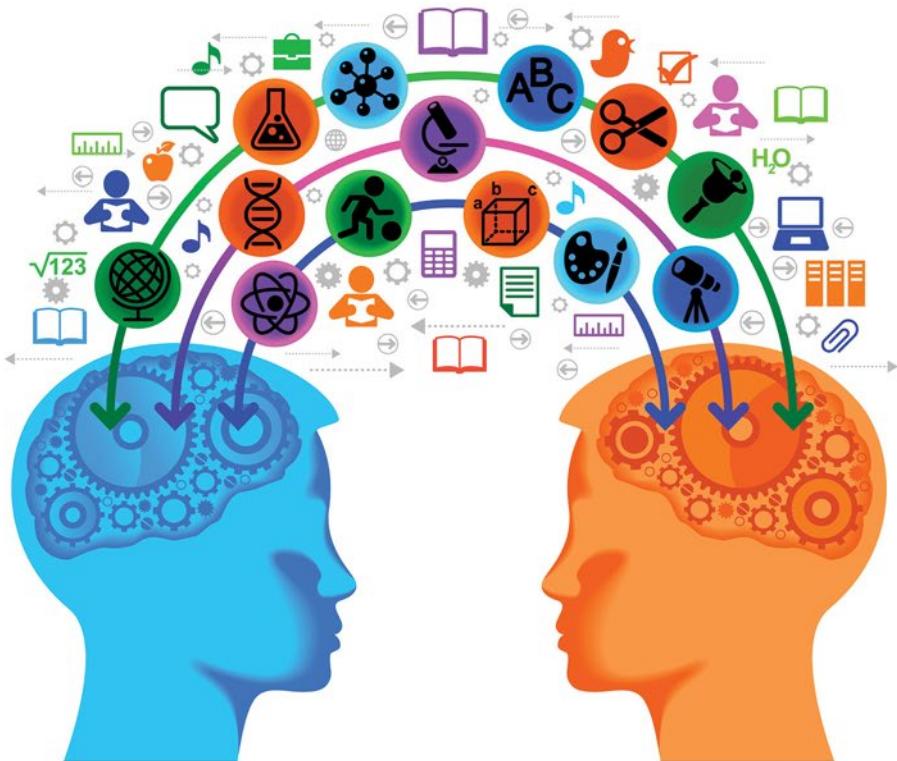


MARÍA ANGÉLICA PEASE D.  
FLAVIO FIGALLO R. | LIZ C. YSLA A.  
(EDITORES)

# COGNICIÓN, NEUROCIENCIA Y APRENDIZAJE

## El adolescente en la educación superior





**COGNICIÓN, NEUROCIENCIA Y APRENDIZAJE**  
**EL ADOLESCENTE EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**



María Angélica Pease D.  
Flavio Figallo R.  
Liz C. Ysla A.  
Editores

# COGNICIÓN, NEUROCIENCIA Y APRENDIZAJE

## El adolescente en la educación superior



FONDO  
**EDITORIAL**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

*Cognición, neurociencia y aprendizaje*

*El adolescente en la educación superior*

María Angélica Pease D., Flavio Figallo R. y Liz C. Ysla A., editores

© María Angélica Pease D., Flavio Figallo R. y Liz C. Ysla A., 2015

© Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015

Av. Universitaria 1801, Lima 32, Perú

Teléfono: (51 1) 626-2650

Fax: (51 1) 626-2913

[feditor@pucp.edu.pe](mailto:feditor@pucp.edu.pe)

[www.fondoeditorial.pucp.edu.pe](http://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe)

Diseño, diagramación, corrección de estilo  
y cuidado de la edición: Fondo Editorial PUCP

Primera edición: mayo de 2015

Primera reimpresión: setiembre de 2015

Tiraje: 600 ejemplares

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente,  
sin permiso expreso de los editores.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-13001

ISBN: 978-612-317-088-2

Registro del Proyecto Editorial: 31501361500976

Impreso en Tarea Asociación Gráfica Educativa

Pasaje María Auxiliadora 156, Lima 5, Perú

*A los estudiantes universitarios que ven en la universidad  
un espacio para que su mente se encienda  
y a los docentes universitarios que deciden avivar el fuego  
en las mentes de sus estudiantes.*



## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| Presentación   | 11  |
| Introducción   | 17  |
| El potencial que emerge: cognición, neurociencia y aprendizaje en adolescentes universitarios<br><i>Maria Angélica Pease D. y Liz Ysla A.</i>  | 33  |
| Bases conceptuales de las neurociencias<br><i>Luis Ángel Aguilar Mendoza</i>   | 77  |
| Adolescencia en el contexto de la educación superior<br><i>Mary L. Claux</i>   | 95  |
| El cerebro adolescente<br><i>Rosa Ysabel Alvarado Merino</i>   | 135 |
| El diálogo entre la filosofía, la psicología y las neurociencias en torno de la atribución psicológica: ¿cómo conocemos la subjetividad ajena? Evolución y desarrollo de la atribución psicológica<br><i>Pablo Quintanilla</i> | 159 |
| El cerebro, las emociones y el aprendizaje en adolescentes universitarios<br><i>Carmen Coloma y Carol Rivero</i>   | 183 |
| Cerebro y aprendizaje en la adolescencia: ¿qué factores lo afectan?<br><i>César Ruiz de Somocurcio</i>   | 203 |

|  |     |
|--|-----|
| Sueño, aprendizaje, memoria y rendimiento académico en la adolescencia<br><i>V. Pablo Gutiérrez Galarza</i>  | 223 |
| Influencia de las redes de parentesco y las redes de amistad<br>en las expectativas de formación post secundaria de estudiantes<br>de quinto de secundaria<br><i>Martín Santos</i> | 251 |
| Aplicaciones en la educación de la inteligencia artificial<br>y los sistemas expertos<br><i>Manuel Tupia Anticona</i>  | 283 |
| Cambios y tendencias en la educación superior<br><i>Flavio Figallo Rivadeneyra</i>   | 315 |
| Sobre los autores  | 343 |

## PRESENTACIÓN

Hubo un tiempo, aún no lejano, en el que la buena educación era considerada como el traslado mecánico de los conocimientos del profesor hacia el alumno. Este escuchaba, tomaba notas, excepcionalmente leía algunos libros (nunca eran muchos quienes los leían) repetía lo mejor que podía y así pasaba el examen, luego el curso y, finalmente, salía del colegio. Así también aprobaba la universidad y obtenía un título profesional. A este repetir memorístico se le conoce entre nosotros con el verbo «chancar». Angustió a tantos estudiantes por tanto tiempo, que la palabra fue finalmente reconocida como peruanismo por el Diccionario de la Lengua Española.

Esta «enseñanza» estaba complementada con un principio universalmente reconocido. Se decía que «la letra con sangre entra». El alumno que no aprendía era considerado flojo, despreciado y golpeado por profesores y progenitores. Nicomedes Santa Cruz trasladó esta máxima popular al pie forzado de una décima, con texto que rezuma una cierta nostalgia: *A cocachos aprendí, / mi labor de colegial, / en el colegio fiscal / del barrio donde nací.*

La pedagogía y la psicología cambiaron radicalmente, hace unas décadas, estas dos aproximaciones a la educación complementarias entre sí. Lo hicieron con estudios empíricos que, heurísticamente, buscaban los posibles caminos de una mejor educación para cada vez más gente.

Fue muy importante teorizar la pedagogía a partir de la observación del aprendizaje del estudiante. De hecho, el viejo patrón de «enseñar» fue cambiado por el más complejo que se denomina «enseñanza-aprendizaje», que no es un simple cambio de terminología sino que incorpora activamente la participación y el compromiso del estudiante en todo el proceso educativo. Hoy tenemos una mirada relacional de los procesos cognitivos. Y aprendizaje no significa simplemente acumular información; el aprendizaje se hace evidente, como se nos señala en el primer artículo, cuando las personas se vuelven capaces de realizar algo diferente de lo que antes podían hacer.

Sin embargo, las comunidades intelectuales nos resistimos a cambiar nuestros puntos de vista y, así como los historiadores de la ciencia dicen que al iniciarse el siglo diecisiete no más de una docena de astrónomos trabajaba aceptando las ideas heliocéntricas de Copérnico publicadas sesenta años antes, así también ocurre ahora que muchos siguen pensando que el verdadero aprendizaje consiste en que el alumno o alumna aprenda lo que le enseña su profesor o profesora, usando una cierta dureza cuando fuera necesario.

Desde hace aproximadamente dos décadas, la tecnología dispone de máquinas que, por primera vez en la historia, pueden observar al cerebro mientras trabaja, tanto el humano como el de los animales. Esto tiene muchas aplicaciones y una de ellas, obviamente, es pretender responder a la pregunta ¿cómo aprende el ser humano?

Este libro es resultado de un seminario interdisciplinario al que se incorporaron distinguidos especialistas de diversas universidades peruanas para averiguar qué nos dicen estas nuevas observaciones científicas sobre nuestra tarea, única e integrada, de enseñar y aprender.

La neurociencia, definida aquí como «el estudio científico del sistema nervioso», ha dicho ya varias cosas a partir de la observación de los cerebros de los seres humanos y los animales durante el aprendizaje.

Lo más importante es que cuando aprende el cerebro se modifica de manera plástica. Era uno antes y es otro distinto después de aprender.

No se trata pues de llenar un cerebro con saberes sino de guiar su transformación a través del aprendizaje, el que constituye un fenómeno espiritual, mental, emocional, fisiológico y anatómico, de cambios en el estudiante. Corolario de esto es que cada cerebro humano es distinto a los otros y esto debe ser tomado en cuenta por quienes enseñamos: el cerebro del estudiante adolescente tendrá diferencias que provienen de su genética, de su proceso de socialización y de sus aprendizajes. Inclusive, la neurociencia considera que el cerebro funciona de distinta manera a cada edad, tanto tratándose de una misma persona como de dos personas de diversas generaciones. Además, el cerebro nunca deja de aprender. En este libro se dice, por ejemplo, que el profesor y el alumno procesarán de manera distinta en su cerebro una operación matemática idéntica que ambos realicen de manera simultánea en clase.

La neurociencia explica que el cerebro no funciona «por partes» y, desde luego, aquella vieja teoría de una gran masa del cerebro sin usar ya no existe (aunque nuevamente, es posible que muchos lo sigan creyendo). El cerebro humano funciona interconectando muy diversas partes a cada momento. Por ello, para un aprendizaje eficiente y óptimo, el compromiso emocional del estudiante con lo que estudia es fundamental para que aprenda. Si no sucede así, su cerebro no colaborará a la tarea. De ahí que «la letra con sangre entra» sea una desastrosa teoría educativa. La empatía es hoy considerada fundamental para el aprendizaje.

El profesor hostil y reprensivo logra menos aprendizaje que el que busca desarrollar los progresos de su alumno, estimular su compromiso y aceptar, de buen grado, que solo se puede aprender cometiendo errores. Un pedagogo europeo dijo esta importantísima frase en inglés, bastante difícil de interpretar en castellano: «The student learns through the smiling eyes of the teacher». Una frase que es toda una proposición para dictar minuto a minuto cada clase, durante todo un curso.

El alumno o alumna aprende mejor cuando el profesor crea un ambiente grato en el curso, cuando imagina y mejora en la práctica diversos mecanismos de aprendizaje que permitan captar la atención

de los alumnos y fortalezcan su compromiso. Hoy sabemos con certeza por la neurociencia que el profesor que va a la clase y «dicta» de la mejor manera posible lo que sabe y toma examen de ello, ayuda muy poco a sus alumnos a aprender. No es que estos no aprendan nada, pero sí es cierto que aprenderían muchísimo más si su profesor enseñara de una manera más moderna, más acompañada con los conocimientos pedagógicos de este siglo, y con la manera en que nuestro cerebro humano aprende. «Aprender a aprender» sigue siendo tarea de la educación superior, no solo de la escolar.

La neurociencia demuestra también que, hasta aproximadamente los 21 años, los y las estudiantes de nivel universitario no han desarrollado anatómicamente su cerebro de manera completa. Todavía muchas partes cerebrales están siendo completadas y, entre ellas la corteza prefrontal, que tiene que ver con funciones como la capacidad de planificar las decisiones, de imponerse a las emociones y de controlar los impulsos más elementales. El estudiante universitario actual, durante buena parte de sus estudios, no tiene la capacidad de razonar como lo hace su profesor adulto: su cerebro no se ha terminado de formar para poder hacerlo. Pero este cerebro adolescente no es un déficit, sino una gran potencialidad. Cuenta, por ejemplo, con mayores recursos de atención que un cerebro adulto.

Esto no debe llevar a desvalorizar al alumno. Por el contrario, en relación a etapas anteriores de su desarrollo, tiene un inmenso potencial de pensar, reflexionar y criticar. El profesor debe contribuir a que desarrolle de manera óptima esas posibilidades. En realidad, nosotros los profesores no enseñamos «un curso». Enseñamos «a pensar dentro de un curso, en el contexto más amplio de nuestra especialidad». Contribuimos a formar el cerebro de nuestros estudiantes, fisiológica y anatómicamente, con los cambios que dentro de él produce el aprendizaje.

También la neurociencia empieza a estudiar cómo se memoriza, y esto es sumamente importante porque memoria y aprendizaje son fenómenos distintos pero evidentemente conectados. Hay quien dijo que

los seres humanos todavía desconocemos dos procesos fundamentales para la vida: cómo memorizar y cómo olvidar. La tecnología moderna aún no ha develado estos misterios pero sí muestra clara evidencia de que la memorización es un proceso complejo en el que intervienen varias partes del cerebro, la vinculación de los nuevos conocimientos con los ya adquiridos previamente e, incluso, el sueño.

Una parte importante del trabajo de memorizar es hecho por el cerebro mientras dormimos: no es que el cerebro «descanse» durante el sueño. En realidad trabaja también mucho, aunque de manera distinta que en la vigilia. En esto deben aprender los y las estudiantes: planificar hasta donde sea posible su semana para dormir todo lo necesario cada día. El dormir menos durante la semana y «recuperar el sueño perdido» durante sábado y domingo es un síndrome que en inglés tiene la denominación de *Delayed Sleep Phase Syndrome*. Esa práctica tiene muy malos resultados para el proceso de aprendizaje.

A lo largo de diversos artículos, también se insiste en el nefasto resultado del estrés crónico para los estudiantes. Planificar el trabajo, hacer actividad física y desarrollar en general la capacidad de contrarrestar el estrés es esencial para cada estudiante.

Desde luego, «aprender y memorizar» no es en absoluto equivalente a «chancar». Solo hay aprendizaje cuando el nuevo conocimiento, además de ser incorporado en la memoria para recordarlo, modifica todo el árbol de nuestros conocimientos en lo que lo nuevo tenga que ver con lo ya sabido antes. El nuevo conocimiento no es un capítulo más en el índice de nuestra memoria. Por el contrario, reforma el índice de nuestros conocimientos previos. Por ejemplo, si alguien estudia un curso sobre técnicas de estudio solo las ha aprendido si, en adelante, estudia siguiendo dichas técnicas. Si sigue estudiando como antes, podrá repetir mecánicamente durante un tiempo lo «chancado» (porque eso, en su inmensa mayoría, termina en el olvido) pero no habrá propiamente aprendido técnicas de cómo estudiar si no las aplica a la vida diaria de estudiante.

También los estudiantes tienen que aprender de la neurociencia cómo nutrir su cerebro, pues este, aun cuando sólo pesa un 1,5 kgs., consume el 20% de la energía del cuerpo humano y necesita nutrientes todo el día para sintetizar las sustancias que le permiten trabajar, así como toda la noche para repararse y reconstituirse durante el sueño. Aprender a nutrirse es esencial para aprovechar los estudios. Nutrirse mal no solo nos hará peores en el aprender sino, también, puede conducir a daños cerebrales irreversibles, entre otros muchos males.

Este libro también trata diversos temas del entorno social del estudiante universitario, los referidos a la organización de los estudios en la universidad, y otros que aproximan al lector al tema del adolescente y la inteligencia artificial en el aprendizaje.

En definitiva, esta lectura trata de la ciencia actual al servicio de cómo aprendemos y cómo enseñaremos mejor. Un esfuerzo de la Pontificia Universidad Católica del Perú para contribuir a mejorar la enseñanza, tanto en sus aulas como en todo el Perú. Creemos que es una lectura muy útil para profesores y estudiantes sobre el quehacer intelectual a la luz de los conocimientos más recientes. Cada uno de nosotros encontrará temas muy sugerentes para reflexionar, debatir y, ojalá, traducirle luego en mejor enseñanza y aprendizajes vivos y reales.

El Rectorado agradece muy especialmente a María Angélica Pease D., Flavio Figallo R. y Liz C. Ysla A. por haber llevado adelante el seminario interdisciplinario y por el magnífico resultado del trabajo editorial que se plasma en este libro.

Marcial Antonio Rubio Correa  
*Rector*

Pepi Patrón Costa  
*Vicerrectora de Investigación*

## **INTRODUCCIÓN**

Este libro es resultado de la iniciativa del Rectorado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), como parte de sus esfuerzos por desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje sostenidas en evidencia producto de la investigación, y en particular del rector, doctor Marcial Rubio Correa, siempre preocupado por comprender la manera como son y aprenden los estudiantes de nuestra universidad. El trabajo presentado aquí es producto del seminario interdisciplinario «Cognición, Neurociencia y Aprendizaje», en el que participaron veinte especialistas provenientes de centros de enseñanza como la PUCP, la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH), Cerebrum y otras, quienes trabajaron durante once sesiones a lo largo de cinco meses. La investigación fue financiada gracias al generoso apoyo de la Dirección de Gestión de la Investigación, específicamente de la vicerrectora de Investigación de la PUCP, doctora Pepi Patrón, quien acogió el proyecto como suyo y compartió desde un inicio nuestro entusiasmo y preocupación por cómo entender mejor la manera de optimizar los procesos de aprendizaje de nuestros estudiantes.

Cuando recibimos, con mucho agrado, la iniciativa de elaborar una publicación sobre este tema supimos que estábamos no solo ante una enorme oportunidad sino ante un gran reto. La investigación sobre los estudiantes universitarios en nuestro medio no tiene una historia

muy larga, menos aún su estudio en aspectos vinculados a la manera como aprenden, procesan información y construyen conocimientos y mucho menos la incorporación de la perspectiva de la neurociencia con un rol central.

