

Ducassou Varela, A. (2006) Cuatro aproximaciones a la importancia del movimiento en la evolución y desarrollo del sistema nervioso. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 6 (22) pp. 87-98
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista22/artevolucion29.htm>

CUATRO APROXIMACIONES A LA IMPORTANCIA DEL MOVIMIENTO EN LA EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DEL SISTEMA NERVIOSO

FOUR APPROXIMATIONS TO THE IMPORTANCE OF THE MOVEMENT IN THE EVOLUTION AND DEVELOPMENT OF THE NERVOUS SYSTEM

Ducassou Varela, A.
aducassou@umayor.cl

Docente Neuroanatomía. Escuela de Educación.
Universidad Mayor, sede Temuco.
Chile.

Recibido 28 de febrero de 2006

Resumen

El sistema nervioso humano es uno de las mas evolucionados de la escala zoológica, su diferencia fundamental radica en su maravillosa capacidad para procesar información, capacidad que sin duda ha sido determinante para su supervivencia. La interrogante es ¿que factores pueden haber incidido en tan notable evolución? El presente ensayo pretende orientar las posibles respuestas a la interrogante desde cuatro aproximaciones: filogènesis, neuroontegènesis, embriogènesis y cibernética para, finalmente, establecer las responsabilidades y desafíos de la educación en general y de la educación física en particular en la consecución evolutiva de este sorprendente sistema.

Palabras claves: Educación. Motricidad humana. Sistema nervioso.

Summary

The human nervous system is one of more evolved of the zoological scale, its substantial difference it takes root in its marvelous capacity to process information, capacity that undoubtedly has been a determinant for his survival. The question is: what factors can have affected in so notable evolution? The present trial intends to orient the possible answers to the questioning one since four approximations: filogènesis, neuroontegènesis, embriogènesis and cybernetics for,

finally, to establish the responsibilities and challenges of the education in general and of the physical education particularly in the evolutionary attainment of this surprising system.

Keywords: Education. Human mobility . Nervous System.

Introducción

No son los seres humanos la única especie de la escala zoológica que posee sistema nervioso, pero sin duda es el más complejo y evolucionado en términos estructurales y funcionales. ¿Que factores pueden haber inducido, en el proceso evolutivo, a la construcción de un sistema nervioso responsable de múltiples y complejas funciones: capaz de construir un lenguaje propio, edificando patrones culturales y de convivencia; el desarrollo de una notable capacidad de adaptación a los mas variados entornos, creando y modificando los hábitats para asegurar su propia supervivencia; con la facultad de aprender, al igual que otros homínidos, pero con la capacidad de almacenar gran cantidad de información y, lo que es mas sorprendente, utilizando esta información cuando le es necesario, cruzando datos en magnitudes que ni el mas sofisticado de los sistemas informáticos sería capaz de realizar; con una metacognición que le permite generar cuestionamientos sobre su mundo y sobre sus propias acciones, construyendo respuestas que solo existen en el mundo de las ideas, pero que luego es capaz de hacerlas realidad contextualizando las propuestas en soluciones reales y concretas, ordenando las ideas y planificando sus acciones en el tiempo y el espacio, en una secuencia coherente en función de la consecución de los objetivos propuestos?. Aún mas sorprendente resulta el hecho de que funciones tan complejas sean construidas en solo 1.400 gramos de materia gris, viva y dinámica, en constante reorganización.

Una primera aproximación desde la filogénesis.

Solo poseen sistema nervioso aquellos seres vivos que necesitan moverse en el tiempo y en el espacio en busca de respuestas adaptativas que le permitan sobrevivir. Las plantas, aunque consideradas especies vivas, no poseen sistema nervioso porque no necesitan del movimiento para buscar su alimento ni para huir de las especies depredadoras (Llinas 2003). En contraposición, los insectos, anfibios, aves, mamíferos y homínidos, entre ellos el hombre, necesitan de sistema nervioso para poder desplazarse en busca de los nutrientes necesarios para su subsistencia y para escapar de todo estímulo adversivo que atente contra su supervivencia. Un claro ejemplo es el caso de las aves caracterizadas por el sueño unihemisférico. Durante los vuelos migratorios, el hemisferio despierto o activo es contralateral al ojo abierto, alternando ambos ojos y hemisferios cerebrales de forma periódica. De esta forma, les es posible favorecer la recuperación energética de las células nerviosas al mismo tiempo que les permite volar durante tiempos prolongados sin alterar el factor atención, fundamental para la supervivencia. Una vez satisfecha esta necesidad biológica las aves deben

