters, R. H. (1974). *Aprendizaje social y desarrollo de la personalidad*. Alianza Editorial.
- Besi, R., & Robazza, C. (2018). Los sistemas de control. En S. Tamorri (Comp.), *Neurociencia y deporte* (pp. 125-133). Paidotribo.
- Bueno, D. (2017). *Neurociencia para educadores*. Octaedro.
- Cárdenas, D., Perales, J. C., & Alarcón, F. (2014). Planificación del entrenamiento para la toma de decisiones en los deportes de equipo. En F. del Villar, & L. García (Coords.), *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte* (pp. 265-290). Síntesis.
- Collado, J. Á. (Coord.). (2018). *Neurociencia, deporte y educación*. Wanceulen.
- Damasio, A. (2006). *El error de Descartes: la emoción, la razón y el cerebro humano*. Crítica.
- García, L., & Moreno, A. (2014). La toma de decisiones desde la perspectiva de la psicología cognitiva. En F. del Villar, & L. García (Coords.), *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte* (pp. 21-43). Síntesis.
- Gil, A., & Del Villar, F. (2014). Aplicación de un programa de entrenamiento decisional en tiempo real de juego, para la mejora del rendimiento táctico individual. En F. Del Villar, & L. García (Coords.), *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte* (pp. 132-160). Síntesis.
- Ligioiz, M. (2019). Importancia del vínculo en el aprendizaje y calidad de vida: nacidos para conectar y compartir. En L. Lluch, & L. N. de la Vega (Coords.), *El ágora de la neuroeducación. La neuroeducación explicada y aplicada* (pp. 43-54). Octaedro.
- Mannino, G., & Robazza, C. (2018). Habilidades motoras y actividad motora. En S. Tamorri (Coord.), *Neurociencias y deporte* (pp. 47-64). Paidotribo.
- Massion, J. (2000). *Cerebro y motricidad*. INDE.
- Mora, F. (2017). *Neuroeducación. Solo se puede aprender aquello que se ama*. Alianza Editorial.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Alianza Editorial.

- Panchuk, D., Spittle, M., Johnston, N., & Spittle, S. (2013). Effect of practice distribution and experience on the performance and retention of a discrete sport skill. *Perceptual and Motor Skills*, 116(3), 750-60.
- Rivilla, I. (2018). Perspectiva neuropsicológica del entrenamiento deportivo. Una organización sistémica. En J. Á. Collado (Coord.), *Neurociencia, deporte y educación* (pp.127-143). Wanceulen.
- Ruiz, J. V. (2014). *Nuevas perspectivas para una orientación educativa del deporte*. CCS.
- Ruiz, J. V. (2021). *Renovar la Educación Física desde la neurociencia. Claves para la transformación de la acción didáctica*. CCS.
- Ruiz, L. M. (1995). *Competencia motriz*. Gymnos.
- Singer, W. (2016). La epigénesis y la plasticidad cerebral en la educación. En A. M. Battro, K. W. Fischer, & P. J. Léna (Comps.), *Cerebro educado. Ensayos sobre la Neuroeducación* (pp. 147-163). Gedisa.
- Willingham, D. T. (2011). *¿Por qué a los niños no les gusta ir a la escuela? Las respuestas de un neurocientífico al funcionamiento de la mente y sus consecuencias en el aula*. Graó.