Inicialmente el proyecto fue llamado «Cerebro», influenciados por el avance de las neurociencias y su vinculación con los temas educativos, pero una vez que comenzamos a darle forma decidimos darle un nombre más apropiado: «Cognición, Neurociencia y Aprendizaje». A estas alturas nos quedaba claro que debíamos comenzar por una conversación entre diversas disciplinas para construir un objeto de estudio que compartieran todas las ciencias interesadas en el aprendizaje. Una segunda decisión fue situar la discusión en lo que la literatura especializada denomina «adolescente tardío» y en particular en el que se encuentra en la educación superior y, entonces, mirar los aportes de la neurociencia, la ciencia cognitiva y las ciencias del aprendizaje para describir y caracterizar cómo aprende el adolescente que llega a nuestro sistema universitario.

Otra de nuestras preocupaciones fue evitar las miradas reduccionistas y negativas que representan al adolescente con una visión centrada en el déficit, como un individuo con carencias y debilidades frente a los adultos, cuyo cerebro se encuentra «inacabado», cuyas capacidades están incompletas; esta visión enfatiza y refuerza algunos prejuicios mediáticos sobre los adolescentes. Nuestro interés se centró en identificar aquellos aspectos que deben aprovecharse para el desarrollo de las capacidades de los adolescentes en la educación superior, con miras a proponer estrategias para que los docentes puedan mejorar sus prácticas y alcanzar sus objetivos.

Para enfrentar el reto, en lugar de hacer una síntesis teórica acerca de lo que las distintas disciplinas aportan sobre el aprendizaje del adolescente universitario, pensamos que era mucho más interesante conformar una red de especialistas peruanos que dialoguen y den cuenta de lo que sucede con el tema en nuestra realidad. Al mismo tiempo, nos interesaba

que el diálogo multidisciplinario sentara las bases para poder pensar al adolescente tardío, su cognición y su aprendizaje, como objeto de estudio con la complejidad que implica el intercambio de diversos marcos conceptuales, metodológicos y epistemológicos. Para tal fin, antes que una conferencia o evento de carácter público, optamos por formar un seminario, en el que los participantes tuvieran tiempo y espacio para compartir sus reflexiones, sus dudas, sus perspectivas y la manera como estas dialogan o se contraponen a las de otras disciplinas. Consideramos que dicho intercambio debía ser alimentado por un tema de discusión en cada sesión. De ello que cada participante presentó sus reflexiones en torno al tema a modo de ponencias que fueron analizadas, discutidas y enriquecidas desde las diversas disciplinas. La idea era poder llegar a consensos respecto a ciertos temas o identificar discrepancias, intercambiar marcos conceptuales, desarrollar glosarios en torno al tema de modo que los artículos que conformaran el presente libro tuvieran preocupaciones y preguntas relativamente comunes.

Es así que asumimos desde el proyecto la tarea de propiciar un debate multidisciplinario respecto a la evidencia existente desde estos tres campos de estudio y la realidad de los adolescentes que acceden a la educación superior. Convocamos a un equipo de especialistas de disciplinas tales como la neurología, biología, psicología, sociología, pedagogía, ingeniería informática, filosofía, lingüística, entre otras, con quienes discutimos ejes temáticos relacionados al adolescente tardío y los puntos de encuentro interdisciplinario.

Los participantes fueron invitados a formar parte de un proceso que constaba de tres actividades. En primer lugar, participar de todo el seminario, contribuyendo a la discusión con sus preguntas y reflexiones. En segundo lugar, realizar una ponencia sobre un tema de su elección vinculado a la cognición, neurociencia y aprendizaje de adolescentes en la educación superior ante el seminario, en la cual abordaran un estudio empírico o una reflexión teórica. La idea era partir de una mirada disciplinar sobre el objeto de estudio para reflexionar en torno al mismo

y enriquecerlo a partir del diálogo multidisciplinario. Finalmente, la última actividad consistía en elaborar un artículo a partir de la ponencia realizada y de la discusión, cuya producción final estaría acompañada por el equipo de coordinación del proyecto, sea para discutir alcances, facilitar bibliografía, etcétera.

En las sesiones del seminario los temas presentados a discusión fueron abordados intentando responder a los siguientes cuestionamientos, que fueron empleados para motivar y encender la discusión a partir de la ponencia presentada, ya sea que la misma los abordara directamente o no:

- a) ¿Cómo caracteriza su disciplina al adolescente tardío en edad de cursar estudios de educación superior?
- b) Desde la perspectiva de su disciplina, ¿cuáles son los fundamentos que sustentan la enseñanza-aprendizaje en educación superior? ¿Cómo aportan a la orientación de la enseñanza-aprendizaje en la educación superior?
- c) ¿Qué puntos de encuentro y diálogo identifica entre su disciplina o línea de trabajo y los avances actuales sobre neurociencia, cognición y aprendizaje en la adolescencia tardía, en contextos de educación superior?

La mayoría de investigadores del seminario participó en todo el proceso, es decir en las tres actividades, y el producto final de su participación se encuentra representado en un artículo de esta publicación. Hubo algunos, sin embargo, que optaron por participar solo de una de las partes del proceso. Es así que Jorge Pérez, profesor del Departamento de Humanidades, sección lingüística y literatura de la PUCP y miembro del grupo interdisciplinario de investigación de la PUCP «Mente y lenguaje», y Rocío Callupe, profesora del Departamento de Ingeniería y coordinadora del equipo de investigación Aplicaciones en Bioingeniería EBIO de la PUCP, nos acompañaron a lo largo de todas

las sesiones de discusión, enriqueciendo el diálogo y la reflexión con sus preguntas y la perspectiva de sus disciplinas (desde la relación lenguaje-mente-adolescencia y aprendizaje y bioingeniería-neurociencias) pero también desde su experiencia como docentes universitarios, pero optaron por no participar ni como ponentes ni en la elaboración de un artículo.

Por su parte, uno de los investigadores invitados, Carlos Iberico, psicólogo, profesor del Departamento de Psicología de la PUCP, participó con la presentación de la ponencia «Teorías del aprendizaje y sus implicancias en educación superior», mas no le fue posible estar presente en todas sesiones de discusión ni concluir el proceso de elaboración de su artículo. A pesar de ello, su aporte fue muy valioso para establecer una base común para el diálogo respecto al aprendizaje. A partir de una definición de aprendizaje como el cambio relativamente permanente producido por la experiencia, y de la teoría del aprendizaje como el conjunto de planteamientos que explican cómo ocurre y qué condiciones lo favorecen —en este caso en contextos de educación superior—, Iberico realizó una revisión cronológica de las principales teorías del aprendizaje desde los primeros enfoques, pasando por el conductismo y el cognitivismo moderno hasta las teorías cognitivas y sociales cognitivas, elaborando cómo estas se mantienen vigentes en la enseñanza en educación superior. Al ir desarrollando cada teoría, planteó cuestionamientos respecto de lo que ocurre en las aulas universitarias y sobre cómo conjugar los nuevos elementos que surgen en el contexto (como la globalización, la comunicación en redes, las nuevas tecnologías que influyen en el sistema de comunicación, la generación de conocimiento o la divulgación de la información). Destacó además que la educación superior debe asumir el reto de adoptar una actitud más proactiva para entender cómo los alumnos aprenden mejor y la influencia de la enseñanza en el aprendizaje. Al igual que en el caso anterior, esta ponencia constituyó un gran aporte al seminario, en este caso como un insumo para centrar la discusión en el aprendizaje en el sistema universitario.

Asimismo, dos investigadoras participaron en gran parte de las sesiones del seminario, contribuyendo con sus reflexiones y aportes desde su disciplina de estudio. Realizaron ponencias pero decidieron no transformarlas en artículos para esta publicación. En el primer caso, Mariella Mendoza, profesora de la Facultad de Educación de la Universidad Femenina del Sagrado Corazón-UNIFE, con la ponencia «Procesos neurocognitivos en el aprendizaje del adolescente», promovió el debate respecto a la manera según la cual la evidencia que se viene recogiendo desde las neurociencias se interpreta y transforma en soluciones educativas para ser llevadas al terreno del aula y el papel asumido desde la neuroeducación. La discusión enfatizó cómo la lectura de esta evidencia suele ir acompañada de mitos que resultan de grandes saltos inferenciales y también porque el campo de las neurociencias es tan dinámico y cambiante que los resultados no necesariamente llegan al campo de la aplicación pedagógica al ritmo que debieran. Esta persistencia nos lleva a replantear y cuestionar la relación aprendizaje-neurociencia-adolescencia. Si bien no ha sido posible concretar el tema de discusión en un artículo, deja en agenda la necesidad de profundizar respecto de los fundamentos científicos que guían la educación superior y distinguir aquellos aspectos que en la actualidad han perdido vigencia.

Asimismo, Kim Morla, profesora del departamento de ingeniería y directora adjunta de la Dirección de Informática Académica de la PUCP, abordó el tema «Aprendizaje en la era digital» en una ponencia en la que estableció la relación entre los avances de las neurociencias —sobre la comprensión del funcionamiento cerebral— y la aplicación de tecnologías en el campo de la educación, perfilando sus ventajas en relación al sistema de almacenamiento de información de procesos educativos, analizando los factores que favorecen el aprendizaje, la secuencia que se ha seguido en dicho proceso, el desempeño de los estudiantes, entre otros. Presentó una postura crítica respecto del papel de las tecnologías en relación al sistema de almacenamiento, mas no a sus efectos en los procesos cognitivos, dado que no hay evidencia empírica

suficiente que permita este tipo de inferencias. El aporte de las tecnologías estaría así en la mejora de los procesos alrededor del aprendizaje mas no en su optimización o en la ampliación de la capacidad de la memoria de trabajo. Este tema ha quedado pendiente de ser publicado, y consideramos que es fundamental incluirlo en posteriores debates.

Entre el grupo de especialistas que aportaron con la presentación de una ponencia queremos mencionar también a Enver Oruro, psicólogo e integrante del Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento de la UPCH, quien abordó el tema «Perspectivas de sistemas complejos en educación superior», haciendo énfasis en la necesidad de promover una mirada interdisciplinar de las líneas de formación e investigación de los centros de enseñanza superior, en razón de que no existen suficientes profesionales formados para establecer puentes y generar no solo el debate interdisciplinar sino resolver problemas complejos que requieren de intervención en distintos niveles. Uno de esos fenómenos precisamente es la educación superior, abordada de manera aislada desde cada campo de investigación. Esto sin duda guarda correspondencia con el centro del interés de esta publicación: proponer nuevas líneas de investigación en torno a la relación cerebro-mente-aprendizaje.

Se desarrollaron trece ponencias, de las cuales nueve están incluidas en la presente publicación. Ofrecemos además como un balance del tema el primer artículo elaborado por el equipo de coordinación del seminario. Es así que la mayoría de artículos que componen este libro constituyen principalmente esfuerzos de integración teórica a partir de estudios empíricos previamente realizados por el investigador (los menos) o centrados en la reflexión teórica a partir de los marcos propuestos. La perspectiva más frecuente ha sido hacer dialogar un tema propio, de su disciplina, muchas veces previamente investigado por ella o él, con alguno de los tres ejes del seminario —cognición, neurociencia y aprendizaje—, priorizando por lo general uno o dos de ellos. Así, creemos que este libro es una invitación a continuar construyendo al adolescente en la educación superior como objeto de estudio

desde la mirada multidisciplinar, idealmente con estudios empíricos que supongan la articulación y generación de aproximaciones metodológicas multidisciplinares.

Abriendo el libro tenemos un artículo introductorio titulado «El potencial que emerge: cognición, neurociencia y aprendizaje en adolescentes universitarios», elaborado por María Angélica Pease, profesora del Departamento de Psicología de la PUCP y Liz Ysla; ambas son miembros del equipo que convocó este proyecto. El objetivo de dicho artículo fue ahondar en los temas sugeridos y las preguntas que cada uno de los artículos evoca, especialmente respecto a la aplicación de estos temas en la educación superior mediante una reflexión sobre sus aplicaciones a la docencia universitaria y al aprendizaje. De este modo, se puntualizan las preguntas clave en torno al estudiante universitario como objeto de estudio, se discute y propone su conceptualización como adolescente —específicamente adolescente tardío—, se discute la evidencia existente y se puntualizan aspectos clave sobre el viaje del cerebro en esta etapa, sobre su cognición y su manera de aprender, enfatizando las oportunidades de aprendizaje que existen en la universidad y los marcos y paradigmas que facilitarían la enseñanza durante su paso por la educación superior.

Seguidamente, se presenta el artículo «Bases conceptuales de las neurociencias», de Luis Aguilar, doctor en neurociencia y biología del comportamiento. Su artículo propone el estudio interdisciplinario del sistema nervioso, cuyo alcance no solo explica su estructura sino también su funcionalidad. Aborda la concepción de aprendizaje como cambio a nivel de comportamiento a través de una experiencia, en la elaboración de los mapas cognitivos, es decir, en las estrategias de respuesta frente a un problema, pero también en la constitución de redes neurales. En este sentido, el cerebro nunca deja de aprender hasta el último instante de la vida, al margen del proceso de envejecimiento —que como proceso bioquímico empieza más o menos a los 28 años—, cuando las neuronas ya no son compensadas por sus

sistemas detoxificadores como ocurre antes de esa edad. La mirada del sistema nervioso es la de un ente dinámico en el que el cerebro permanece activo durante toda la vida buscando permanentemente adaptarse al medio interno y externo, por lo tanto se trata de un cerebro cambiante, plástico.

Desde la perspectiva del desarrollo, Mary Claux aborda en su artículo «Adolescencia en el contexto de educación superior» los principales cambios y consistencias que se manifiestan en la adolescencia, entendida como transición, cuyo inicio está marcado por la pubertad y cuyo cierre resulta menos claro —en tanto las manifestaciones de cambio están relacionadas al plano personal, social e incluso profesional— con lo que empieza a denominarse adultez emergente. Junto a estos elementos destaca lo importante de desmitificar algunas afirmaciones respecto a la adolescencia como crisis, cuyos comportamientos y presencia de enfermedades como la depresión son producto de los cambios biológicos y hormonales. Al respecto concluye que los comportamientos de riesgo son de naturaleza social, mientras las modificaciones a nivel biológico, que no explicarían ciertas conductas propias de esta etapa, siguen su propio curso. No niega la manifestación de una mayor inestabilidad en el estado afectivo del adolescente en relación con el adulto pero esta se debe principalmente a que el adolescente aún se encuentra en proceso de adaptación. Destaca la importancia del ajuste psicológico como tarea para lograr enfrentar dichos cambios. Sus reflexiones finales reconocen el papel que cumple la educación superior en esta etapa de desarrollo y la posibilidad de promover experiencias educativas, aprovechando una mayor capacidad de los adolescentes a nivel de operaciones mentales, que faciliten la toma de conciencia de sus procesos de aprendizaje.

Rosa Alvarado, médico pediatra, profesora de la Facultad de Medicina Humana—área de ciencias dinámicas—de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, amplía en «Cerebro adolescente» información respecto al desarrollo cerebral del adolescente cuando ingresa a un nuevo

ambiente de aprendizaje, como es la educación superior, y experimenta una etapa de importantes cambios neurobiológicos. La neurobiología confirma que el cerebro es plástico y que en la adolescencia se producen cambios hormonales, biológicos y de comportamiento que no ocurren de la misma manera ni al mismo tiempo, lo que explicaría también una variación en su inicio y la posibilidad de extenderse hacia los 21 años. Esta extensión no significa que no se le deba brindar estímulos bajo la errónea percepción de que el adolescente no está en capacidad sino más bien facilitar que alcance su potencial; desde lo social al interactuar con otros, desde lo cognitivo respecto a la rapidez para poder analizar y dar respuesta, y desde lo emocional para dar facilidad de contentarse con ellos mismos. Todo esto exige darle más bien al adolescente una ventana de oportunidades para que las conexiones neuronales y áreas de asociación se realicen de forma óptima.

Desde el campo de la filosofía el foco de interés es la dualidad cerebro-mente, discusión no acabada pero que requiere ser profundizada por su relación con el aprendizaje. Pablo Quintanilla, profesor del Departamento de Filosofía de la PUCP, abordó el tema «El diálogo entre la filosofía, la psicología y las neurociencias en torno de la atribución psicológica», esta última entendida como una serie de mecanismos que emplea el ser humano para comunicarse y comprenderse atribuyendo en este proceso estados mentales como creencias, deseos, propósitos, objetivos, afectos, etcétera. Sostiene que mientras el cerebro es un órgano físico producto de la evolución y adaptación de la especie al medio, la mente es el conjunto de funciones que produce ese cerebro moldeado culturalmente, y que no existe una línea nítida que separe lo que es físico de lo mental y viceversa. Desde una perspectiva evolucionista e innatista propone que el desarrollo del cerebro pasa por una serie de fases establecidas que ocurren de manera universal siempre que el entorno sea propicio.

A la condición del cerebro adolescente afectado por las experiencias de aprendizaje se aúna el papel de las emociones que experimenta, el entorno físico y las situaciones sociales. Carmen Coloma y Carol Rivero,

docentes del Departamento de Educación, con el artículo «El cerebro, las emociones y el aprendizaje», analizan cómo estos factores podrían generar, en algunos casos, problemas físicos y dificultades en el aprendizaje. La información que proviene de las neurociencias pone en evidencia que la emoción tiene relación e interacción constante con el aprendizaje; de allí lo importante de promover actividades con sentido para el estudiante. Destacan el concepto de aprendizaje significativo, en el cual no solo es importante el papel que juega la motivación con actividades interesantes para el estudiante sino que solo adquiere significado si este cambia la estructura existente y genera un aprendizaje nuevo. Rescatan también el rol de las emociones en el aprendizaje, que pueden ser expresadas gracias a la generación de estímulos por parte del docente en el aula y reguladas por el papel de la amígdala —centro relacionado con la expresión de emociones— y que junto con la corteza prefrontal intervienen en la toma de decisiones y se encuentran en desarrollo durante la adolescencia.

Al referirnos al aprendizaje en la adolescencia debemos analizar aquellas afirmaciones apoyadas en evidencias científicas y distinguirlas de aquellas que surgen en el ejercicio de la práctica educativa. César Ruiz de Somocurcio, biólogo, aborda el tema «Cerebro y aprendizaje en la adolescencia: ¿qué factores lo afectan?», vinculando justamente lo que las neurociencias al día de hoy muestran sobre el cerebro adolescente y lo que desde la educación se debe comprender y atender. Define el aprendizaje como un proceso biológico, físico y químico que tiene un tiempo y espacio para llevarse a cabo y que requiere de una serie de factores genéticos y del entorno, como la alimentación, el sueño, el manejo del estrés —entre otros— para que se dé de manera adecuada. Alude a la condición de plasticidad cerebral al considerar que el aprendizaje promueve cambios en las redes neuronales, condición que se mantiene durante todo el ciclo de vida. Al centrarse en el cerebro adolescente y el aprendizaje puntuiza aspectos como memoria, mielinización y factores que lo afectan (nutrición, sueño, estrés, actividad física), lo que implica

desde la educación atender a la integralidad del desarrollo —no solo focalizarse en el aspecto cognitivo— y equilibrar los avances del conocimiento con los desafíos de una sociedad cambiante.