cambiar su posición de vuelo en la bandada con el objeto de favorecer la recuperación del hemisferio cerebral opuesto. Garau, Asparicio, Rial y Esteban (abril, 2005) señalan “... *el sueño unihemisférico en los mamíferos marinos se relaciona con la necesidad de seguir nadando y controlar la postura y respirar. En las aves, por su parte, el sueño unihemisférico parece relacionarse más con la evitación de la depredación.*” (p.428). Estas evidencias científicas nos entregan una primera señal por cuanto la evolución del sistema nervioso, al parecer, se ha encontrado subordinada a las conductas motoras.

Del mismo modo es interesante destacar que la complejidad funcional del sistema nervioso es directamente proporcional a la complejidad en la búsqueda del alimento. Así, los ruminantes, especies herbívoras, poseen un sistema nervioso con una corteza cerebral claramente más simple en cuanto a la riqueza de sus conexiones sinápticas por cuanto no necesitan cazar su alimento. Diferencia sustantiva es la riqueza estructural y funcional de las redes neuronales que presentan los mamíferos carnívoros, quienes si necesitan movilizarse para conseguir su alimento, generando planes de acción y estrategias adecuadas que le permitan cumplir con éxito su objetivo. En este contexto es interesante la observación del neurobiólogo Rodolfo Linás (2003) quien considera que “*el sistema nervioso sólo es necesario en animales multicelulares que expresen algún movimiento activo dirigido, propiedad biológica conocida como motricidad*”. (p.17)

A partir de este breve análisis es posible rescatar dos ideas principales: en primer lugar, solo necesitan sistema nervioso las especies vivas que requieren de movimiento para sobrevivir y, en segundo lugar, la complejidad estructural y funcional del sistema nervioso esta directamente relacionada con la complejidad de las acciones motrices que aseguren la supervivencia.

Charles Darwin, en su obra “El origen del hombre” (1889), señala que el hombre heredó de sus antepasados, los monos, muchos rasgos anatómicos, pero, al mismo tiempo, se distingue de él fundamentalmente por el nivel de desarrollo cognitivo. Al respecto C. Marx y F. Engels (citado en Prives 1989, p.67), señalan que “*la diferencia en el desarrollo de sus capacidades psíquicas está ligada directamente con la actividad laboral y con la vida social. El animal, en el mejor de los casos, llega hasta la recolección de medios de existencia; el hombre, en cambio, produce dichos medios*”. Al realizar esta afirmación, Marx y Engels establecieron que el principal factor de desarrollo del hombre fue el trabajo. Esta idea se sustenta en la evolución de los monos antropomorfos quienes vivieron durante millones de años en un medio arbóreo, donde el desplazamiento por las copas de los árboles condicionó sus estructuras anatómicas, especialmente en sus extremidades anteriores, necesarias para satisfacer las operaciones de prensión en sus desplazamientos. Más tarde, por efectos de las glaciaciones, se enfrentaron a la necesidad de descender de los árboles y desplazarse por medios terrestres. En estas nuevas condiciones debían solucionar un problema crucial para su subsistencia: ampliar el campo visual para buscar alimento y detectar con la mayor anticipación posible la presencia de depredadores. Sobrevivir en este nuevo hábitat solo era posible si se generaban procesos adaptativos en su aparato

locomotor. De esta forma, pasaron de un sistema de locomoción cuadrúpeda a uno de locomoción bípeda lo que permitió aumentar significativamente su campo de acción visual. Sin embargo, este aspecto evolutivo de su anatomía generó un segundo fenómeno: sus manos quedaron libres, evolucionando de órgano de locomoción a órgano de trabajo permitiéndole, no solo manipular con mayor eficiencia los objetos ya existentes en la naturaleza, sino también la facultad de fabricar sus propias herramientas. Al respecto Darwin (1989, p. 87) señala *“...manos y brazos no hubieran conseguido ser nunca órganos bastantes perfectos para fabricar armas y arrojar piedras y lanzas con precisión, mientras hubiesen continuado sirviendo habitualmente a la locomoción del cuerpo y a soportar su peso, o mientras estuviesen solo particularmente dispuestos, como hemos visto, para permitirle vivir en los árboles”*.

En consecuencia, una marcha erecta, con las manos libres como órgano de trabajo son los cambios evolutivos responsables, de acuerdo a la teoría de Marx y Engels, del desarrollo de un encéfalo con capacidades nunca antes vistas en la escala filogenética de las especies vivas.

La teoría propuesta por Marx y Engels tiene sus detractores quienes, avalados por sus descubrimientos científicos (Abdell, 1978; Dart, 1924; Hadar 1974, citados en Pascual 1995), plantean que el principal responsable en el desarrollo y diferenciación del sistema nervioso del hombre con respecto a sus homólogos antropomorfos no fue el trabajo sino el lenguaje. La teoría puede respaldarse en la siguiente hipótesis: *“De la manada de monos se originó la sociedad de hombres”* (Prives:1989, p.68). Esto expresa que el perfeccionamiento de la técnica y de los instrumentos fabricados y utilizados para su provecho estimuló el desarrollo de las sociedades. Esta nueva vida en sociedad solo era sustentable con la existencia de mecanismos de comunicación eficientes, esto es, un lenguaje articulado. La idea descansa en evidencias científicas que surgen desde la antropología a través de técnicas denominadas vaciados craneanos o endocats, los que demuestran que, desde la aparición de los primeros homínidos conocidos como Australopithecus (4 millones de años) hasta el Homo habilis (2.5 millones de años), la capacidad craneal, expresada en centímetros cúbicos, aumentó de 400 cc a 600 cc, cifra poco significativa considerando que, de acuerdo a los descubrimientos científicos, esta última especie ya se caracterizaba por la marcha en bipedestación y la creación y utilización de instrumentos líticos rudimentarios, lo que nos indica que sus extremidades anteriores se encontraban libres (Pascual 1995).

El gran salto evolutivo ocurrió entre el Homo habilis y el Homo Sapiens, donde, en un periodo de tiempo similar al transcurrido entre el Australopithecus y el Homo habilis, la capacidad craneana aumentó en 800 cc, cifra bastante significativa en relación con los 200 cc de diferencia que presenta la evolución de sus predecesores. Entonces surge la interrogante ¿qué estímulos llevaron a este crecimiento tan importante de la masa encefálica y, en consecuencia, de la capacidad craneana? Al respecto es interesante observar la correlación positiva entre el aumento de la capacidad craneana y la aparición de evidencias culturales

como la utilización del fuego, la invención de la rueda, la fabricación del hacha, y la presencia de ceremonias religiosas y artísticas como las pinturas rupestres, evidencias que son sugestivas por cuanto, según expresa Pascual (1995, p.19), *“permitió perpetuar una expresión neuropsicológica del cerebro, independiente de la presencia de su autor”*.

Independiente de las diferentes posturas, lo cierto es que el trabajo, la fabricación de instrumentos, el acto de pintar y el lenguaje solo pueden ser expresados a través de manifestaciones motrices, lo que nos entrega un primera aproximación a la interrogante: al parecer el movimiento, en sus mas diversas expresiones, ha jugado un rol fundamental en la evolución y desarrollo del sistema nervioso.