Un tema de preocupación en la adolescencia es el sueño como factor clave en la recuperación de información y consolidación de aprendizajes. Pablo Gutiérrez, profesor del Departamento de Psicología de la PUCP, aborda el tema del sueño y el aprendizaje. Se sabe que este estado permite la regulación de diversas funciones fisiológicas y psicológicas y que su falta podría conducir a un deterioro de la memoria y una reducción de las capacidades cognitivas. Los últimos avances en neurociencias no solo explicarían qué sucede mientras el individuo duerme sino también cómo la activación de las diversas áreas cerebrales durante el sueño permite la consolidación de la memoria. Del mismo modo, así como es posible identificar cambios a nivel cerebral, los patrones de sueño también varían en la adolescencia: de allí la importancia de dormir determinada cantidad de horas y la calidad del sueño. Toda esta información debe ser considerada en el ámbito académico de los centros de formación universitaria con el fin de favorecer el aprendizaje de los estudiantes adolescentes.

Se ha hecho referencia a los cambios vinculados al adolescente universitario, sin embargo es importante conocer qué ha hecho posible su ingreso a este nivel educativo. Martín Santos, sociólogo, con la investigación «Redes familiares y de amistad de estudiantes de quinto de secundaria y expectativas de formación post-secundaria» destaca cómo en los últimos años de secundaria los adolescentes empiezan a transformar sus aspiraciones en expectativas de lo que creen poder alcanzar de manera realista, pero al mismo tiempo han desarrollado una trayectoria académica durante su paso por el colegio. Al orientar su investigación hacia la identificación del rol de las redes sociales familiares y de amistad en la formación de las expectativas de formación post secundaria de estudiantes de quinto de secundaria y determinar cómo las redes en la familia y en el colegio pueden influenciar en la decisión de estudiar

o trabajar después de terminar la secundaria, Santos ha encontrado que efectivamente existe influencia pero que esta puede dar paso a trayectorias distintas; lo que habría que distinguir es dónde está el peso de la familia y de las amistades. Se destaca el rol de las redes sociales como contexto para la acción, pues en la definición de trayectorias con respecto al aprendizaje y la vida académica proveen oportunidades y límites así como recursos y riesgos.

En el transcurso de las sesiones fue apareciendo como una preocupación clave el tema de los avances tecnológicos y la relevancia que adquieren no solo en las redes sociales sino principalmente en su incorporación a la formación académica universitaria. La gama de posibilidades para implementar herramientas tecnológicas en la formación de pre y pos grado es abordada por Manuel Tupia, profesor del Departamento de Ingeniería de la PUCP, con el artículo «Aplicaciones de la inteligencia artificial y los sistemas expertos a la educación». En la actualidad constituye un campo de creciente interés porque se propone aplicar dichas técnicas al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadores con el propósito de construir sistemas de enseñanza inteligentes. Tupia hace referencia a algunas experiencias empleadas en la educación superior así como a investigaciones al respecto. Destaca el potencial de estos sistemas que podrían asistir a los estudiantes cuando no les sea posible el acceso a consultas con el o la docente durante el horario habitual de clases en materias progresivas y de carácter aplicativo —matemáticas por ejemplo— cuyo impacto sería mucho más significativo en estudiantes adolescentes familiarizados con la tecnología.

Por último, cierra la publicación el artículo de otro miembro del equipo de coordinación de este proyecto, Flavio Figallo, profesor de la Facultad de Ciencias Sociales de la PUCP, quien contextualiza el análisis de la relación cerebro-mente del adolescente y de su aprendizaje en una etapa académica determinada y en los condicionantes de dicha etapa. En «Los adolescentes y la universidad», Figallo relaciona las tendencias de cambio en los sistemas universitarios —en el mundo y en el Perú—

con los objetivos de la formación en la educación superior y los efectos sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje en adolescentes y jóvenes universitarios. Las consecuencias de la masificación modifican también cómo deben darse los procesos de enseñanza y de participación de los estudiantes, donde no solo aumenta la preocupación por el sujeto en términos de diversidad sino también en su concepción como individuo que viene a completar su formación académica, profesional y ciudadana o como el cliente a quien hay que darle lo que ha venido a recibir. De ahí que la preocupación por lo que hay que hacer con los individuos y cómo lograr que aprendan aumenta notablemente. A ello habría que agregarle que se han encontrado dos grupos que llegan a la universidad: los que llegan temprano y los que llegan tarde. En este caso, el interés de discusión se ha centrado en aquellos que llegan temprano pero se sabe muy poco sobre los que llegan «tarde», quienes arriban con una madurez, han pasado por el mundo del trabajo, están buscando efectivamente algo con mucho más seguridad que un joven de 16 o 18 años y vienen a la universidad con objetivos muy precisos.

Al finalizar las sesiones, antes de pasar al solitario trabajo de redacción de los artículos, tuvimos una interesante sesión de balance en la que nos propusimos puntualizar los aspectos en los que había más tensión teórica, conceptual o epistemológica. Del mismo modo nos propusimos establecer algunas conclusiones o ideas fuerza identificadas a lo largo del seminario.

Acordamos así dos puntos de discusión clave para la concepción del adolescente en el sistema universitario como objeto de estudio. El primero gira en torno a la relación mente-cerebro. Si bien desde la psicología se conceptualiza a la mente como el conjunto de operaciones que realiza el cerebro y a este como su estructura orgánica, desde las neurociencias se hace referencia a los sistemas superiores como conjunto de redes neurales en proceso. Es sin duda desde la filosofía de la mente que se establece la distinción entre estos dos constructos: mientras el cerebro es un órgano físico producto de la evolución y adaptación de

la especie al medio, la mente es el conjunto de funciones que produce ese cerebro. El segundo aspecto tiene que ver con el debate sobre el aprendizaje. Desde el campo de la sociología este tiene un carácter social que implica intercambio de información y afectos entre el que enseña y el que aprende y a la vez un carácter relacional de interacción. Por su parte, la psicología enfatiza que se trata de un cambio relativamente permanente y producto de la experiencia y desde las neurociencias se habla de aprendizaje cuando se evidencia cambio en el comportamiento, en los mapas cognitivos y en las redes neurales. La educación se nutre con los aportes del constructivismo y adopta la definición de aprendizaje significativo como aquel que adquiere significado, cambia toda la estructura existente y genera un aprendizaje nuevo. Si bien el debate cerebro-mente resultaba más problemático, respecto a las visiones sobre el aprendizaje encontramos más bien complementariedad.

Finalmente, entre las ideas fuerza identificamos dos conclusiones centrales:

1. La naturaleza del cerebro de dejarse afectar continuamente por el aprendizaje hace que nuestros cerebros terminen siendo diferentes en función de todas nuestras experiencias. El docente de educación superior tiene la posibilidad de generar cambios a todo nivel trabajando con el estudiante como ser integral.
2. Tenemos una nueva mirada del adolescente, sujeto de aprendizaje con enormes potencialidades, desde las distintas perspectivas disciplinares que nos permiten observar y analizar cómo diversos factores en interacción forman parte del cambio de este ser complejo.

Queremos agradecer a quienes nos apoyaron a lo largo de este proyecto. A los equipos de videoconferencias y aulas informáticas de la Dirección de Informática Académica, que nos facilitaron las mejores condiciones para el desarrollo del seminario. El equipo de videoconferencias integrado por Nicolás Lama, Carlos Martínez y Andrés Cayetano

nos apoyó en la grabación de cada sesión y su transmisión en simultáneo. Asimismo, extendemos nuestro especial agradecimiento al decano de Estudios Generales Letras de la PUCP, Pablo Quintanilla, al proporcionarnos su sala de conferencias, donde se reunió el equipo de investigadores en cada sesión. La realización de cada una de nuestras actividades no habría sido posible sin el apoyo de Carlos Chávez Rodríguez, director de la Dirección de Gestión de la Investigación y todo su equipo de trabajo, integrado durante la ejecución del proyecto por Angélica Tinco, Consuelo Duran, Elmer Ascama, Segundo Mayanga, Lady Arrunátegui, José Pinto, Licia Quispe y Zoraida Valdivia. La cordialidad y eficiencia de todos ellos hizo nuestro trabajo mucho más sencillo. Del mismo modo agradecemos a nuestro vicerrector académico, doctor Efraín Gonzales de Olarte, quien ofreció también apoyo a la presente iniciativa, específicamente a través de la Dirección de Asuntos Académicos. Agradecemos a su director, Jorge Zegarra, y al Área de Estudios para Mejoras Académicas por alojar el proyecto en sus oficinas, específicamente a Vania Minami, Erika Ordinola y Oscar Pain. Finalmente, queremos agradecer a nuestro equipo por su enorme dedicación: a Liz Ysla, quien asistió impecablemente en este proyecto, y Pablo Gutiérrez, quien nos apoyó también a lo largo de todo el desarrollo del seminario; lo mismo que a Lorena Barbosa, quien colaboró con nosotros en la parte final del proyecto.

María Angélica Pease Dreibelbis

Flavio Figallo Rivadeneira

*Coordinadores del Proyecto Cognición, Neurociencia y Aprendizaje*

# **EL POTENCIAL QUE EMERGE: COGNICIÓN, NEUROCIENCIA Y APRENDIZAJE EN ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS**

**María Angélica Pease D.  
Liz Ysla A.**

## **RESUMEN**

El estudio del aprendizaje de los adolescentes en la universidad requiere cada vez más de un enfoque interdisciplinario. Los últimos hallazgos en el estudio del cerebro no solo han permitido desterrar la idea de que este alcanza su máximo desarrollo en la niñez sino también comprender qué sucede durante la adolescencia y valorar el rol central que tiene el entorno para el desarrollo cognitivo del adolescente (y para el desarrollo del cerebro adolescente). En el presente artículo se revisa el debate sobre la conceptualización de la adolescencia como etapa de desarrollo y aquellas características vinculadas al desempeño académico durante los primeros años de educación superior. No pretendemos proponer fórmulas mágicas sobre cómo enseñar en los espacios de educación superior, sino principalmente brindar elementos que permitan comprender qué sucede —desde el aprendizaje— con el adolescente que ingresa a la universidad, y por ende cómo servirlo mejor. Empezaremos por el recuento de algunas inquietudes respecto a la educación superior, así como algunos mitos sobre esta etapa que prevalecen cuando

se accede a la vida universitaria. Posteriormente, enfocaremos aquellos aspectos vinculados al desempeño académico intentando desmitificar algunas afirmaciones que lejos de aportar, desinforman y llevan a tomar medidas erróneas.

## **ALGUNAS PREGUNTAS INICIALES SOBRE LOS ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS**

Para los que tenemos algún tiempo ya en la docencia universitaria nos resulta poco sorprendente escuchar a colegas expresar un creciente desconcierto por sus estudiantes. Los descriptivos y calificativos pueden ser muy diversos pero el común denominador es el de una sorpresa ante un otro al que no se termina de entender.

Esto no tendría por qué parecernos extraño. El desconcierto intergeneracional suele ser común. Tendemos a retener en nuestra memoria de largo plazo a aquellos contemporáneos que estaban cerca de nosotros y a generalizar nuestra experiencia de adolescencia y juventud a la actual generación de jóvenes. En el Perú, además, la edad de ingreso de los estudiantes a la universidad es bastante temprana y por el contrario el ingreso a la carrera docente relativamente tardío. La creciente tendencia a una dinamización de los referentes culturales intergeneracionales ocasiona pues que los adultos puedan verse en ciertos aspectos muy similares a los jóvenes y en otros cada vez más distantes.

Sin embargo, lo que más desconcierta a los docentes universitarios no guarda necesariamente relación con este tipo de diferencias sino más bien con aspectos vinculados a la cognición y aprendizaje de sus estudiantes: cómo aprenden, cuánto y cómo leen, qué conocimientos previos traen, cómo entienden y procesan información, etcétera.

Si bien esta sensación de desencuentro puede deberse a muchos motivos que exceden los fines de este estudio, hay un aspecto que tiene mucho sentido respecto a nuestro tema: ¿hasta qué punto el desencuentro entre docentes y estudiantes tiene que ver con maneras de aprender

de nuestros estudiantes, que son distintas de aquellas como sus docentes aprendieron? Y, como consecuencia, ¿hasta qué punto se debe (o puede) seguir trabajando con los estudiantes de la misma manera como los docentes de sus docentes trabajaron con ellos?

La pregunta está en el corazón de la discusión sobre educación superior. La tarea de formar seres humanos que aprendan a aprender, tarea asignada a la universidad y no únicamente a la escuela (UNESCO, 2005) va justamente en esa dirección. Es muy difícil formar estudiantes que conozcan y activen sus capacidades para el aprendizaje autodirigido y de por vida sin contar con un conocimiento claro de cómo efectivamente aprenden. Cabe preguntarse entonces ¿cómo aprenden los estudiantes universitarios de nuestros días? Y más aún, ¿cómo hacemos para potenciar dichos aprendizajes? Es decir, ¿cómo ofrecerles oportunidades de aprendizaje en la universidad que les permitan potenciar sus capacidades y cómo servirlos de una mejor manera apoyándonos en los mecanismos de procesar información que ya traen?

La pregunta es compleja y no está exenta de una toma de posición. Asumir que el estudiante no es un envase a ser llenado sino un individuo con capacidades y potencialidades nos sitúa más cerca de paradigmas constructivos del aprendizaje y nos aleja de los transmisionistas.

Siendo muy esquemáticos, ambos paradigmas se pueden conceptualizar como parte de un continuum. El paradigma *transmisionista* de enseñanza-aprendizaje en un extremo —el cual prima en nuestra educación— es aquel que asigna un rol menor a la construcción de significado, al concebir que esta es independiente de la experiencia del aprendiz. El aprendizaje se entiende como la acumulación de conocimientos existentes más allá del sujeto que aprende y que el docente lo transmite de manera estructurada en términos de entidades, relaciones y propiedades (Duffy & Jonassen, 1991). En el otro extremo del continuum el paradigma *constructivista* entiende el aprendizaje como dependiente de los procesos de construcción de sentido del individuo (Staub & Stern, 2002), quien activamente elabora significados respecto

al conocimiento. El conocimiento se concibe aquí como dinámico y socialmente construido por individuos con sus propios sesgos y valores. La aproximación constructivista resulta una mejor aliada de la educación democrática en tanto el currículum oculto de la misma concibe a aprendices y a maestros como constructores de saberes, empodera al estudiante en la elaboración de significados y fuerza a pensar diversos puntos de vista en la elaboración del conocimiento de manera crítica<sup>1</sup>.

Así pues, conviene preguntarnos, también, ¿qué aproximaciones, paradigmas, nocións de la enseñanza-aprendizaje y del conocimiento resultan ser las más pertinentes para convertir a la universidad en un espacio que dialogue con la manera en que los estudiantes aprenden y que nos permita formarlos para que sigan aprendiendo a aprender de por vida?

Para responder estas inquietudes es necesario ubicarnos en el contexto actual y clarificar cómo concebimos al adolescente y a la formación universitaria hoy. Cuando hablamos de los universitarios de nuestros días no necesariamente tenemos en mente al mismo estudiante. No estamos hablando del mismo tipo de estudiante que fue el actual docente de educación superior. Ello no es anecdótico. Los cambios a partir de la denominada sociedad de la información podrían haber determinado formas de actuar y pensar, donde sin duda la constante innovación tecnológica viene jugando un rol. Pocos docentes negarían el enorme poder transformador de la sociedad de la información en las maneras de procesar información y de aprender, y pocos negarían que ello afecte a los actuales estudiantes. Sin embargo, no existe un consenso similar respecto a qué tipo de impacto es este, respecto a sus efectos o a cuán deseable es que ello suceda. En cierta forma, pareciera existir la noción de que los estudiantes tienen que terminar siendo, al final de la vida universitaria, como fuimos nosotros los docentes al egresar; como si la

---

<sup>1</sup> Ver Pease, 2010, para una discusión de estos paradigmas, de su impacto en la enseñanza y el aprendizaje y su relación con la educación ciudadana.

universidad produjera una suerte de conversión o transformación del individuo que corre en paralelo o es independiente de las transformaciones globales que afectan la manera como aprendieron a aprender. Ello implica no solo conceptualizar a la universidad como una institución bastante anacrónica sino que al mismo tiempo supone trazarse una meta de por sí muy difícil de alcanzar.

Ello, creemos, es parte del desconcierto experimentado ante los actuales estudiantes. Cuando un docente de nuestros días dice que recuerda haber sido otro tipo de estudiante, muy distinto de los actuales, está diciendo algo que tiene total sentido. Crecer como nuestros actuales estudiantes, con una visión del conocimiento como algo que se transforma y dinamiza muy rápidamente, con un acceso al dato y a la información mucho más libre y acelerada y por medios múltiples, sin duda transforma la manera de aprender. Ello sin embargo no genera necesariamente —polarizando— una peor relación con el conocimiento, ni es —nuevamente polarizando— negativo de por si<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Indagando sobre estos temas, en la Dirección de Asuntos Académicos de la PUCP realizamos un estudio cuyo punto de partida fue recoger las ideas de algunos miembros de la comunidad universitaria (docentes y miembros de oficinas que prestan servicios a estudiantes) respecto a las características de los estudiantes y cómo estas afectaban su rendimiento académico. A partir de ello desarrollamos un instrumento que fue administrado a una muestra representativa de ingresantes de la universidad. Con mucha sorpresa encontramos que las ideas que solíamos tener sobre nuestros estudiantes, sus relaciones familiares, su historia cultural, los motivos por los que reportaban asistir a la universidad o por los que deseaban estudiar una carrera universitaria, su autoeficacia académica, entre otras, no correspondían con lo que nuestros estudiantes reportaban. Más aún, identificamos que muchas variables consideradas asociadas al rendimiento académico no eran predictivas de su desempeño. Y descubrimos con agrado que teníamos un perfil bastante deseable del estudiante que asistía a la universidad: muy motivado para desarrollarse académicamente, que se percibía a sí mismo como capaz de afrontar eficazmente las tareas académicas a enfrentar y que se sentía identificado con la universidad y adecuadamente recibido y acogido por la institución (Pease & Pain, 2012).

En las páginas que siguen intentaremos discutir la evidencia que existe respecto a cómo aprenden los estudiantes universitarios: cómo procesan y construyen conocimientos, cómo opera su memoria y su pensamiento, entre otros puntos, para finalmente evaluar qué oportunidades de aprendizaje encuentran en la educación superior.