Una segunda aproximación desde la neuroontogénesis

El desarrollo ontogenético del ser humano se divide en un primer periodo gestacional, denominado etapa germinativa, que se extiende desde la fecundación hasta el día 13 caracterizado por la formación de un tejido bilaminar compuesto por dos capas, epiblastica e hipoblastica. El segundo periodo gestacional comienza el día 14 (etapa embrionaria) y se caracteriza por la migración de algunas células desde la capa epiblastica las que se ubican entre el epiblasto y el hipoblasto, dando origen a una capa intermedia denominada mesoblasto. Estas modificaciones morfogénicas dan origen a la formación de un tejido trilaminar cuyas capas se denominan, desde la más externa a la más interna, ectodermo, mesodermo y endodermo respectivamente. Las células que conforman el endodermo posteriormente se diferenciarán morfológica, química y eléctricamente para dar origen, finalmente, a los órganos viscerales e intestinos. De igual forma, las células que conforman el mesodermo también sufrirían diferenciaciones para dar origen a músculos y huesos, estructurando nuestro aparato locomotor. Finalmente, las células que conforman el ectodermo se diferenciaran para formar tejido nervioso y piel. (M Prives, N Lisenkov y V. Bushkovich, 1989). Sin embargo, resulta interesante observar que la formación de tejido nervioso solo es posible por la inducción, de factor químico, que realizan las células mesodérmicas sobre algunas células ectodérmicas. Carlson (2000, p.62) señala *“En una interacción inductiva, un tejido (el inductor) actúa sobre otro (inducido) de manera que el curso de desarrollo de este último es diferente de lo que habría sido en ausencia del inductor”*. La función inductora del mesodermo fue demostrada en 1938 por Hans Spemann y colaboradores al extraer una porción de mesodermo desde un embrión para implantarlo en un segundo embrión en el lugar donde debería formarse la piel. El resultado, la formación de un segundo sistema nervioso. Esto llevó a Spemann (citado en Pascual 1995, p.25) a señalar que *“nos paramos y caminamos con partes de nuestro cuerpo que podrían haber sido utilizadas para pensar si se hubiesen desarrollado en otra región del embrión”*.

Este proceso biológico reviste gran importancia ya que son las células mesodérmicas quienes inducirán a las células ectodérmicas a transformarse en neuroectodermo por medio de inducciones químicas. Los eventos morfogénicos

descritos nos entregan una segunda aproximación a la interrogante: el sistema efector de nuestra motricidad subyace a nuestra cognición, esto significa que es el futuro tejido muscular quien induce a la formación de tejido nervioso, sin mesodermo no sería posible la formación de sistema nervioso.

Una tercera aproximación desde la embriología

Durante el desarrollo prenatal es interesante observar la secuencia de eventos biológicos que ocurren en el sistema nervioso, donde el desarrollo jerárquico de sus estructuras se correlaciona significativamente con el control progresivo de la actividad motriz.

El periodo comprendido entre la concepción y el nacimiento se conoce como periodo prenatal el cual abarca las etapas cigoto, embrionario y fetal.

Ruiz Pérez (1998) señala que durante el periodo embrionario, la fase que se extiende entre la quinta y la octava semana de gestación presenta, como una de sus características más relevantes, la aparición de los primeros movimientos a nivel de la cabeza, tronco y extremidades sin participación del sistema nervioso, son movimientos que tienen su origen en las propias fibras musculares a través de descargas eléctricas intrínsecas, por lo que se le conoce como fase aneural. Durante el segundo mes de gestación se observan movimientos lentos, arrítmicos y desordenados, lo que manifiesta una actividad inicial del sistema nervioso central. Posteriormente, entre el tercer y cuarto mes, se presenta la fase espino – bulbar, caracterizada por movimientos de gran amplitud, rápidos y bruscos, lo que indica la maduración de la médula espinal y el bulbo raquídeo. A partir del tercer trimestre de gestación aparecen movimientos de mayor perfección debido a una progresiva mielinización de la formación reticular y las vías espinotegumentarias. Esta fase se conoce como vestíbulo – bulbo – espinal – tegumentaria. Finalmente se reconoce una fase pálido – rubro – cerebelo – espinal – tegumentaria que abarca desde el sexto al noveno mes, caracterizada por la perfección de los reflejos corneal, rotuliano, aquileo y el inicio de las funciones sensoriales.

La secuencia descrita nos muestra como el sistema nervioso, a través del desarrollo y maduración de sus diversas estructuras, va tomando control sobre las conductas motoras a medida que se extiende la mielinización de sus fibras nerviosas. Sin embargo, el origen de los movimientos no reside precisamente en el encéfalo sino en las propias fibras musculares, lo que nos entrega una tercera aproximación a la interrogante: el desarrollo y maduración del sistema nervioso comienza en niveles jerárquicos inferiores, esto es, a nivel del sistema muscular. En este sentido, R. Llinás (2003) plantea que *“la organización y la función de nuestros cerebros se basan en la integración de la motricidad durante la evolución”* (p.69).

Una cuarta aproximación desde la cibernética

Se ha hecho común la práctica de presentar al sistema nervioso como homólogo de sofisticadas computadoras. En una primera mirada, de carácter simplista por cierto, esta analogía resulta lógica por cuanto ambos operan bajo un supuesto común: la capacidad de almacenar y procesar información.

Los modernos sistemas informáticos se caracterizan por su capacidad para almacenar información en magnitudes sorprendentes, información que, al ser requerida puede ser utilizada con solo introducir algunos caracteres que permitan reconocerla. De igual forma, el cerebro humano posee, entre otras capacidades, la de almacenar información y utilizarla cuando las condiciones así lo requieran, realizando incluso complejas interacciones entre ellas, similar a lo que ocurre en una computadora. Bajo esta lógica se ha venido desarrollando, desde la década del 40, una ciencia denominada "Inteligencia Artificial" (IA). Han sido más de 60 años de investigaciones y cientos de millones de dólares los invertidos en este magno proyecto, sin embargo aún esta máquina inteligente no ha podido ser desarrollada. ¿Que ha sucedido?. David Freedman (1995), expone interesantes razonamientos en el campo de la IA que podrían dar alguna señal a esta encrucijada basándose en la postura de connotados investigadores como Tomaso Poggio, Marc Raibert, Stewart Wilson y Rodney Brooks quienes cuestionan la capacidad de la ciencia para generar "robots inteligentes". En sus análisis todos ellos coinciden en pensar que el diseño de programas computacionales ha estado centrado en el ingreso de una gran cantidad de datos, ecuaciones y lógicas algorítmicas con el objeto de perfeccionar a estos sistemas en su capacidad y versatilidad para resolver problemas. No obstante, Campbell (1997) sugiere que *"la lógica deductiva formal, a diferencia de la razón natural, no puede tolerar una sola contradicción, pues ha elegido romper sus nexos con el mundo real"* (p.64).

La perspectiva planteada por Campbell entrega algunos indicios que permiten entender porque estos proyectos en IA se han visto frustrados en el momento en que la "máquina inteligente" debe solucionar obstáculos reales de la vida cotidiana en tiempos reales, características de un mundo dinámico en permanente cambio, donde, *"la exactitud y las reglas fijas son pobres estrategias para la sobrevivencia. El cerebro evolucionó de tal modo que le encanta la información imperfecta, la generalización, (...) la lógica solo funciona si la información es completa; y para un cerebro real que se encuentra en un mundo real, nunca o rara vez es completa"* (Campbell 1995, p.20-21). Todo indica que, al parecer, el problema no radica en la magnitud de datos que puedan ser incorporados en un sistema ni en complejas ecuaciones algorítmicas para buscar soluciones a los problemas presentados, sino en la capacidad de establecer las reorganizaciones necesarias a situaciones no programadas a partir de señales sensoriales recogidas del exterior. Tomaso Poggio (comunicación personal en Freedman, 1995 p.23) investigador en IA del Massachusetts Institute of Technology (MIT) señala que *"La IA descuidó este tipo de capacidades durante un largo tiempo (...) pero resultaron realmente difíciles de reproducir en máquinas. Después de todo, la evolución ha gastado millones de años perfeccionando la visión y el control motriz, y tan solo unos pocos miles en el lenguaje y la lógica"*.