Conviene sin embargo detenernos antes en un punto problemático adicional. A diferencia de lo que sucede en otros niveles de instrucción, cuando nos referimos a la universidad no existe un sentido común creado respecto a la etapa de vida por la que transita el individuo durante su estancia en ella. Existe consenso respecto a que la educación primaria sirve a niños desde la primera infancia hasta aproximadamente el inicio de la pubertad y que la secundaria sirve a púberes y adolescentes. Sabemos también que la adolescencia no termina al egresar de la secundaria y que por ende lo lógico sería conceptualizar a los estudiantes universitarios como adolescentes —mayores pero adolescentes al fin y al cabo—. Sin embargo, la palabra «adolescente» no se encuentra asociada a la vida universitaria. Por el contrario, muchos padres, docentes y estudiantes tienden a pensar en el ingreso a la universidad como un hito de transición a la adultez. De este modo hay más bien una expectativa implícita en los docentes universitarios de recibir en sus aulas a adultos o a individuos muy cerca de serlo.

Ello resulta problemático por varios motivos. En primer término al no conceptualizar al ingresante como adolescente la universidad pierde la posibilidad de nutrir su aproximación a él desde la información que existe sobre cómo son y cómo aprenden los adolescentes, temática que constituye un tradicional tema de estudio de la psicología evolutiva. Pero, además, la idea de enfrentar a un casi-adulto en el aula se asocia con otras expectativas que bien explican parte del desencuentro experimentado por el docente que describíamos al inicio. Iniciamos pues la presente discusión estableciendo la importancia de conceptualizar al estudiante universitario como adolescente y de todo lo que ello implica, para luego pasar a discutir sobre la manera como aprenden los adolescentes en la educación superior.

## **EL ESTUDIANTE UNIVERSITARIO COMO ADOLESCENTE**

Desde las teorías de desarrollo humano, podemos encontrar en términos generales tres momentos al interior de la etapa adolescente: la adolescencia temprana (10 a 14 años), la adolescencia media (15 a 17 años) y la adolescencia tardía (18 a 20 años) (Feldman & Elliot, 1990); distribución que suele variar de acuerdo a posturas teóricas pero también por particularidades del contexto o entorno cultural.

Estos sub períodos podrían entenderse mejor si los relacionamos con el ingreso a los niveles educativos que hacen más evidentes estas transiciones. La adolescencia temprana coincide más o menos con la salida de la educación primaria e inicio de la secundaria, la media con el egreso de la educación secundaria y acceso a los estudios superiores y la tardía con los primeros años de estudios superiores o incluso con el ingreso al mundo laboral. Esta no es una norma aplicada a todos los adolescentes, puesto que hay quienes deciden convertirse en una fuente más de ingresos económicos para la familia apenas concluyen la educación básica regular.

A lo largo de su paso por la universidad los estudiantes se formarán para una carrera, desarrollarán habilidades y actitudes necesarias para el mundo laboral, pero además —y quizás más importante aún— se convertirán en un tipo particular de adulto y de ciudadano. Pero entender la transición de la adolescencia a la adultez continúa siendo un reto. Las teorías de desarrollo humano más extendidas han sido elaboradas para contextos socio culturales muy distintos al nuestro, y al ser aplicadas la realidad peruana resulta difícil responder ciertas inquietudes y necesidades.

Una de las representaciones más extendidas de la adolescencia se da a partir de la influyente teoría de Erikson (1959) quien la presenta como una etapa de *moratoria* en la que el individuo ensaya o prueba opciones a distintos niveles o ámbitos de la vida (respecto a la carrera, a nivel de creencias, a nivel político, a nivel de relaciones de pareja, entre otros)

antes de comprometerse con algunas de ellas (es decir de comprometerse con una vocación, con un cuerpo de creencias, con un sistema ideológico-político, con una pareja, etcétera). La idea es que dicha exploración —o moratoria— es un proceso de aprendizaje y descubrimiento de la propia identidad que permitirá al adolescente afirmar quién es él o ella. Ahora bien, dicha moratoria supone una asistencia económica por parte de la sociedad adulta. Es decir, un tiempo en que el adolescente es sostenido para poder probar o explorar diversas opciones. Así, en contextos con recursos limitados como es el caso del Perú, donde la asistencia económica a los adolescentes dura poco tiempo o donde incluso en sectores más pobres se requiere el aporte económico rápido y urgente del adolescente a la familia, la moratoria no tendría por qué darse de la misma forma o incluso podría eventualmente no suceder. Sin embargo, el imaginario de la adolescencia como preparación para la adultez, como etapa de exploración, como tiempo de prueba, es tan fuerte que atraviesa incluso las percepciones que tienen los jóvenes de sí mismos, de lo que desean y de lo que consideran les corresponde hacer en esa etapa de vida. Así, en un estudio sobre la juventud limeña encontramos que ello sucedía independientemente del nivel socio económico de los adolescentes y de sus posibilidades reales de vivir una moratoria asistida económicamente por el orden social adulto (Pease, 1999).

Si nos centramos en la dimensión cognitiva de la adolescencia, el estudio tiene también complicaciones específicas. Tanto desde la psicología cognitiva como desde las neurociencias existen claras coincidencias en entender la adolescencia como una etapa en la que emergen enormes potencialidades que no existían en la niñez ni en la pubertad; potencialidades que sin embargo no se conquistan necesariamente como un logro evolutivo.

A partir del diálogo entre neurociencia y ciencia cognitiva se viene encontrando que muchas de las habilidades que asumíamos que traían los estudiantes a la educación superior se encuentran aún en proceso

de emerger en esta etapa de la vida. Al mismo tiempo, se plantea que los ambientes ricos de instrucción y de aprendizaje sí permiten el desarrollo de dichas capacidades, en tanto la potencialidad de pensar de manera más compleja es viable, tal como ya lo proponía Piaget (1972), a partir de la adolescencia.

### **AFIRMACIÓN DE LA ADOLESCENCIA COMO ETAPA DE DESARROLLO**

La adolescencia es quizás una de las etapas del ciclo vital sobre las que más mitos tenemos. Algunos de esos mitos —sobre todo los referentes a la etapa escolar— los hemos discutido en otros espacios (Pease, Ysla & Cubas, 2012).

Los mitos sobre la adolescencia se refieren tanto a aspectos centrales y específicos de su desarrollo (por ejemplo la extendida e infundada idea de que los adolescentes viven en una suerte de guerra permanente con sus padres, desvalorizando sus opiniones), como a aspectos vinculados a la manera como aprenden, procesan información, atienden, argumentan, entre otras. Esos mitos impactan la manera como docentes e instituciones conceptualizan al adolescente y se relacionan con él y por ende conviene revisar aquí aquellos que se refieren a los adolescentes tardíos partiendo de la definición misma de adolescencia como etapa de desarrollo.

La adolescencia suele concebirse como una etapa de transición entre la infancia y la adultez. Como tal, el sentido común suele definirla por oposición a las etapas que la siguen y la anteceden antes que por su verdadera naturaleza, lo cual en cierta forma la invisibiliza. Es en realidad una etapa sumamente crítica debido a que suceden al mismo tiempo una serie de transformaciones a nivel social, cognitivo y emocional; cambios acompañados por la maduración cerebral y biológica (Segalowitz, Santesso & Jetha, 2010) que transforman la manera de procesar y construir conocimientos.

Parte del reto de caracterizar a la adolescencia tiene que ver con su universalidad como parte del desarrollo humano. Tradicionalmente, la adolescencia ha sido concebida como una etapa de dolor y crisis. Esta imagen proviene de los influyentes estudios de Hall (1904), quien trabajó con adolescentes problemáticos y planteó que esta etapa estaba caracterizada por el *storm and stress* o por la tormenta y el estrés. Esta imagen fue extendida a la adolescencia en general, conceptualizándosela como una etapa en la que los individuos, al intentar adaptarse a las exigencias de la vida adulta y estando dominados por los cambios biológicos, viven en permanente sufrimiento y conflicto. Sin embargo, gracias a investigaciones de otras disciplinas, como los trabajos de Margaret Mead con adolescentes en Samoa (1950), se pudo establecer la relatividad cultural de la adolescencia y la existencia de experiencias de vida en dicha etapa bastante armónicas y ajena a los signos de estrés y conflicto asignadas a sus pares occidentales de la época.

El pionero estudio de Mead estableció el valor del determinismo cultural respecto a la adolescencia, relativizando su naturaleza y características y cuestionando la duración de la misma. Así, estudios con poblaciones no occidentales han establecido que la adolescencia como etapa transicional puede durar un tiempo muy reducido (lo que dura un ritual de una noche, por ejemplo). En esa línea, para Valsiner (2000) la adolescencia constituye un fenómeno reciente en sociedades occidentales urbanas que posponen la entrada a la adulterez. Etapas posteriores como la «post adolescencia» o la «pre adulterez» responden a descripciones que tienen sentido en sociedades que retrasan el ingreso pleno a la vida adulta hasta mediados de los 20 años (OECD, 2007).

Atendiendo pues a su relatividad cultural, la edad de inicio tiende a variar con el contexto y coincide con un incremento en el interés y actividad sexual en los adolescentes (Sisk & Zehr, 2005) marcado por cambios en la maduración reproductiva (Graber & Brooks-Gunn, 1996), los mismos que influyen en la función neural a través de la unión a receptores de testosterona y estrógeno en el cerebro. Sin duda los cambios

más notorios al principio de la adolescencia se dan a nivel corporal con tres eventos principales: la gonadarquía, la cual finaliza con el logro de la competencia reproductiva; la adrenarquía, que contribuye al desarrollo de características sexuales secundarias (Dorn, 2006); y la aceleración del crecimiento lineal así como cambios en la composición y el tamaño corporal (Marshall & Tanner, 1969; 1970).

Si bien el inicio de la adolescencia parece más o menos claro, su fin suele estar marcado por patrones conductuales y de desarrollo psicosocial más que por aspectos biológicos (Sturman & Moghaddam, 2011), pudiendo prolongarse en tanto no se asuma plenamente el estatus adulto de acuerdo a los criterios establecidos por la colectividad. En sociedades occidentales urbanas la adolescencia implicará ir asumiendo los nuevos roles y responsabilidades sociales (Arnett, 2004) que incluyen la toma de decisiones sobre la educación y la formación profesional, el ingreso y transiciones en el mercado laboral, la salida del hogar de los padres, el matrimonio y la paternidad (Zarrett & Eccles, 2006).

Nuestro interés en la presente discusión está centrado en la adolescencia tardía, vale decir el momento de la vida con mayores connotaciones psicológicas y sociales y que no está completamente diferenciado de la adultez emergente (Arnett, 2004). Es imposible establecer un corte de tiempo, puesto que el período de vida entre los 18 y 25 años (adolescencia tardía y adultez emergente) es un tiempo marcado también por eventos importantes como la obtención de un grado universitario, la independencia económica con respecto a los padres, la constitución del propio hogar y el establecimiento de nuevas relaciones sociales (Veroude, Jolles, Croiset & Krabbendam, 2013) que merecen ser estudiados desde distintas perspectivas que la asuman como parte de un desarrollo continuo.

Los adolescentes tardíos, al igual que los tempranos, vivencian una serie de cambios pauteados por el entorno social y educativo al que ingresan. En ambos casos estas sub etapas representan un período marcado de discontinuidad en el mundo social debido a que los adolescentes

se enfrentan a situaciones sociales heterogéneas y diversas, con la posibilidad de integrar nuevos grupos sociales, nuevos roles, expectativas y responsabilidades (Gecas & Mortimer, 1987; Simmons & Blyth, 1987). Su estudio —como etapa de desarrollo— desde disciplinas como la psicología, sociología, antropología, neurociencias, entre otras, vienen brindando importantes hallazgos, los mismos que lograrían —creemos— un mayor impacto si se articularan. De esta manera, los responsables de su formación académica, secundaria o universitaria, contaría con mayores elementos en su intervención.

### **EL VIAJE DEL CEREBRO ADOLESCENTE**

Uno de los mitos más extendidos sobre la adolescencia surge a raíz de la interpretación errónea de los últimos hallazgos reportados desde las neurociencias sobre el desarrollo del cerebro adolescente. El empleo de técnicas como la resonancia magnética funcional (RMf) en el estudio del cerebro ha demostrado que este alcanza su madurez hacia los 25 años y que la corteza prefrontal es la última en madurar (Giedd, 2004), se trata de un área que integra funciones (Diamond, 2002) y suele ir asociada a habilidades tales como la evaluación de consecuencias de las propias acciones, la posibilidad de pensamiento estratégico, la priorización e inhibición de impulsos, entre otras (Steinberg, 2011).

Los cambios maduracionales en regiones del cerebro continúan pues durante la adolescencia tardía e incluso durante la adultez (Tamnes, Ostby, Fjell, Westlye, Due-Tonnessen & Walhovd, 2010). Durante esta etapa suceden una serie de procesos tales como la mielinización en la corteza prefrontal y sus conexiones con otras partes del cerebro (Steinberg, 2011) y la poda sináptica, que es a su vez fundamental para activar las redes funcionales del tejido cerebral y permite que los circuitos sinápticos restantes sean más eficientes (Blakemore & Choudhury, 2006). Así, las conexiones neuronales que sobreviven el proceso de poda se vuelven más aptas en la transmisión de información

a través de la mielinización (Johnson, Blum & Giedd, 2009), proceso que empieza en la etapa prenatal y continúa a lo largo de la etapa adulta (Steinberg, 2011).

Una manera interesante de conceptualizar los cambios del cerebro durante la adolescencia es entendiéndolo como un viaje hacia una mayor eficiencia (Casey, Davidson & Rosen, 2002; Beckman, 2004; Giedd, 2004; Luna & Sweeney, 2004), al menos respecto a la corteza prefrontal, que es donde mucha de la investigación sobre el cerebro adolescente se ha concentrado. Estudios con RMf que comparan el desempeño de adultos y adolescentes en una serie de tareas han demostrado que estos últimos utilizan significativamente más recursos de su corteza prefrontal que los adultos. El excesivo uso de esta área puede llevar más fácilmente a error, lo cual se hace más evidente aún en situaciones de estrés, en las cuales los adolescentes tienden literalmente a agotar su corteza prefrontal al punto de que su control ejecutivo se agota y su capacidad de planificar disminuye casi totalmente. Los adultos, por el contrario, emplean no solo la corteza prefrontal sino una serie de regiones, distribuyendo de este modo la carga de trabajo (Luna citada en Sabbagh, 2006). El cerebro adolescente estaría algo así como transitando hacia un mejor uso de sus circuitos (Luna & Sweeney, 2004). Con la adultez tendería a haber una mayor integración funcional del cerebro, lo que permitiría que los sistemas prefrontales jueguen un rol más efectivo en el control cognitivo del comportamiento.

Una mala lectura de estos hallazgos ha llevado a la formulación de inferencias apresuradas, como que nos encontramos frente a un cerebro adolescente inmaduro, interpretación que lejos de aportar a su comprensión y reconocimiento en estado de desarrollo, constituye la excusa perfecta para catalogar a los adolescentes como incapaces, cuando por el contrario son extraordinariamente competentes, al menos en potencia, en una amplia gama de habilidades adultas (Epstein, 2008) que podrían ser mejor aprovechadas en la vida académica, rasgos que desarrollaremos en los siguientes apartados.

Quizás el aporte más consistente e interesante de los estudios del cerebro es que nos ha permitido actualizar la mirada de la plasticidad como manifestación del aprendizaje del cerebro (Bates & Elman, 2002), condición presente incluso en el cerebro adulto. Tendríamos pues que el aprendizaje transforma la estructura física y funcional del cerebro y en ese sentido su verdadera naturaleza es la de dejarse afectar por este (Blakemore & Frith, 2005; Bransford, Brown & Cocking, 2000; Salas, 2003; Sylwester, 1995; Willis, 2010). Visto de este modo, una interpretación adecuada de los hallazgos de la neurociencia debería más bien alejarnos de esta mirada de déficit del adolescente y acercarnos hacia una de potencialidad, lo cual implica mirar sus emergentes capacidades como potencialidades a desarrollar a partir del enriquecimiento de sus entornos de aprendizaje confiando en que será posible generar nuevas estructuras cerebrales a través de sus experiencias.

### **UNA NUEVA MIRADA AL PENSAMIENTO DE ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS: DE LOGRO RUTINARIO A POTENCIAL A DESARROLLAR**

A nivel cognitivo, el estereotipo respecto al aprendizaje es que súbitamente —casi mágicamente— los adolescentes —a raíz de los cambios producidos en la pubertad— adquieren la capacidad de pensar de manera abstracta y como consecuencia de ello deben de argumentar, razonar y pensar científicamente. Esto se produce por una mala lectura de los aportes de Piaget respecto al desarrollo cognitivo (Inhelder & Piaget, 1958), desde la que se asume que los adolescentes acceden a la educación superior exhibiendo un pensamiento formal *acabado*. Dicho logro es considerado la materia prima con la que la institución educativa puede y debe contar y se piensa además que ello sucede independientemente del contexto en el que el adolescente aprende. Si los estudiantes no «traen» consigo esas formas de pensamiento, resulta alarmante y se empieza a considerar que hay una suerte de *déficit* en las generaciones

que acceden a la institución educativa. Se concibe al adolescente como dueño de una capacidad que no logra desarrollar, y se asume que dicho potencial no guarda relación alguna con las experiencias y oportunidades previas de aprendizaje que ha recibido.

Dichos supuestos no tienen asidero alguno en la evidencia y son sumamente dañinos en tanto desmerecen el rol prioritario que tienen las experiencias formativas en el desarrollo de capacidades, y dentro de ellas, de la posibilidad de desarrollar un pensamiento abstracto. Piaget (1964) en realidad le asignó un rol fundamental a las experiencias del ser humano al plantear que las formas de pensamiento dependen de la interacción entre el individuo y su ambiente. Sucede así que cuando se asume que el adolescente tardío trae dichas competencias ya desarrolladas a la universidad se deja de considerar que es responsabilidad de la educación superior trabajar sobre ellas y de este modo se le priva de la posibilidad de tener experiencias de aprendizaje que le permitan potenciar sus capacidades. Las tareas cada vez más complejas en educación superior debieran desterrar este modo de ver el pensamiento adolescente, no con el propósito de limitar su participación sino más bien para ayudarles a alcanzar dicho potencial.

Ahora bien, la característica esencial del pensamiento formal está en pensar no solo en términos de realidad sino también en términos de posibilidad. El adolescente entonces emplea conceptos lógicos y propone posibilidades que no se pueden observar (Inhelder & Piaget, 1958). Dichas potencialidades no serán automáticas, rutinarias ni simultáneas en todos los adolescentes. Más bien se trata de un conjunto de herramientas que permiten al adolescente seleccionar y organizar la información y predecir los resultados de sus acciones en un plano mental (García & Deval, 2010); la posibilidad de pensar de manera distinta se concretará si se le provee la oportunidad de poner en marcha procesos de pensamiento complejo (Pease, Ysla & Cubas, 2013). De este modo, los entornos de aprendizaje que se limitan a la transmisión de información difícilmente aportarán a dicho propósito.