Al parecer el problema de la IA aun no se ha resuelto, o al menos no en los niveles esperados. No obstante parecen vislumbrarse, como requisitos determinantes del éxito, dos elementos sustanciales: la sensorialidad y la capacidad exploratoria, esta última necesaria para potenciar dicha riqueza sensorial.

Muchos de los problemas a los que se ha visto enfrentada la IA han comenzado a entrever posibles soluciones desde la neurobiología, ciencia de la cual se ha nutrido en los últimos años. Hace algunos años atrás, la perspectiva reflexológica aseguraba que las señales sensoriales provenientes del exterior eran absolutamente necesarias para la ejecución de los movimientos, aseveración bastante razonable si entendemos al sistema nervioso como la estructura responsable de recibir información exteroceptiva, propioceptiva e interoceptiva, las cuales son conducidas a niveles superiores del sistema para ser analizadas y procesadas generando, finalmente, una respuesta, normalmente expresada como conducta motriz, que nos permita adaptarnos a las exigencias del entorno.

Sin embargo es Brown (1911 citado en Llinás, 2003) quien, por primera vez, sugiere que la ejecución inicial del movimiento es producto de circuitos centrales auto generados. La propuesta es apoyada por Rodolfo Llinás (2003, p.9) al señalar que *“la función del sistema nervioso central podría operar independientemente en forma intrínseca ya que la entrada sensorial, más que informar, modularía este sistema semi cerrado”*. Esto significa que son las entradas sensoriales las responsables de modular nuestros movimientos aumentando su propia eficiencia mediante la modularización de su función pero no de generarlos. En consecuencia, para el neurocientista Llinás, el cerebro es un sistema semi cerrado que no necesita de la información del exterior para generar sus actividades, entre ellas el movimiento, pero, dadas las necesidades de adaptación en un mundo cambiante, evolucionó para aceptar información del exterior y contextualizarla en lo que sucede internamente, esto se expresa en un sistema cerrado modulado por los sentidos. Este concepto de sistema nervioso se corresponde positivamente con el formulado por Gazzaniga (1999, p.121), quien explica su postura desde el sistema visual al plantear que *“el sistema visual no está fabricado para elaborar una copia exacta del mundo real: está construido para trabajar sobre la base de datos que maximicen su función”*.

Es probable que los avances tecnológicos y científicos en el campo de la IA y las neurociencias respectivamente permitan algún día determinar con mayor claridad cual es la verdadera génesis de nuestros comportamientos y que función le corresponde al sistema nervioso, ya sea como generador o comparador de nuestras acciones, a objeto de contextualizar las informaciones provenientes del exterior en una matriz interna de redes neurales preestablecidas. Por el momento todo indica que la sensorialidad juega un papel fundamental en la organización de las respuestas nerviosas, afirmación avalada por las investigaciones realizadas tanto en el campo de la IA como en las neurociencias. Esto nos abre las puertas a una cuarta aproximación a nuestra interrogante: nuestro sistema nervioso es un

sistema semi cerrado donde sus actividades, aunque de carácter intrínseco, son moduladas por señales sensoriales provenientes del exterior, en el cual la capacidad exploratoria juega un rol fundamental en la recepción de dichas señales. Por cierto, nuestra capacidad exploratoria se ve extraordinariamente potenciada a través del movimiento.

Desafíos de la Educación en general y de la Educación Física en particular

El sistema nervioso constituye, por excelencia, un órgano que ha evolucionado durante millones de años permitiendo al hombre la adaptación a entornos en constante cambio. Sin esta posibilidad de transformación de sus estructuras, en especial a nivel micro, esto es, sus múltiples circuitos inter e intra corticales, tales adaptaciones no habrían sido posibles. De igual forma, han sido los diferentes habitats a los que el hombre se ha visto enfrentado en su evolución los que han gatillado tan notables cambios. Esto indica que es el entorno, al menos en parte, quien provee al sistema nervioso de los estímulos necesarios que inducen a la modificación de sus circuitos neurales.