El pensamiento formal caracterizado por construcciones abstractas e ideas que no requieren la presencia de objetos se efectúa de forma continua a partir del pensamiento concreto característico de la segunda infancia (Piaget, 1964). Las operaciones mentales se vuelven más abstractas, complejas y lógicas pero a la vez permiten un pensamiento más flexible (Muuss, 1996). El uso de esta nueva forma de pensamiento suele ser más efectivo en las áreas en las que los adolescentes tienen más experiencia y conocimiento (Santrock, 2007), lo cual no deja de lado que paulatinamente se conviertan en expertos en otras áreas de conocimiento, puesto que el pensamiento formal no es universal sino que requiere instrucción (Pozo & Carretero, 1987). En su pensamiento, los adolescentes pueden dejar atrás el mundo real y entrar al mundo de las ideas y controlar eventos en sus mentes a través de deducciones lógicas de posibilidades y consecuencias (Muuss, 1996).

El pensamiento se denomina abstracto en tanto existe manipulación de los propios pensamientos generados o de los pensamientos que no están directamente conectados con el entorno y la habilidad para resistir la distracción proveniente del ambiente inmediato (Dumontheil & Blakemore, 2012). Desde esta línea, el pensamiento es considerado una forma avanzada de inferencia y el razonamiento como una forma avanzada de pensamiento (Moshman, 1998). Los adolescentes mayores —y adultos— no solo tienen mayor conocimiento que los niños y adolescentes menores sino que también demuestran tener más facilidad en hacer uso de su conocimiento para recordar, razonar, tomar decisiones y resolver problemas, a la vez que se muestran más metacognitivos, reflexivos y constructivos en su propia comprensión de la mente (Byrnes, 2003). Por ello no se debe dejar de lado en las actividades académicas la posibilidad de reflexionar y evaluar sobre el propio conocimiento, procesos cognitivos y comportamientos o conductas. Piaget refiere que este tipo de pensamiento involucra operaciones que producen pensamientos sobre el pensamiento y operaciones en operaciones (Muuss, 1996) que habilitan a los estudiantes a manejar mayores

proporciones de conocimiento (Ausubel & Ausubel, 1996) y establecer nuevos niveles de relación.

Asociado a estos cambios, los adolescentes presentan una mayor facilidad en suspender sus propias creencias para evaluar el razonamiento acerca de los argumentos a nivel objetivo (Moshman, 1998). Sin embargo, así como pueden parecer competentes cuando se les pide razonar sobre ciertos temas y demostrar mayor dificultad en otros, también pueden ser hábiles para decir las cosas correctas en una evaluación y fallar en demostrar dicha habilidad en contextos de la vida real debido a factores emocionales o motivacionales (Byrnes, 2003). En situaciones de estrés, por ejemplo, son más propensos a equivocarse.

Debemos evaluar, pues, si la formación que se proporciona en los primeros años de estudios universitarios responde a la demanda de aprendizaje de los adolescentes que se encuentran en el estadio de las operaciones formales —y en la que incluso se encuentran muchos adultos que requieren potenciar este modo de operar mentalmente—, y los habilita en un mundo académico profesional que requiere recursos humanos capaces de investigar e innovar en su realidad.

La educación superior, al tener entre sus líneas de trabajo la investigación, innovación y creatividad (UNESCO, 2009), se ajusta a estas características del pensamiento que emergen, se potencian y consolidan en esta etapa de formación académica. Dedicada a la formación académica e investigación, la universidad debería responder a esta posibilidad de pensamiento desde una lógica hipotético-deductiva, donde los adolescentes no solo formulán hipótesis o explicaciones posibles a los problemas que se le plantean sino que además pueden manejar y comprobar sistemáticamente y someter sus resultados a las pruebas de un análisis deductivo (Carretero, 1998). Desde el trabajo en las aulas, se puede proponer situaciones y problemas en los cuales los adolescentes inspeccionen los datos que se les proporcionan, propongan hipótesis al respecto, deduzcan a partir de la experiencia cuáles ocurren o no en realidad, sometiéndolos a prueba, situación que daría pie a aceptar,

rechazar o revisar la teoría —o explicación— que construyó en la formulación de sus hipótesis (Flavell, Miller & Miller, 1993).

Las estrategias pedagógicas que se centran en el trabajo con problemas abiertos, no estructurados como punto de partida —tales como el aprendizaje basado en problemas (ABP) o el estudio de casos— facilitan el desarrollo de estas habilidades de pensamiento en el aula al proveer un contexto concreto de pensamiento —el del caso o el del problema— a partir del cual se elaborarán hipótesis y se indagará e investigará información que aporte a la resolución del problema, información que será siempre contrastada con las hipótesis originales. Estas estrategias han probado tener ventajas no solo en términos de motivación de los estudiantes y sobre el desarrollo habilidades de autoaprendizaje sino también respecto a la formación de una rica base conceptual. Tal vez por esta característica es que estrategias como el ABP resultan cada vez más atractivas para potenciar el pensamiento adolescente desde los primeros años de la educación superior<sup>3</sup>.

### **PRESTAR ATENCIÓN Y DIVIDIR LA ATENCIÓN EN LA ADOLESCENCIA TARDÍA**

En situaciones de aprendizaje utilizamos nuestros conocimientos previos para comprender nuevos conceptos, así como para resolver problemas y razonar (García, Gutiérrez & Vila, 2012) en un esfuerzo activo por construir significado al codificar y recuperar la información almacenada. En dicho contexto los procesos cognitivos de atención y memoria resultan fundamentales para la construcción de conocimientos. Esos tres aspectos —la atención, la memoria y la construcción de conocimientos— experimentan significativos cambios durante la adolescencia en general y la adolescencia tardía en particular.

---

<sup>3</sup> Para una revisión de este tema ver Pease & Kuhn, 2011.

La atención tiene diferentes funciones, como mantener el estado de alerta, la orientación hacia la información sensorial y la resolución de conflictos entre pensamientos o sentimientos en competencia (Posner en OECD, 2007). Este proceso cognitivo no solo ha generado cuestionamientos por parte de los docentes en los primeros años de vida escolar —por ejemplo docentes quejándose de que sus niños no prestan suficiente atención a las clases debido a problemas externos al aula— sino también en la adolescencia, con la aparición de mecanismos tecnológicos que hacen que los estudiantes asistan a clases mientras atienden mensajes de texto, redes sociales u otros recursos.

Al ser un proceso cognitivo básico, la atención nos permite monitorear lo que sucede a nuestro alrededor y responder a diversos estímulos decidiendo cuáles ignorar y cuáles atender, además de organizar nuestros recursos mentales en función del estímulo atendido. La adolescencia implica no solo pasar a prestar atención a más estímulos y por más tiempo sino además poder decidir con mayor consistencia a qué le prestamos atención (Shaffer & Kipp, 2007). Es decir, la adolescencia implica una serie de cambios en la capacidad de atención voluntaria y sostenida, lo cual supone un creciente control consciente en la selección de información, lo que dirige la conducta hacia el estímulo atendido por un tiempo relativamente prolongado. Al mismo tiempo, los adolescentes son más eficientes en dirigir la atención en función de las demandas que conlleva la tarea, empleando estrategias cada vez más sofisticadas en actividades complejas como las de doble tarea, es decir, las que requieren asignar atención a dos actividades al mismo tiempo (Karatekin, 2004). Así, un adolescente tardío no experimentará mayor problema en tomar nota de aquello que menciona el docente y al mismo tiempo seguir las imágenes que pueden estarse proyectando en Power Point. Los niños en cambio solo pueden realizar una actividad después de la otra (primero escuchar, luego anotar) en tanto son aún poco hábiles en inhibir la intrusión de estímulos ajenos a la tarea (Shaffer & Kipp, 2007).

Parte de lo que explica que los adolescentes cuenten con mayores recursos atencionales tiene que ver con significativas mejoras en la velocidad, capacidad y automatización en el procesamiento de información que sucede en esta etapa (Santrock, 2007). Los adolescentes se vuelven más eficientes ignorando aquella información irrelevante (Sigelman & Rider, 2010) debido a una serie de cambios maduracionales en el sistema nervioso central, como por ejemplo el área cerebral relacionada a la regulación y atención, la cual no está completamente mielinizada hasta antes de la pubertad (Shaffer & Kipp, 2007). En contextos de aprendizaje, la atención suele dirigirse hacia el estímulo antes que al objetivo, lo cual vuelve a los adolescentes más propensos hacia señales externas (Ernst, Daniele & Frantz, 2011) y llevaría a cuestionarnos si aquello que se propone en las aulas —lo externo— se convierte en un estímulo atractivo y de interés.

Ahora bien, conviene problematizar un poco la noción de automatización y algunas confusiones respecto a la atención dividida. Los procesos automáticos, a diferencia de los controlados, se encuentran relativamente libres de demandas de atención en tanto han sido producto de un sostenido aprendizaje, el cual una vez instalado es muy difícil de modificar (pensemos en caminar por ejemplo o en tomar notas). Las tareas automatizadas pueden realizarse al mismo tiempo que aquellas que sí requieren recursos atencionales. El procesamiento controlado, en cambio, requiere un control consciente de la conducta frente a las tareas, por ende un mayor esfuerzo y demanda de recursos atencionales, por lo que las tareas suelen hacerse una a una.

Así, la adolescencia supone un mayor bagaje de procesos automatizados y una mayor posibilidad de dividir la atención y realizar varias actividades al mismo tiempo. Un adolescente puede sin mayor problema tomar apuntes escuchando una clase, y a la vez mandar un mensaje de texto y cambiar su estado en Facebook mediante un *smartphone*. A nivel de ejecución de las tareas todo ello será viable. Los que emplean teléfonos digitales desde muy temprana edad pueden incluso probablemente

escribir en ellos sin necesidad de dejar de mirar al profesor al hacerlo. Sin embargo, parte de sus recursos atencionales irán inevitablemente al contenido del mensaje de texto o del estatus de Facebook, y de ello que la suma de todas esas actividades podrá suponer la pérdida de atención a alguna de ellas. La atención es al fin y al cabo un recurso limitado. Más aún, un factor que afecta enormemente la atención y la automatización es el estrés. En situaciones de estrés la atención suele dejar de funcionar de manera adecuada y ocurren una serie de fallos en el sistema atencional, incluso en tareas que están automatizadas (Best, 2004, discutiendo el conocido estudio de James Reason de 1979). Tendría sentido pensar que ello sucederá en mayor grado si es que dichos procesos han sido automatizados recientemente y donde el individuo es menos experto. De ello que el contenido de dicho mensaje de texto o del estatus de Facebook escrito al mismo tiempo que se atiende y se toma apuntes en clase podría afectar alguna de las tareas realizadas. Observar a los adolescentes realizando actividades simultáneas obliga a preguntarse si esa eficiencia que parecen mostrar al prestar atención a tantas cosas al mismo tiempo pasa por la situación ideal en la cual el aparato cognitivo ha automatizado algunos procesos asignándole menos carga cognitiva o si por el contrario lo que sucede es que le están prestando menos atención a todo (Pease, 2012), lo cual afectaría otros procesos cognitivos inmersos en el aprendizaje.

## **MEMORIA EN LA ADOLESCENCIA TARDÍA**

Desde la aproximación constructivista, la memoria se entiende de manera reconstructiva. La ciencia cognitiva ha dejado de ver la memoria como un almacén donde guardamos información, para pasar a concebirla como un esfuerzo activo por construir significado al codificar y recuperar la información almacenada (ver Best, 2004, presentando la clásica teoría de teoría de Barlett de 1930).

La nueva información es así procesada a partir de estructuras mentales denominadas esquemas, los cuales se construyen sobre la base de los conocimientos e ideas que tenemos y vamos desarrollando respecto al mundo. Los recuerdos al ser recuperados tienden a completarse en la búsqueda de coherencia respecto a lo que sabemos. Esta capacidad para retener la información mejora gradualmente desde la infancia hacia la adolescencia temprana en parte por los cambios maduracionales en el sistema nervioso central.

Desde esta perspectiva resulta, pues, bastante infructuoso centrar los objetivos educativos en el almacenamiento o acumulación de información. La memoria es el registro de la experiencia que subyace en el aprendizaje (Anderson, 2000). Implica tanto el registro como la recuperación de información y la adaptación de la conducta a la experiencia, donde el almacenamiento es parte de dicho proceso (León, Fernández & González-Marqués, 2006). La memoria antes que sinónimo de aprendizaje es el producto más o menos permanente de la adaptación de la conducta a la experiencia, y el almacenamiento es tan solo parte de dicho proceso (Ruiz, Fernández & Gonzales, 2006).

En este proceso están involucrados los sistemas de memoria a corto plazo (que adquieren mayor dominancia en la adolescencia gracias a los modos de operar mentalmente), la cual mantiene la información por breves momentos antes de decaer o ser reemplazada por información entrante (Rice, 2000), memoria de trabajo (banco de almacenamiento desde el que se manipula y reúne información) y memoria de largo plazo, donde se almacena la información de modo más o menos permanentemente (Santrock, 2007) y que constituye la evidencia latente del aprendizaje. La insistencia en proponer experiencias con sentido para el estudiante adolescente responde a esa naturaleza de la memoria de estar sometida a los mismos factores que influyen sobre el aprendizaje (OECD, 2007). Es probable que elementos emocionales y de significancia estén presentes en ese sistema de almacenamiento y recuperación

de información (que no debe limitarse solo a datos o fórmulas cuando hacemos referencia al plano académico).

El incremento de la memoria de corto plazo suele darse a ritmo lento entre la infancia y la adolescencia, aunque se ha encontrado evidencia de que los adolescentes suelen responder mejor en tareas de memoria ya que los niños requieren ir a paso a paso para resolver problemas —como por ejemplo al establecer analogías (Santrock, 2007)—, a diferencia de estudiantes expertos capaces de manejar mayor cantidad de información en paralelo. La memoria de corto plazo, entonces, está relacionada con la discriminación de estímulos, la atención y los modos de operar mentalmente en espacios de instrucción.

La memoria de trabajo tiene un rol fundamental tanto en el procesamiento de información como en la realización de actividades. La evidencia que proviene de estudios en neuroimagen establece de modo consistente que no es posible aislar la memoria de trabajo de la atención selectiva, en tanto activan redes en áreas cerebrales que estarían relacionadas a las actividades de aprendizaje (Steenari, Vuontela, Paavonen, Carlson, Fjällberg & Aronen, 2003). El uso del término memoria de trabajo enfatiza intencionalmente que esta opera como un activo banco de trabajo que reúne y manipula información para la comprensión de lenguaje, toma de decisiones y resolución de problemas (Baddeley, 2000, en Santrock, 2007) y permite seleccionar respuestas, preparar y mantener planes hasta que sea el momento adecuado para su uso (Luna, Garver, Urban, Lazar & Sweeney, 2004). Este tipo de memoria puede verse afectada por los cambios en los patrones de sueño que ocurren en la adolescencia. Así, existe evidencia de que los adolescentes que no duermen lo suficiente (menos de ocho horas) se desempeñan pobemente en tareas vinculadas a la memoria de trabajo (Johnston, Gradisar, Dohnt, Billows & Mccappin, 2010). Si bien esta continúa mejorando hacia la adultez, la adolescencia es un período fundamental para su mejora (Santrock, 2007) y se puede observar

que los mecanismos cerebrales que sostienen los procesos básicos de la memoria de trabajo se establecen en la infancia y continúan especializándose en la adolescencia y adultez (Geier, Garver, Terwilliger & Luna, 2008). Una buena manera de apoyar el desarrollo de la memoria de trabajo de los adolescentes consiste en incluir el trabajo de estrategias para conservar y recuperar la información (Shaffer & Kipp, 2007), es decir, trabajar de manera explícita aspectos vinculados a cómo operar con la información en la memoria de trabajo y almacenarla de manera más eficiente.

La memoria de largo plazo es aquella en la que se almacena una gran cantidad de información por un largo período de tiempo de manera relativamente permanente (Santrock, 2007). Los adolescentes experimentan una serie de cambios significativos respecto a la capacidad para almacenar y recuperar la información al recordar con mayor precisión eventos socio históricos ocurridos cuando tenían entre 15 y 25 años (Rice, 2000). Por ejemplo, los adolescentes que vivieron eventos críticos tales como el conflicto armado interno de la década de los noventa o la crisis económica de los ochenta son capaces de asociar los eventos del entorno social con su propia historia personal y familiar. Una estrategia para ayudar a los adolescentes a potenciar su memoria de largo plazo es presentar la información de manera organizada con un orden lógico o en categorías, lo cual facilitaría su posterior recuperación (Santrock, 2007; Rice, 2000). Otra estrategia útil es ayudarlos a que asocien la información con ellos mismos o con temas que les resulten interesantes al almacenar la pieza entrante de información, de modo que sea más fácil recuperarla posteriormente (Klein, German, Cosmides & Gabriel, 2004). Igualmente, se ha encontrado evidencia de que la elaboración o el «embellecimiento» de la información, es decir, el añadir datos y anécdotas que llamen la atención a la pieza de información que intenta almacenarse, permite su paso a la memoria de largo plazo (Anderson, 2005).

## **APRENDER A APRENDER EN LA UNIVERSIDAD: EL DESARROLLO DE HABILIDADES METACOGNITIVAS**

Una de las tareas fundamentales asignadas a la universidad tiene que ver con formar seres humanos que sean capaces de aprender a aprender (UNESCO, 2005). Ante la avalancha de información producto de la sociedad del conocimiento, la facilidad del acceso al dato gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y la velocidad a la que se produce y difunde información, la formación profesional requiere de seres humanos capaces de separar el trigo de la paja adecuadamente, generar conocimientos y seguir aprendiendo de por vida. El aprender a aprender guarda estrecha relación con el desarrollo de habilidades metacognitivas.

Siguiendo a Kuhn (1999), la característica fundamental del pensamiento adolescente es la creciente capacidad para manejar eficazmente su propio pensamiento, reflexionando respecto de distintas posibilidades sobre las propias ideas y a las ideas del otro. Lo que subyace a esta capacidad es que emerge con más consistencia la posibilidad de pensar respecto al propio pensamiento, o en términos de Inhelder y Piaget (1958) la posibilidad de ejecutar operaciones en las operaciones, es decir el desarrollo de un nuevo potencial metacognitivo.

La cognición se refiere a la manera como percibimos, atendemos, codificamos, almacenamos y recuperamos información en la memoria. La metacognición involucra nuestro conocimiento sobre dichas operaciones y sobre cómo las empleamos para alcanzar una meta de aprendizaje. Para Kuhn (1999) el desarrollo de las habilidades metacognitivas involucra tres niveles: *qué sabes* (reconocer los saberes previos en torno al tema, identificar que la información por aprender es distinta de aquella que uno ya conoce); *cómo lo sabes* (identificar, seleccionar, planificar y monitorear estrategias de aprendizaje) y la *comprensión epistemológica*, es decir aquello que piensas sobre lo que es saber o conocer, las creencias respecto al saber, la concepción sobre lo que es el conocimiento y sobre el proceso mismo de aprender, todo lo cual a su vez gobierna la disposición a involucrarse en la actividad de aprendizaje.

En el marco de la teoría del procesamiento de información (Pozo, 1994), estos procesos se inscriben dentro del desarrollo del control ejecutivo, es decir, la adquisición gradual del dominio sobre los procesos vinculados al procesamiento de información que conducen al aprendizaje. Así, en la evaluación de habilidades vinculadas con el control ejecutivo, se ha encontrado que si bien estas continúan desarrollándose durante la adolescencia, en contraste con la niñez, tienden a mejorar notablemente y a estabilizarse habilidades tales como el control de inhibición de respuesta automática, la velocidad de procesamiento, la memoria de trabajo y la toma de decisiones (Asato, Sweeney & Luna, 2006; Luciana, Conklin, Hooper & Yarger, 2005). Sin embargo, el desarrollo de estas competencias intelectuales no debe considerarse un logro rutinario (Kuhn, Garcia-Mila, Zohar & Andersen, 1995) sino que más bien depende del tipo de instrucción recibida y de los estímulos que ofrece el ambiente.

La metacognición involucra habilidades directivas vinculadas a la supervisión y la autorregulación de las propias actividades cognitivas (Schneider, 2008). Desde diversos enfoques se ha establecido que los adolescentes exhiben creciente habilidad para reflexionar sobre la fuente de sus conocimientos y sobre lo que ellos y otros creen (Moshman, 1998). Ello para Kuhn (2005) tiene que ver con una serie de cambios que suceden en la adolescencia respecto al nivel de comprensión epistemológica. La adolescencia permite acceder a una nueva forma de concebir el conocimiento, no como hechos producidos por una fuente objetiva y por tanto cerrados e incuestionables (tal como en la infancia), sino como opiniones elegidas libremente por sus dueños, que son consideradas posesiones personales que no son susceptibles de ser cuestionadas bajo algún criterio objetivo. De esta forma para los adolescentes cualquiera y cada quien puede tener la razón y la tendencia es a dar más importancia al sujeto que conoce que al objeto de conocimiento. Esta *relatividad* del conocimiento nos llevaría a comprender el estado del pensamiento formal del adolescente, capaz de tomar en

cuenta distintas perspectivas pero con dificultad para determinar cuál efectivamente es la que tiene validez, de acuerdo a criterios externos a la propia opinión. La adulterz por el contrario supone una visión más *evaluativa* del conocimiento, entendiéndolo como generado por mentes humanas pero evaluable de acuerdo a criterios identificables. El trabajo en la adolescencia tardía y el esfuerzo de instrucción en la universidad consiste pues en ofrecer a los adolescentes espacios y tareas de aprendizaje que les permitan ir transitando hacia una visión más evaluativa del conocimiento.

### **LA UNIVERSIDAD COMO ESPACIO DE APRENDIZAJE Y COMO EXPERIENCIA PARA EL ADOLESCENTE TARDÍO**

El encuentro entre el final de la adolescencia y la edad adulta joven coincide no solo con la maduración biológica y las transiciones sociales con cambios funcionales en el cerebro en curso (Veroude, Jolles, Croiset & Krabbendam, 2013) sino también con el ingreso a un ambiente de estudios diferente al de sus primeros años adolescentes. La universidad no solo forma parte de esta transición (Montgomery & Côté, 2003) sino que además proporciona al estudiante adolescente actividades organizadas, apoyo de sus pares y adultos y también diversas formas de entretenimiento culturales y recreativas que lo hacen sentirse parte de un grupo humano (Zarrett & Eccles, 2006). Este sentido de pertenencia constituiría un factor importante para un mejor rendimiento académico (Pittman & Richmond, 2007).

La universidad, responsable de la formación académica de los estudiantes, fortalece sus habilidades sociales al brindarles la oportunidad de interactuar en un medio con personas y recursos de mayor amplitud que el escolar. Es en este marco que la universidad provee un proceso de socialización intensivo, con actores sociales que dejan en evidencia sus propias expectativas respecto a este período de estudios: la comunidad empresarial requiere de un capital humano eficiente, la sociedad civil

necesita una ciudadanía informada y comprometida, los padres esperan que la universidad cumpla con la consolidación de aspiraciones personales de sus hijos y los estudiantes universitarios aspiran a mejorar sus expectativas profesionales y personales (Montgomery & Côté, 2003).

Por el lado académico, las experiencias que proporciona la universidad no solo desarrollan capacidades relacionadas con su perfil profesional sino que además tienen una influencia positiva en el desarrollo del pensamiento crítico (Pascarella & Terenzini, 1991). Sin embargo, dichas experiencias no se limitan al plano académico. Estudiantes universitarios que interactúan con el personal docente y otros estudiantes y se involucran en organizaciones y clubes ven favorecido su pensamiento crítico, a diferencia de quienes no participan en ellos (Gellin, 2003).

Pero no debemos dejar de lado las implicancias sobre cómo la universidad promueve el ajuste académico con sus estudiantes, esto significa responder y persistir en un sistema de enseñanza distinto al escolar. El ingreso a la vida universitaria supone una transición, un reto que es mucho más evidente durante el primer año de estudios. Uno de los factores con influencia significativa sobre la persistencia de estudiantes en su primer año de estudios universitarios guarda relación con las habilidades de enseñanza docente (Braxton, Bray & Berger, 2000). En esta línea, Soares, Guisande, Diniz y Almeida (2006), en la revisión de investigaciones respecto a la adaptación de ingresantes al contexto universitario, rescatan que esta depende tanto de variables personales en el momento del acceso a la universidad (sociodemográficas, académicas, de desarrollo) como contextuales (la calidad de la infraestructura, recursos, servicios de la institución universitaria).

La tarea de educar desde los centros de formación superior supone tener en claro las implicancias de los propósitos educativos en el aprendizaje de sus estudiantes, donde aprender no es la mera acumulación de información sino más bien la construcción continua de nuevos conocimientos mediante la integración, diferenciación y consolidación de las acciones, hechos, conceptos y relaciones sobre el mundo físico

y social de acuerdo a estrategias culturalmente definidas (Fischer & Immordino-Yang, 2002) y supone el progreso en las estructuras cognitivas y los procesos de equilibración (Inhelder & Piaget, 1958).

El aprendizaje se hace evidente cuando las personas se vuelven capaces de realizar algo diferente de lo que podían hacer antes —capacidad que perdura en el tiempo— y ocurre a través de la práctica u otras formas de experiencia (Schunk, 1996). En ese sentido, la riqueza o pobreza de las experiencias académicas que modifican sus recursos cognitivos (Pease, 2012) se asocian a la manifestación del aprendizaje del cerebro —la plasticidad— (Bates & Elman, 2002), propiedad presente a lo largo de toda la vida (OECD, 2007).

A este equilibrio entre las condiciones internas y externas se une la motivación, elemento que juega un rol clave, más aún cuando las experiencias que se le proponen resultan relevantes y responden a las expectativas de aprendizaje de los estudiantes. La motivación es crucial para el aprendizaje exitoso. Puede ser descrita como la fuerza que resulta de los componentes emocionales y refleja hasta dónde un organismo está preparado para actuar física y mentalmente de una manera focalizada (OECD, 2007). Es posible que los estudiantes, a cualquier edad, se encuentren aún más motivados cuando logran identificar la utilidad de lo que están aprendiendo. Este proceso no responde a una lógica según la cual el docente (o institución formadora) provee los conocimientos a un sujeto que los recibe pasivamente a la espera de que los reproduzca en situaciones similares en el aula, sino que permitan esa reestructuración a nivel cerebral y cognitivo que haga posible el aprendizaje significativo. Se trata así de elegir experiencias de aprendizaje para los adolescentes que estén de acuerdo con su potencial cognitivo, no con el propósito de limitar sino más bien de potenciar lo que ya saben, a partir del conocimiento de sus procesos cognitivos y de la manera en la que construyen sus conocimientos. El aprendizaje no es sinónimo de maduración ni desarrollo. Si bien los procesos del aprendizaje asociativo —dentro y fuera de entornos escolares— se someten

a los cambios en el desarrollo, el aprendizaje que es conceptual e involucra cambio en la comprensión requiere de funciones ejecutivas (Kuhn, 2006) que, como vimos en líneas anteriores, se vuelven más efectivas en la adolescencia. Por consiguiente, la adolescencia tardía constituye el mejor momento para potenciar aprendizajes complejos que se sustentan también en el cúmulo de experiencia ganado, a diferencia de los niños y adolescentes tempranos.

### **LAS OPORTUNIDADES DE APRENDIZAJE PARA LOS ADOLESCENTES EN LA UNIVERSIDAD**

Hasta el momento hemos discutido cómo se transforman ciertas capacidades y habilidades durante la adolescencia tardía, las cuales intervienen en la construcción del conocimiento que realizan los aprendices en la educación superior. ¿Qué sucede entonces respecto a la enseñanza? ¿Cómo ajustar nuestras estrategias y prácticas a las cambiantes capacidades de los adolescentes? ¿Cómo hacer resonar estos hallazgos en la educación superior?

Como mencionamos al principio de este artículo, no es nuestro propósito plantear recetas mágicas a ser aplicadas en la educación superior. Los modelos o franquicias —más allá de generar ganancias solo a sus creadores— no han aportado a una construcción clara de lo que implica enseñar en la educación superior.

Sabemos que aprender transforma la estructura física y funcional del cerebro; por tanto su verdadera naturaleza es la de dejarse afectar por el aprendizaje (Bates & Elman, 2002; Blakemore & Frith, 2005; Bransford y otros, 2000; Salas, 2003; Sylwester, 1995). Ello debe verse favorecido por la organización de planes de estudio que respeten la etapa adolescente con sus propias transiciones y distingan el impacto que generan los aprendizajes inmediatos de aquellos que prevalecen en el sistema de memoria de los estudiantes y que adquieren sentido conforme van siendo parte de experiencias propias del mundo adulto.

Esto implica también evaluar si en el trabajo de aula se plantea solo la disposición a la información o si se buscan formas que permitan al adolescente tardío establecer relaciones lógicas pero aplicadas al tema previsto en la clase.

La adolescencia es un tiempo clave para el desarrollo de las regiones del cerebro involucradas en la cognición social, resolución de problemas y pensamiento abstracto (Dumontheil & Blakemore, 2012); por tanto la educación superior debe considerar si las experiencias de enseñanza que propone aportan a la consolidación de estas habilidades y responde a esta cualidad del cerebro de dejarse afectar, no solo en la adolescencia, sino a lo largo de la vida.

El aprendizaje de los adolescentes en la educación superior, sus emergentes transformaciones a nivel cognitivo y sus nuevas formas de concebir y construir el conocimiento interactúan con los diversos paradigmas de enseñanza que suceden en la universidad. Mientras unos considerados *tradicionales* colocan al docente como experto que imparte conocimientos (las denominadas cátedras), otros se han concentrado en promover procesos que logren niveles de transferencia mayores, es decir, que logren no solo retener la información sino comprenderla y poder utilizarla en nuevas situaciones, lo cual tiende a ser más favorecido con métodos que involucran el análisis de casos y de problemas más que recibiendo exposiciones (Bransford y otros, 2000). Este tipo de métodos suelen preparar mejor a los alumnos para poder aprender de un texto o de una exposición, más allá de si son trabajados de manera individual (Schwartz & Bransford, 1998) o vía métodos colaborativos. Es decir, situados al inicio del proceso de aprendizaje, el trabajo con casos y problemas facilita que los estudiantes aprendan más y mejor de un texto y de una exposición posterior. Se ha encontrado evidencia, además, de que los estudiantes en la educación superior logran llegar a niveles de manejo de información y de utilización de la misma tres veces mayores con métodos que involucran problemas —como el ABP— que con clases magistrales (Pease & Kuhn, 2011).

Asimismo, hay evidencia sistemática de que el trabajo colaborativo facilita el desarrollo de habilidades que van más allá de lo académico, tales como las habilidades sociales y de liderazgo y fortalecimiento de su autoestima (Johnson, Johnson & Smith, 2007).

Lo cierto es que en la educación superior estamos aún lejos de darle al estudiante el rol de participante directo del aprendizaje en su real dimensión. Incluso nos concentraremos en determinar qué debe quedar en la memoria, qué estímulos atender y cómo construir conocimiento. Más aún cuando la mayoría de docentes fuimos formados desde la lógica de *transmisión* directa de la información (Pease, 2013). Esta transmisión no basta, por cuanto hay muchos procesos internos involucrados. Cuando planificamos en función a una currícula definida en la institución educativa, es importante tener en cuenta los tres tipos de estructuras de información que son almacenadas en la memoria de largo plazo de los estudiantes: conocimiento declarativo, es decir todos los datos que el adolescente podría conocer (saber qué); conocimiento procedural (saber cómo); y conocimiento conceptual (saber por qué), referido a la comprensión de su conocimiento declarativo y procedural (Byrnes, 2003). No se trata de establecer una taxonomía del conocimiento sino de reconocer y determinar cómo se orientarán los contenidos y capacidades en el desarrollo de los cursos. En la educación superior, muchas veces nos limitamos al carácter declarativo, información que podría muy bien evaluarse en situaciones simuladas aprendidas en el aula, pero a la hora de ser llevadas a la práctica —la transferencia—<sup>4</sup> los adolescentes simplemente fallarían. Este es sin duda el punto de quiebre.

Tener en claro cómo el adolescente que ingresa a un nuevo nivel educativo, el superior, construye conocimiento y cuál es su postura frente a él es fundamental. Si el enfoque es por competencias o capacidades, puede ser un punto a ser discutido en futuras mesas de trabajo,

---

<sup>4</sup> Para profundizar al respecto véase Bransford, Brown & Cocking, 2000.

pero la responsabilidad social de la educación superior es promover el pensamiento crítico y la ciudadanía activa (UNESCO, 2009). Los conocimientos no tienen un valor económico como el mercado lo ha determinado en las últimas décadas sino fundamentalmente un valor social y cultural para el bienestar individual y colectivo (Dias Sobrinho, 2008). Sin la posibilidad de desempeñar esa función, restringiendo la meta de la formación a la transmisión rutinaria de destrezas probadas, a la certificación de estudios o a la producción de titulaciones en serie, las instituciones de educación superior quedan reducidas a la condición de centros de enseñanza terciaria, que son una mera prolongación de la docencia primaria y secundaria (Landinelli, 2008).

Una aproximación que representa mucho de lo discutido hasta este momento respecto a cómo potenciar los recursos y potencialidades que emergen en la adolescencia es la de aprendizaje significativo propuesta por Ausubel (1976), quien al integrar los aportes de Piaget y Vygotsky distinguió entre el aprendizaje meramente memorístico —por repetición— y el significativo, como los dos polos de un continuum.

El aprendizaje memorístico es aquel que no se sostiene en las experiencias y saberes previos del aprendiz sino que se limita a la mera repetición de la información para su almacenaje (por ejemplo repetir un número de teléfono). Será superior al aprendizaje significativo únicamente para las situaciones en las que se requiere un recuerdo literal de la información original pero será poco eficaz e incluso inviable para el aprendizaje de información de mayor complejidad. El aprendizaje es significativo siempre que los contenidos puedan relacionarse de modo «no arbitrario y sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe» (Ausubel y otros, 1978, citados en Pozo, 1994); ello a diferencia del aprendizaje meramente memorístico, en el que los contenidos son relacionados de modo arbitrario, por asociaciones meramente arbitrarias, careciendo de todo significado para el estudiante. Siguiendo las ideas de Piaget, Ausubel planteó que el aprendizaje es significativo cuando la nueva pieza de información puede incorporarse

en las estructuras de conocimiento que ya posee el sujeto, de este modo el material adquiere significado a partir de su relación con los conocimientos previos. Se requerirá entonces que el estudiante haga un esfuerzo deliberado para relacionar los conocimientos con conceptos más inclusivos en la estructura cognitiva y que haya al mismo tiempo una implicación afectiva o motivacional para relacionar los nuevos conocimientos con aprendizajes anteriores.

Un aspecto interesante del planteamiento de Ausubel y pertinente para nuestros propósitos es que no es solo una teoría de aprendizaje sino además una teoría acerca de cómo enseñar para promover mejores aprendizajes. Ausubel sostuvo que la estrategia de instrucción planificada opera también en un continuum entre el aprendizaje por recepción, en el que el docente expone lo que el alumno debe aprender, pasando por el aprendizaje por descubrimiento guiado hacia el aprendizaje por descubrimiento autónomo por parte del alumno. Cualquiera de las tres estrategias de instrucción podrá ser significativa o memorística. Así, la repetición de tablas de fórmulas será un tipo de aprendizaje por recepción meramente memorístico. En cambio la clarificación por parte del docente de diversos conceptos y sus relaciones, a partir de la información que los estudiantes manejan sobre los mismos, será un aprendizaje por recepción que es a su vez significativo.

### **A MANERA DE SÍNTESIS: LA ADOLESCENCIA COMO POTENCIAL**

A lo largo de estas líneas hemos ido identificando una serie de transformaciones que suceden durante la adolescencia tardía y que involucran la manera en la cual los estudiantes en la educación superior procesan información y construyen conocimientos. Hemos ido discutiendo algunas imágenes distorsionadas de esta etapa de vida y enfatizando el rol fundamental que tienen la instrucción y el contexto de aprendizaje para promover que los adolescentes logren desarrollar sus capacidades.

En síntesis, la adolescencia supone un enorme potencial. Los adolescentes tardíos requieren oportunidades de aprendizaje que les permitan poner en práctica su atención y su creciente memoria, que les faciliten pensar hipotéticamente, que les permitan ejercitarse el inferir y razonar, el observar diversos puntos de vista, el evaluar el conocimiento diferenciando sus propias teorías sobre la realidad de la evidencia existente. Necesitan también oportunidades para pensar, no para repetir aquello que el docente o el texto dice, espacios para ejercitarse sus emergentes capacidades y para equivocarse y aprender de ello de manera permanente, oportunidades para pensar respecto a aquello que están pensando y ensayar-pensar de manera contraria a lo que el otro piensa.

Solo de este modo serán capaces de convertirse en los ciudadanos críticos que necesitamos formar. Ello difícilmente será posible si el estudiante no es puesto en el centro del proceso educativo, si no desarrollamos actividades que les permitan construir conocimientos y no solo recibirlos pasivamente.