De acuerdo a los postulados de Llinàs (2003), nuestro sistema nervioso opera como un sistema semi cerrado, es decir un sistema que, al momento de nacer, viene con un precableado el que ha sido construido producto de millones de años de evolución, y es el entorno quien entrega los estímulos para modular sus respuestas y hacer eficiente nuestras adaptaciones, desde las mas básicas como la sed, el hambre y la reproducción hasta las mas complejas como el aprendizaje, la resolución de problemas o la toma de decisiones.

Bajo esta perspectiva, la educación juega un papel fundamental en las modulación de las respuestas de nuestro sistema, por cuanto es la responsable de seleccionar y aplicar los estímulos necesarios en busca de dichas modulaciones. Quizás sea esta una de las razones por la cual los gobiernos dan especial atención en proveer a su población de una educación de calidad, mas aun cuando nos encontramos inmersos en un sistema social donde los cambios ocurren vertiginosamente y donde solo podrán crecer competitivamente aquellos países que sepan responder a tan altas exigencias, es decir, la formación de un capital humano capaz de enfrentar los requerimientos que impone la economía global basada en conocimientos y la sociedad de la información (Brunner, 2003).

No obstante, los esfuerzos por optimizar la calidad educativa se encuentran centrados en el mejoramiento de los sectores de aprendizaje de matemáticas lenguaje y comprensión del medio natural, social y cultural. No se puede desconocer que la formación de hábitos de estudio, responsabilidades, convivencia y el desarrollo de habilidades matemáticas, verbales y culturales son determinantes para la vida en sociedad, pero tampoco es menos cierto que las exigencias del sistema necesitan del desarrollo de habilidades intelectuales, fundamentalmente, la capacidad de reconocer la presencia de un problema, seleccionar una estrategia adecuada para abordarlo, generar una representación mental de la información disponible, diseñar un plan de acción, ponerlo en práctica

y evaluar la solución. Para Chipman & Segal (1985 citado en Lacasa,1994), *“las escuelas conceden prioridad a las destrezas con amplia aplicabilidad: lectura, escritura y matemáticas. Sin embargo, las escuelas olvidan habilidades relacionadas con el aprendizaje, el razonamiento y la resolución de problemas”* (p.197). Este conjunto de habilidades intelectuales resultan determinantes al momento de responder adecuadamente a las exigencias que impone la sociedad actual.

¿Cómo lograrlo?, para Zuluaga (2001, p.271) la respuesta está en *“ayudar a pensar”*. Este el gran desafío de la educación.

Sin embargo, normalmente las escuelas enfrentan a sus estudiantes a problemas claramente definidos, tal es el caso de operaciones matemáticas o análisis de textos donde las respuestas, si bien son desconocidas inicialmente por los estudiantes, no lo son para el profesor quien conoce cual es el camino correcto a seguir para alcanzar la respuesta correcta. Esto significa que aunque el problema puede ser desafiante es al mismo tiempo de solución predecible. Entonces ¿cómo puede el profesor favorecer la reorganización de las representaciones cognitivas en sus alumnos, aspecto imprescindible para adaptarse al entorno socio – cultural en el que deberá desenvolverse?

En este escenario, una vez más, el movimiento aparece como una herramienta poderosa del currículo escolar por cuanto estimula en el niño dicha reorganización al enfrentarlo a situaciones donde se hace necesario utilizar los conocimientos previamente adquiridos en experiencias anteriores y que pueden ser aplicados en la solución a nuevas situaciones; permite no solo almacenar información, sino también interpretar dicha información para que, a partir de ella, pueda reconstruir el conocimiento, aprendizaje que se ve facilitado al enfrentarse a contextos de carácter colectivos que favorecen las conductas de imitación; y adquirir el conocimiento *“no desde una información comunicada y memorizada, sino desde la información que los estudiantes elaboran, cuestionan y usan”* (Lacasa, 1994 p.235).