El rico potencial que emerge en la adolescencia respecto al pensamiento es solo un potencial que la universidad puede encender o apagar en función de la riqueza de los contextos de aprendizaje que promueva.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Anderson, John R. (2000). *Learning and Memory: An Integrated Approach*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Anderson, John R. (2005). *Cognitive Psychology and its Implications*. Sexta edición. Nueva York: Worth.
- Arnett, Jeffrey Jensen (2004). *Adolescence and Emerging Adulthood: A Cultural Approach*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Asato, Miya R., John. A. Sweeney & Beatriz Luna (2006). Cognitive processes in the development of TOL performance. *Neuropsychologia* 44, 2259-2269.
- Ausubel, David (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

- Ausubel, David P. & Pearl Ausubel (1966). Cognitive development in adolescence. *Review Of Educational Research*, 36(4), 403-413.
- Bates, Elizabeth A. & Jeffrey L. Elman (2002). Connectionism and the study of change. En Mark, H. Johnson, Y. Munakata y R. O. Gilmore (eds.), *Brain, Development and Cognition: A Reader*. Segunda edición. Boston: Blackwell.
- Beckman, Mary (2004). Crime, culpability and the adolescent brain. *Science*, 305(30), 596-599.
- Best, John B. (2004). *Psicología cognitiva*. Quinta edición. México, DF: Thomson.
- Blakemore, Sarah-Jayne & Uta Frith (2005). *The Learning Brain: Lessons for Education*. Boston: Blackwell.
- Blakemore, S. & S. Choudhury (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3), 296-312.
- Bransford, John D., Ann L. Brown & Rodney R. Cocking (eds.) (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, DC: National Academy Press.
- Braxton, John M., Nathaniel J. Bray & Joseph B. Berger (2000). Faculty teaching skills and their influence on the college student departure process. *Journal of College Student Development*, 41(2), 215-227.
- Byrnes, James P. (2003). Cognitive development during adolescence. En Gerald R. Adams y Michael D. Berzonsky (eds.), *The Blackwell Handbook of Adolescence* (pp. 227-246). Malden, MA: Blackwell.
- Carretero, Mario (1998). El desarrollo cognitivo en la adolescencia y la juventud: las operaciones formales. En M. Carretero, Jesús Palacios y Alvaro Marchesí, *Psicología evolutiva 3. Adolescencia, madurez y senectud*. Madrid: Alianza.
- Casey, B.J., Stefanie Duhoux & Matthew Cohen (2010). Adolescence: What do transmission, transition, and translation have to do with it? *Neuron*, 67(5), 749-760.
- Casey, B.J., Matthew Davidson & Bruce Rosen (2002). Functional magnetic resonance imaging: Basic principles of and application to developmental science. *Developmental Science* 5(3), 301-309.

- Diamond, Adele (2002). A model system for studying the role of dopamine in prefrontal cortex during early development in humans. En M.H. Johnson, Y. Munakata y R.O. Gilmore (eds.), *Brain Development and Cognition: A Reader* (pp. 441-493). Oxford: Blackwell.
- Dias Sobrinho, José (2008). Calidad, pertinencia y responsabilidad social de la universidad latinoamericana y caribeña. En Ana Lucía Gazzola y Axel Didriksson, *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 87-112). Caracas: UNESCO-IESALC.
- Dorn, Lorah D. (2006). Measuring puberty. *The Journal of Adolescent Health* 39, 625-626.
- Duffy, Thomas M. & David H. Jonassen (1994). Constructivism: New implications for instructional technology? En Harvey Clarizio, William Mehrens y Walter Hapkiewicz, *Contemporary Issues in Educational Psychology*. Sexta edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- Dumontheil, Iroise & Sarah-Jayne Blakemore (2012). Social cognition and abstract thought in adolescence: The role of structural and functional development in rostral prefrontal cortex. *Educational Neuroscience*, 1(1), 99-113.
- Epstein, Robert (2008). El mito del cerebro adolescente. *Mente y cerebro*, 32, 30-37.
- Erikson, Eric (1980[1959]). *Identity and the Life Cycle*. Nueva York: Norton.
- Ernst, Monique, Teresa Daniele & Kyle Frantz (2011). Review new perspectives on adolescent motivated behavior: Attention and conditioning. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 1, 377-389.
- Feldman, S. Shirley & Glenn R. Elliot (eds.) (1990). *At the Threshold: The Developing Adolescent*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Fischer, Kurt W. & Mary H. Immordino-Yang (2002). *Cognitive Development and Education: From Dynamic General Structure to Specific Learning and Teaching. Traditions of Scholarship in Education*. Chicago: Spencer Foundation.
- Flavell, John, Patricia Miller & Scott Miller (1993). *Cognitive Development*. Tercera edición. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Flavell, John, Patricia Miller & Scott Miller (2010). *Psicología del desarrollo I*. Madrid: UNED.

- García Madruga, Juan Antonio, Francisco Gutiérrez Martínez & José Oscar Vila Chaves (2012). El desarrollo de la memoria. En J. Castorina y M. Carretero (comps.), *Desarrollo cognitivo y educación*. 2 vols. Buenos Aires: Paidós.
- Gecas, V. & J. T. Mortimer (1987). Stability and change in the self-concept from adolescence to adulthood. En T. Honess y K. Yardley (eds.), *Self and Identity: Perspectives Across the Lifespan* (pp. 266–286). Londres: Routledge-Kegan Paul.
- Geier, C.F, K.E. Garver, R. Terwilliger & B. Luna (2009). The development of working memory maintenance. *Journal of Neurophysiology*, 101(1), 84-99.
- Gellin, Alan (2003). The effect of undergraduate student involvement on critical thinking: A meta-analysis of literature 1991-2000. *Journal of College Student Development*, 44(6), 746-762.
- Giedd, Jay N. (2004). Structural magnetic resonance imaging of the adolescent brain. En Ronald Dahl y Linda Spears (eds.), *Adolescent Brain Development. Vulnerabilities and Opportunities* (pp. 77-85). Nueva York: Annals of the New York Academy of Sciences.
- Graber, J. A. & J. Brooks-Gunn (1996). Expectations for and precursors to leaving home in young women. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 71, 21-38.
- Hall, G. Stanley (1904). *Adolescence, its Psychology and its Relations to Physiology, Anthropology, Sociology, Sex, Crime, Religion, and Education* (I y II). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall
- Inhelder, B. & J. Piaget (1958). *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. Londres: Routledge-Kegan Paul.
- Johnson, D., R. Johnson & K. Smith (2007). The state of cooperative learning in postsecondary and professional settings. *Educational Psychology Review*, 19, 15-29.
- Johnson, S. B., R. W. Blum & J. N. Giedd (2009). Review article: Adolescent maturity and the brain: The promise and pitfalls of neuroscience research in adolescent health policy. *Journal of Adolescent Health*, 45, 216-221.
- Johnston, A., M. Gradisar, H. Dohnt, M. Billows & S. Mc Cappin (2010). Adolescent sleep and fluid intelligence performance. *Sleep and Biological Rhythms*, 8(3), 180-186.

- Karatekin, C. (2004). Development of attentional allocation in the dual task paradigm. *International Journal of Psychophysiology*, 52, 7-21.
- Klein, S. B., T. P. German, L. Cosmides & R. Gabriel (2004). A theory of autobiographical memory: Necessary components and disorders resulting from their loss. *Social Cognition*, 22(5), 460-490.
- Kuhn, Deanna (1999). Adolescents thought processes. En *Encyclopedia of Psychology*. APA: Oxford.
- Kuhn, Deanna (2005). *Education for Thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kuhn, Deanna (2006). Do cognitive changes accompany developments in the adolescent brain? *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 59-67.
- Kuhn, Deanna, Merce Garcia-Mila, Anat Zohar & Christopher Andersen (1995). *Strategies of Knowledge Acquisition*. Nueva York: Wiley-Monographs of the Society for Research in Child Development.
- Landinelli, Jorge (2008). Escenarios de diversificación, diferenciación y segmentación de la educación superior en América Latina y El Caribe. En A. Gazzola y A. Didriksson, *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe* (pp. 155-178). Caracas: UNESCO-IESALC.
- León, José María Ruiz Sánchez de, Sara Fernández & Javier González-Marqués (2006). Aspectos teóricos actuales de la memoria a largo plazo: de las dicotomías a los continuos. *Anales de Psicología*, 22(2), 290-297.
- Luciana, M., H. M. Conklin, C. J. Hooper & R. S. Yarger (2005). The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescence. *Child Development*, 76(3), 697-712.
- Luna, B. & J. A. Sweeney (2004). The emergence of collaborative brain function. FMRI studies of the development of response inhibition. En Ronald E. Dahl y Linda Patia Spear (eds.), *Adolescent Brain Development. Vulnerabilities and Opportunities* (pp. 296-309). Nueva York: Annals of the New York Academy of Sciences.
- Luna, B., K. E. Garver, T. A. Urban, N. A. Lazar & J. A. Sweeney (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357-1372.
- Marshall, W.A. & J. M. Tanner (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Archives of Disease in Childhood*, 44, 291-303.

- Marshall, W. A. & J. M. Tanner (1970). Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Archives of Disease in Childhood*, 45, 13-23.
- Mead, Margaret (1950). *Coming of age in Samoa*. Nueva York: New American Library.
- Montgomery, Marilyn & James Côté (2003). College as a transition to adulthood. En Gerald R. Adams y Michael D. Berzonsky (eds.), *The Blackwell Handbook of Adolescence* (pp. 149-170). Malden, MA: Blackwell.
- Moshman, David (1998). Cognitive development beyond childhood. *Educational Psychology Papers and Publications*, 48, 947-978.
- Muuss, Rolf (1996). *Theories of Adolescence*. Sexta edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- OECD (2007). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. París: Organisation for Economic Co-Operation and Development.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. París: UNESCO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura-UNESCO (2009). Conferencia Mundial sobre la Educación Superior: la nueva dinámica de la educación superior y la investigación para el cambio social y el desarrollo. Sede de la UNESCO, París, 5-8 de julio de 2009. París: UNESCO.
- Pascarella, Ernest T. & Patrick T. Terenzini (1991). *How College Affects Students: Findings and Insights from Twenty Years of Research*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Pease, María Angélica (1999). «Lo que somos y lo que queremos ser: jóvenes limeños construyendo identidad». Tesis para optar por el grado de Licenciada en Antropología. Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias Sociales.
- Pease, María Angélica (2010). La revolución en la mente. El reto de la innovación en la educación superior. *Blanco y Negro*, 1(1), 1-10.
- Pease, María Angélica (2012). Los nuevos estudiantes universitarios: ¿qué sabemos de ellos, qué nos falta saber? En *Docencia universitaria. Reflexiones y experiencias*. Lima: PUCP.

- Pease, María Angélica (2013). El reto de conocer y de aprender en la universidad. *Mural de Letras. La generación y transmisión del conocimiento en el mundo actual*, 8(13).
- Pease, María Angélica & Deanna Kuhn (2011). Experimental investigation of the effectiveness of problem-based learning. *Science Education*, 95,(1), 57-86.
- Pease, Maria Angélica & O. Pain (2012). *Informe de investigación: características de los ingresantes a la PUCP y su relación con el rendimiento académico*. Lima: Dirección de Asuntos Académicos de la PUCP.
- Pease, M., L. Ysla & A. Cubas (2012). Mitos y realidades sobre los adolescentes y su aprendizaje. Lima: Documento de Trabajo elaborado para el Ministerio de Educación.
- Pease, M., L. Ysla & A. Cubas (2013). Balance de la evidencia existente sobre el aprendizaje en adolescentes escolares. Lima: Documento de Trabajo elaborado para el Ministerio de Educación
- Piaget, Jean (1964). *Seis estudios de psicología*. Traducción de Jordi Marfa. Barcelona: Labor.
- Piaget, Jean (1972). Intellectual evolution from adolescent to adulthood. En R. Muuss y H. Porton (eds.), *Adolescent Behavior and Society*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Pittman, Laura D. & Adeya Richmond (2007). Academic and psychological functioning in late adolescence: The importance of school belonging. *The Journal of Experimental Education*, 75(4), 270-290.
- Pozo, Juan Ignacio & Mario Carretero (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
- Pozo, J. (1994). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Rice, F. (2000). *Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura*. Novena edición. Madrid: Prentice Hall.
- Ruiz, J.M., S. Fernández & J. González (2006). Aspectos teóricos actuales de la memoria a largo plazo: de las dicotomías a los continuos. *Anales de Psicología*, 22(2), 290-297.

- Sabbagh, L. (2006). The teen brain hard at work. No, really. *Scientific American Mind*, agosto-setiembre, pp. 20-25.
- Salas, Raúl (2003). ¿La educación necesita realmente de la neurociencia? *Estudios Pedagógicos*, 29, 155-171.
- Santrock, John (2007). *Adolescence*. Onceava edición. Nueva York: McGraw Hill.
- Schneider, W. (2008). The development of metacognitive knowledge in children and adolescents: Major trends and implications for education. *Mind, Brain and Education*, 2(3), 114-121.
- Schwartz, D. & J. Bransford (1998). A time for telling. *Cognition and Instruction*, 16, 475-522.
- Schunk, Dale H. (1996). *Learning Theories: An Educational Perspective*. Segunda edición. Nueva York: Macmillan.
- Segalowitz, Sidney J., Diane L. Santesso & Michelle K. Jetha (2010). Electrophysiological changes during adolescence: A review. *Brain and Cognition*, 72, 86-100.
- Shaffer, David & K. Kipp (2007). *Psicología del desarrollo. Infancia y adolescencia*. Sétima edición. México, DF: Thomson.
- Sigelman, C. K. & E. A. Rider (2010). *Life-span Human Development*. Sétima edición. Nueva York: Cengage Learning.
- Simmons, Roberta G. & Dale A. Blyth (1987). *Moving into Adolescence: The Impact of Pubertal Change and School Context*. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter.
- Sisk, C. L. & J. L. Zehr (2005). Pubertal hormones organize the adolescent brain and behavior. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 26, 163-174.
- Soares, Ana Paula, M. Adelina Guisande, António M. Diniz & Leandro S. Almeida (2006). Construcción y validación de un modelo multidimensional de ajuste de los jóvenes al contexto universitario. *Psicothema*, 18(2), 249-255.
- Staub, F & E. Stern (2002). Nature of teachers' pedagogical content beliefs matters for students' achievement gains: Quasi-experimental evidence from elementary mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344-355.

- Steenari M.R., V. Vuontela, E.J. Paavonen, S. Carlson, M. Fjallberg & E. Aronen (2003). Working memory and sleep en 6 to 3-year-old schoolchildren. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 42(1), 85-92.
- Sturman, D. & B. Moghaddam (2011). The neurobiology of adolescence: Changes in brain architecture, functional dynamics, and behavioral tendencies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35, 1704-1712.
- Sylwester, Robert (1995). *A Celebration of Neurons: An Educator's Guide to the Human Brain*. Alexandria, VA: ASCD.
- Steinberg, L. (2011). *Demystifying the Adolescent Brain in the Transition Years. Educational Leadership*. Alexandria, VA: ASCD.
- Tamnes, C. K., Y. Ostby, A. M. Fjell, L. T. Westlye, P. Due-Tonnessen & K. B. Walhovd (2010). Brain maturation in adolescence and young adulthood: Regional age-related changes in cortical thickness and white matter volume and microstructure. *Cerebral Cortex*, 20, 534-548.
- Valsiner, Jaan (2000). *Culture and Human Development*. Londres: SAGE.
- Veroude, Kim, Jelle Jolles, Gerda Croiset & Lydia Krabbendam (2013). Changes in neural mechanisms of cognitive control during the transition from late adolescence to young adulthood. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 5, 63-70.
- Willis, Judy (2010). Current impact of neuroscience in teaching and learning. En D. Sousa, *Mind, Brain and Education* (pp. 45-68). Bloomington: Solution Tree Press.
- Zarrett, Nicole & Jacqueline Eccles (2006). The passage to adulthood: Challenges of late adolescence. *New Directions for Youth Development*, 111, 13-28.



# **BASES CONCEPTUALES DE LAS NEUROCIENCIAS**

**Luis Ángel Aguilar Mendoza**

## **INTRODUCCIÓN**

La neurociencia se define como el estudio científico del sistema nervioso. Si bien es una definición bastante corta, el término «científico» nos invita a pensar que implica un proceso complejo, ordenado y replicable de acuerdo con todas las características del método científico. Se trata del estudio interdisciplinario del sistema nervioso y su manifestación externa, el comportamiento (Delgado-García, Ferrus, Mora & Rubia, 1998), razón por la cual debemos entender la participación de una serie de disciplinas que tienen que opinar cuando se estudia el sistema nervioso. Como la neurociencia y el comportamiento van de la mano, esto constituye una ventaja para muchas carreras e inclusive para muchos profesionales.

Cuando nos referimos a la neurociencia estamos hablando básicamente sobre el sistema nervioso, pero hay que entender este sistema desde el nivel molecular hasta lo integral. Es más, la neurociencia social no solamente estudia un cerebro o un sistema nervioso en sí sino dos o más cerebros en interacción. En el estudio del cerebro y el sistema nervioso existe una serie de técnicas, aparecidas a lo largo de los últimos veinte años, que nos han ayudado a ver por qué y cómo está funcionando, como por ejemplo las técnicas moleculares para neuropéptidos (Coveñas & Aguilar, 2010).

Las nuevas técnicas han dado mucho que hablar y han sido reconocidas con muchos premios Nobel, como en el caso de la técnica imagenológica. Cuando estamos, por ejemplo, oyendo palabras, las imágenes de resonancia magnética nuclear (RMN) resaltan con rojo la zona de gran actividad metabólica, con amarillo la de menor actividad, mientras que para el resto de regiones mantendrá una actividad normal, de tal manera que oír palabras implica áreas específicas de función. Al oír palabras, las áreas se modifican y cuando vemos palabras escritas aparece más de un área.

Gracias a estos avances tecnológicos la neurociencia ha podido registrar el comportamiento de las áreas cognitivas más complejas —como es el caso del pensamiento— y ha llegado a identificar más de un área cortical específica para esta función, lo que ha permitido entender que estas áreas del pensamiento son áreas de asociación y están en la máxima jerarquía del sistema nervioso. Es posible comprobar que el sistema nervioso funciona de manera jerárquica, lo que significa que prácticamente existen determinadas zonas que dan órdenes a las demás.

## LA NEUROCIENCIA EN LA HISTORIA

Hasta 1906 se entendía al sistema nervioso de manera diferente a lo que hoy entendemos, pues se creía que dentro de la cabeza teníamos una sola célula con una serie de prolongaciones que llegaban a las partes más distantes del cuerpo. En aquella época, como no existía microscopía electrónica —pues los componentes celulares se veían simplemente con ayuda de una lupa y los que eran considerados buenos microscopios encontraban solo algunos componentes intracelulares, principalmente el núcleo— se creía que en el núcleo estaba la energía suficiente para poder vivir, pero una célula tan grande implicaba que no podía tener un núcleo concentrado sino uno disperso, a manera de red. Por esta razón esta teoría, dominante durante mucho tiempo, se denominó teoría reticularista.