En consecuencia, ¿existe alguna situación educativa en el currículo escolar donde los niños estén mas expuestos a una gran cantidad de estímulos multisensoriales que, como hemos visto, resultan determinantes para la modulación de nuestras respuestas; a la toma de decisiones; a la resolución de problemas y al trabajo en equipo que durante el desarrollo de los juegos motores? Un ejemplo manifiesto lo constituyen los juegos de carácter colectivo, en especial cuando los jugadores se encuentran frente a un balón y deben tomar una decisión con respecto a que hacer con el. Las alternativas pueden ser múltiples: avanzar , entregarlo a un compañero de equipo, lanzar al arco contrario, retroceder o sacarlo fuera del área de juego son algunas de las opciones, y es de esperar que la decisión tomada sea la mas apropiada al logro de los objetivos. Enfrentar al niño a este tipo de situaciones es entregar estímulos multisensoriales de calidad, fundamentales en la selección funcional de los contactos sinápticos. Y lo que es mas importante, la motivación, pilar fundamental de los aprendizajes, se da de

manera automática. No existe un niño al que no le agrade jugar por el solo hecho de jugar, es su naturaleza intrínseca. Los niños se relacionan con su entorno y sus pares a través del juego, construyen su mundo, es una preparación para la vida adulta. La utilización del juego, como expresión motriz, es inherente a la condición humana y una herramienta eficaz para la estimulación y desarrollo de las habilidades no solo motrices sino también cognitivas, tan necesarias en la formación de capital humano. En consecuencia, la educación física, a través de la práctica de juegos motrices en sus niveles iniciales y de los deportes, especialmente los de carácter colectivo, en niveles más avanzados del sistema escolar, representan un recurso educativo extraordinariamente potente para desencadenar las modificaciones nerviosas necesarias.

Esto no significa abandonar la responsabilidad social de la educación física en la formación de deportistas. Tampoco significa olvidar su compromiso en la educación de una población con hábitos de vida saludable, importante para revertir los efectos negativos de la obesidad y el sedentarismo, dos epidemias silenciosas de nuestro tiempo, pero sería irresponsable ignorar el desarrollo de la dimensión cognitiva a través de la educación física, facilitando, conjuntamente con los demás sectores de aprendizaje, el establecimiento, reorganización y modulación de los circuitos neurales tan necesarios para nuestra adaptación y supervivencia a los nuevos tiempos. De otra forma sería desconocer la historia filogenética y ontogenética de nuestro sistema nervioso. Es una tarea pendiente y el gran desafío que tenemos por delante los educadores físicos.

Referencias Bibliográficas

- Brunner J.J, Elacqua G. (2003) Informe Capital Humano en Chile. Universidad Adolfo Ibáñez. Santiago, Chile.
- Campbell J. (1997) La máquina increíble. Fondo de Cultura Económica Chile S.A. Chile.
- Carlson Bruce (2000). Embriología humana y biología del desarrollo. 2° edición. Editorial Harcourt. Madrid.
- Darwin Charles (1989). El origen del hombre. Ediciones Quinto Sol S.A. México D.F.
- Freedman David H. (1995). Los Hacedores de Cerebros. Editorial Andrés Bello. Santiago, Chile.
- Garau C, Aparicio S, Rial R, Esteban S. (2005) Rev. Neurol 2005;40 (7): 423-430.
- Gazzaniga Michael (1999). El Pasado de la Mente. Editorial Andrés Bello. Chile.
- Lacasa P.(1994). Aprender en la escuela, aprender en la calle. Visor Distribuciones. Madrid, España.
- Llinás Rodolfo. (2003). El cerebro y el mito del yo. Grupo Editorial Norma. Colombia.
- Pascual U. Rodrigo (1995). Desarrollo cerebral. Aspectos evolutivos y onogenéticos. Ediciones Tabor. Universidad Católica del Maule. Chile.
- Prives M, Lisenkov N, Bushkovich V. (1989). Anatomía Humana. Tomo III. Segunda edición. Primera reimpresión. Editorial MIR Moscú. URSS.

Ruiz Pérez (1994) Desarrollo motor y actividades físicas. Editorial Gymnos. España.

Zuluaga, j. (2001). Neurodesarrollo y estimulación. Editorial Médica Panamericana. Colombia.

[Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte](#) – vol. 6 - número 22 - junio 2006 - ISSN: 1577-0354