Entre 1860 y 1932, Santiago Ramón y Cajal estudió el cerebro de diversos animales e incluso de humanos, mediante diversos cortes histológicos. Gracias a la observación de estos cortes se da cuenta de que el cerebro no era solo una célula sino que tenía una serie de componentes. Mediante estos, con cortes histológicos de cerebro comienza a estudiar los procesos de desarrollo e interpreta cómo podían funcionar los diversos componentes. Dicho descubrimiento es presentado en el Congreso Mundial de las Ciencias, a finales del siglo dieciocho, en Berlín, donde trata de explicar su nueva interpretación. Decía: «Señores, el sistema nervioso no es un sistema continuo si no es un sistema contiguo...». Ramón y Cajal se refería como contigüidad a la existencia de espacios que todavía no podían ser entendidos. Sin embargo, otro científico de esa época, Camilo Golgi, defendía la antigua teoría llamada reticulismo (Sabbatini, 2003).

En 1906, cuando Ramón y Cajal se desempeñaba como catedrático de la Universidad de Valladolid, recibe el premio Nobel de Medicina y Fisiología, gracias a sus nuevos aportes —teoría neuronal o neuronismo—, premio que compartió con Camilo Golgi, quien había descubierto en 1860 la técnica histológica de impregnación de sales de plata, base de lo que es la fotografía en blanco y negro. Cajal, a medida que investigaba el sistema nervioso, mejoró la técnica de Golgi con la histoquímica, lo que se reconoce como la base de la fotografía en color.

Ese premio Nobel sirvió para fundar el Instituto Ramón y Cajal en Madrid, donde sus alumnos Achucarro, Fernando de Castro, del Río Ortega, Tello, Lorente de No, entre otros, desarrollaron líneas más específicas del estudio del cerebro. Gracias a estos estudios del sistema nervioso se publicó lo que sería uno de los libros más importantes de neuroanatomía, que es usado por todas las escuelas de medicina del mundo, *El sistema nervioso del hombre y los vertebrados* (1899), tratado general en el cual Ramón y Cajal, a lo largo de los años, trabajó primero en animales para luego llegar al ser humano (por ello es que incluye

el estudio de los vertebrados). Otro de los trabajos importantes de dimensión actual es el publicado en 1928, *Degeneración y regeneración del sistema nervioso* (Ramón y Cajal, 1928); en este libro se encuentran las bases de los conceptos actuales de estimulación temprana y plasticidad. En los últimos veinte años —así como en la década de 1990— se ha avanzado mucho en el campo de la neurociencia gracias a las investigaciones y la inversión en tecnología, que han permitido entender los conceptos de Ramón y Cajal.

Al ser la neurociencia interdisciplinaria, en las escuelas de medicina y psicología —así como otras, como las de educación— se está estudiando desde el punto de vista macroanatómico, lo que permite entender las funciones y tratar de conocer la neurofisiología desde distintos enfoques. La otra perspectiva de la neurofisiología es entender el concepto de información que en la década de 1960 dio lugar a dos premios Nobel. Cuando se decía que el cerebro llevaba información de un sitio a otro parecía etéreo, por lo que esto se trató de cuantificar. La cuantificación se realiza de acuerdo a descargas eléctricas llamadas «potencial de acción» que se complementan con la velocidad de conducción nerviosa. A partir de ese momento se desarrollan una serie de líneas de trabajo que no están hechas por médicos ni psicólogos, sino por físicos e ingenieros que comenzaron a entender el concepto de información del sistema nervioso, evidenciándose el carácter interdisciplinario de la neurociencia.

Los estudios básicos se dan desde el punto de vista celular, molecular y genómico y luego integran redes neurales. Para estos estudios se utilizan humanos y animales de laboratorio (Delgado y otros, 1998; Coveñas & Aguilar, 2010; Coveñas, Sánchez, Mangas, Medina, Aguilar, Díaz-Cabiale & Narváez, 2011; Coveñas, Sánchez, Mangas, Medina, Aguilar, Díaz-Cabiale & Narváez, 2012). El estudio a nivel clínico implica tecnología un poco más complicada como la polisomnografía en el laboratorio de medicina de sueño, estudios que se hacen durante el día y cuando se está durmiendo, con dos formas de función

del cerebro, cuando el sujeto está despierto —fase de vigilia— y cuando está durmiendo —fase de sueño—, funciones del cerebro diferentes pero complementarias.

## **LA TEORÍA NEURONAL**

Esta teoría nos indica tres planteamientos clave: que la neurona es la unidad funcional del sistema nervioso, que existe una polarización funcional y una polarización trófica en el sistema nervioso, y que la información en el sistema nervioso se transforma (Delgado y otros, 1998).

Se dice que la neurona es la unidad funcional del sistema nervioso, concepto válido hasta la actualidad, ya que por convención se ha propuesto aceptar la dualidad neurona-glía. Un ejemplo de esta actividad se puede ver en un cultivo de neuronas —neuronas vivas a las cuales se les coloca por inyección (microinyección por micropipetas de vidrio) una serie de sustancias fluorescentes—. Luego se observa, por microfotografías tomadas con un microscopio confocal, solo las neuronas (más no células gliales), que viven de manera individual con la sustancia fluorescente incorporada, concluyendo la individualidad neuronal de esta teoría.

En la ley de la polarización dinámica o la polarización funcional debe entenderse que la información (potencial de acción) que receptiona la neurona se da a través de las dendritas o por el soma y sale por el axón. Este movimiento eléctrico se da a través de la membrana celular o neuronal.

Para entender la ley de la polarización trófica debemos conocer que hay sustancias o moléculas que se introducen en la neurona a nivel del terminal axónico y migran internamente de manera retrógrada hacia el soma. Esto se puede entender con un ejemplo: cuando una persona ha sufrido la mordedura de un perro con rabia en la pierna, fallece días después con una infección al cerebro o meningitis viral. Usualmente, frente a este evento los familiares se preguntan:

«¿Si mi familiar ha sufrido una mordedura de perro en la pierna por qué se muere de una infección en el cerebro?». La respuesta es que el virus ha entrado por sus nervios (axones) a nivel de la pierna, ha migrado de manera retrógrada hacia la médula espinal y una vez que ha llegado al sistema nervioso central infecta todo el sistema nervioso. Nosotros utilizamos estas propiedades de polarización para la investigación en neurociencia.

El concepto de transformación, nos dice que si tenemos un sistema nervioso central del cual sale una neurona que se conecta a un músculo, la información que lleva del sistema nervioso al músculo es la misma. Eso es lo normal. Pero cuando tenemos un sistema nervioso central y tenemos un músculo también, pero en el ínterin hay una serie de sinapsis, entonces la información postsináptica será diferente a la presináptica, habiendo sufrido una transformación. Esto nos indica que ha habido una transformación de la información, sigue siendo potencial de acción pero las frecuencias —o sea los disparos— van a ser diferentes. Por lo tanto, cada vez que un circuito pasa por sinapsis, la información se va a transformar; esta es la base del dolor y del placer. Otro ejemplo es cuando uno se come un ceviche picante: lo que interpretamos en el cerebro como picante se debe al estímulo químico que produce la capsaicina. Lo que hace este compuesto químico es activar los receptores de dolor libres, entonces el cerebro comienza a sentir *dolor*. Hay individuos que están llorando y piden más ají, «porque un buen ceviche debe tener un buen picante». En estos casos el cerebro ya no está recepcionando el dolor sino que por los circuitos ha aprendido también que necesita más ese tipo de actividad —por plasticidad y aprendizaje— y eso ocurre solo bajo un proceso de circuitos donde ha habido transformación de la información. Este mismo concepto se utiliza en memoria y aprendizaje y en los tipos de interacción que uno va a tener con el medio externo. Inclusive se ha visto que este tipo de cambios se da dentro de los circuitos cerebrales internos cuando hay procesos de adicción, por ejemplo.

## **CÉLULAS GLIALES, REDES NEURONALES, SINAPSIS Y POTENCIAL DE ACCIÓN**

Es muy importante comenzar a entender que en el cerebro no solo son importantes las neuronas; también hay que darle importancia a las otras células que no son neuronas, denominadas células gliales. Estas son familias celulares del sistema nervioso que van a dar soporte, entre otras cosas, para que las neuronas estén vivas.

La red neural no consiste simplemente en que una célula se reúna o se comunique con otra, sino que ello se realiza en conjunto dando múltiples posibilidades de comunicación. Es importante que estas neuronas puedan comunicarse entre ellas, ya que al formar las redes neurales formarán grandes circuitos que van a ser básicos para el entendimiento del comportamiento y el concepto global de lo que es el cerebro. Antes se creía que entre una célula y otra había una sola comunicación. Cuando comienzan los estudios con microscopía electrónica —hace cincuenta años— se comienzan a ver estas pequeñas densidades entre célula y célula, y cuando comienza a verse a través de la neurofisiología resulta que estas zonas de comunicación son más plásticas y participan también en la adaptación de nuestro cerebro (Van Praag, 2008). Una fotografía de microscopía electrónica con un aumento aproximado de 42 000 veces dista mucho de lo que es el dibujo de una neurona. Cuando uno dibuja una neurona se imagina que es una célula conectada con otra, cuando en realidad la sinapsis es la comunicación que hay entre las neuronas.

Las neuronas se comunican de dos formas: la primera se llama sinapsis eléctrica, y es el caso cuando están unidas prácticamente a través de una membrana (membranas contiguas) que proporciona una comunicación muy rápida; la otra se llama sinapsis química, que es el caso cuando existe un espacio entre las neuronas y para llevar información de una a otra se necesita una sustancia química llamada neurotransmisor que sale de una neurona y tiene que llegar hasta otra. Este neurotransmisor tiene que ser reconocido por receptores postsinápticos, que son

proteínas que están en la otra neurona o en el músculo. Los receptores reconocen al neurotransmisor; si no es así la información no continúa y se pierde. Por ejemplo, cuando usamos analgésicos es la vía dolorosa la que está llevando la información de dolor, y el analgésico evita que la continuidad en el transporte de la vía nociceptiva (dolorosa). Este es el principio de la neurofarmacología.

Dentro de la neurociencia hay subespecialidades, como es el caso de sinaptología —desarrollada por especialistas en sinapsis—, que refiere que las comunicaciones sinápticas son diferentes unas a otras por los tipos de neurotransmisores. Podríamos decir que una neurona puede comunicarse con otra a través de diferentes tipos de sinapsis por un neurotransmisor, pero si tiene varios neurotransmisores, participarán en diferentes tipos de sinapsis de acuerdo a las redes que participan, diferentes en tiempo y espacio. Esto tiene mayor significancia si vemos que en el cerebelo —estructura que se encarga de la coordinación motora— hay células (neuronas Purkinje) que tienen hasta 200 000 contactos sinápticos, lo que nos da una idea de su complejidad.

Para entender el flujo de información dentro del sistema nervioso debemos tener en cuenta el concepto de potencial de acción, el cual no es más que el desplazamiento de una descarga eléctrica. Los estudios nos dicen que esto responde a movimientos de los iones a través de la membrana. Estos movimientos conllevan a densidades de carga interna y externa y permiten que se desplace el flujo de información (Delgado y otros, 1998; Coveñas & Aguilar, 2010).

En la investigación con el registro de potenciales de acción el tiempo es un factor que juega en contra, ya que la descarga implica en su interpretación la apertura de un canal llamado de sodio y de otro canal llamado de potasio (entre otros). La suma de ambos tiene una secuencia en el tiempo y ello implica entender cómo se desplaza o cómo es la actividad eléctrica en la membrana dentro de una neurona.

Para contrarrestar este inconveniente, el factor tiempo es llevado a una unidad, de tal manera que un potencial de acción puede servir

simplemente para ver frecuencias, otro tipo de estudios en este caso. Gracias a los equipos y tecnología adecuada se puede estudiar una neurona viva de manera individual, la misma que puede ser de animales de laboratorio o de humanos, dependiendo cuál es el objetivo del trabajo. El procedimiento consiste en hacer quirúrgicamente un pequeño orificio en el cráneo por donde colocaremos electrodos y micropipetas de vidrio, de unas 3 o 4 micras de diámetro que registran la actividad eléctrica y permiten incluso escuchar el sonido de descarga que se emite. Cuando se comienza a escuchar este sonido peculiar, decimos que estamos registrando desde dentro de una neurona, y a partir de ese evento se comienzan a registrar diversas propiedades de descarga que caracterizan al potencial. La actividad y los disparos de potencial de acción nos indican que la neurona está viva; pero cuando se escucha por un tiempo prolongado un sonido constante junto al registro de una línea, ello nos indica que la neurona ha muerto. Aquí aparece un concepto muy importante dentro del tema educativo, la estimulación, que tiene límites en tiempo y espacio desde los niveles neuronales.

## **LA ESTIMULACIÓN DEL SISTEMA NERVIOSO**

Podemos registrar la respuesta eléctrica normal de una neurona, pero en un momento determinado podemos aumentar la frecuencia de descarga. Esta acción se llama estimulación, y produce que la neurona metabólicamente se vaya comunicando mucho. Aumentar la frecuencia de descarga por una sobre estimulación producirá un registro lineal prolongado, lo cual indica cambios en las propiedades eléctricas de la membrana o la muerte neuronal por sobre estimulación. Esta práctica demuestra que la sobre estimulación puede ser dañina, porque no hay el efecto de recuperación de membranas ni de recuperación de circuitos.

Para cada tipo de neurona existe un umbral específico, y el cerebro tiene millones de neuronas. Conocer estas propiedades nos permite entender lo que sucede cuando estimulamos grandes grupos neuronales.

Gracias al avance de la tecnología hoy en día podemos trabajar con neuronas de manera independiente y a la vez representar este tipo de respuestas eléctricas, como en histogramas post estímulo. Este registro es como una huella digital de una neurona, pues cada neurona es diferente de acuerdo a la carga genética que lleva. Esto se puede estudiar de manera grupal, como por ejemplo descargas de grupos dentro de grupos neurológicos como en el colículo inferior del sistema nervioso central auditivo.

El sistema nervioso responde bien frente a un primer estímulo, pero se trata de un sistema cambiante, pues es un ente dinámico. Por ejemplo, un individuo frente a una diapositiva inmediatamente comenzará a ver las palabras, oír, pensar y otras funciones. Todas esas actividades no se hacen de manera separada —por el contrario se realizan juntas—, por lo que podemos hablar de un cerebro que funciona desde diversos tipos de circuitos a la vez.

El cerebro, aparte de ser dinámico, trata de adaptarse al medio externo, por lo que es un cerebro plástico que ante cualquier actividad en el sistema nervioso comenzará a generar una respuesta adaptativa. El caso de personas que han sufrido graves lesiones a nivel del sistema nervioso —como el de la niña Romina que quedó cuadripléjica en un asalto— o de enfermedades degenerativas —como el Parkinson— son ejemplos que permiten entender este principio.

En la enfermedad del Parkinson se produce la muerte de un grupo de neuronas que sintetizan un tipo de neurotransmisor. Uno de los tratamientos aplicados a pacientes con Parkinson que generó gran expectativa fue el implante de células madre de otro cerebro, ya que se suponía que recién se iban a diferenciar. Uno de los pacientes sometidos a esta práctica comenzó a mostrar una aparente mejoría, pero poco tiempo después comenzó a declinar. Esto se dio porque el cerebro no se adaptó a estas nuevas células —o por el contrario las células madres no se adaptaron a él— por múltiples causas. También a estos pacientes se les pusieron electrodos conectados a computadoras con *software* especial

que les permitía hacer en ese momento sus actividades. Sin embargo, al ser desconectados regresaban a su estado clínico inicial y ese proceso de aparente mejoría duró solo un tiempo. Por lo visto en estos ejemplos el cerebro al adaptarse al medio externo se adapta a las células madre o a los electrodos, pero luego fracasa.

Siguiendo estos patrones estamos frente a la expectativa de la evolución de la niña Romina, la cual está siendo tratada con una técnica de estimulación nueva que provocará una adaptación cerebral a partir de determinados estímulos. No nos debería llamar la atención sin embargo que después de unas semanas nuevamente recrudezca el daño y la niña regrese a sus condiciones reales, pues lo que se está aplicando son solo técnicas.

## **CONOCIMIENTOS ACTUALES DE NEUROGÉNESIS**

El sistema nervioso comienza a formarse a partir de la tercera semana de vida intrauterina, es el primer sistema en formarse, pero también el último que llega a madurar (aproximadamente a los 20 años). Para el estudio del proceso de desarrollo del sistema nervioso se tiene una serie de técnicas que nos permiten entender cómo se forman estas redes neurales en un cerebro en desarrollo, como consecuencia de migraciones radiales o tangenciales guiadas por neuronas o células gliales. Esto quiere decir que en el proceso de desarrollo hay unos pocos sitios donde se comienzan a formar las neuronas. Eso explica por qué los seres humanos somos una especie de «gusano» en las primeras semanas de nuestro desarrollo embrionario y en las últimas semanas la parte cefálica se ve aumentada por una mayor migración neuronal, razón por la que nacemos «cabezones», con una médula espinal muy fina.

Gracias a determinadas técnicas se ha podido observar en cerebros fetales que antes de las neuronas están las células madres y posteriormente las células progenitoras. Estas células progenitoras (Delgado y otros, 1998) tienen dos objetivos: formar células gliales —encargadas de ayudar

a la neurona a mantenerse viva— o formar neuronas —encargadas de llevar información—. Sin embargo, esta formación de neuronas jóvenes y células gliales también se ha visto en cerebros adultos.

A través de las investigaciones en neurociencias se ha podido colocar a las células progenitoras marcadores bioquímicos importantes que permiten determinar la forma como han migrado, hasta dónde han llegado y el tiempo que demoró el proceso, aunque lo interesante es saber que esas migraciones en adultos se hacen también durante la fase de sueño, momento en el cual se repara el cerebro.

La neurogénesis también se ha visto en cerebros adultos (neurogénesis postnatal). Esto quiere decir que tenemos y estamos formando células jóvenes permanentemente, aunque ya no con la misma avidez. Esto depende de ciertos núcleos que ya están identificados: el hipocampo, que tiene mucho que ver con aprendizaje y memoria; la amígdala, relacionada con el aspecto emocional; la sustancia gris periacueductal, con factores estresantes; y el bulbo olfatorio, con el proceso gripal.

Para comprender la neurogénesis durante la gripe, el segundo o tercer día incrementa notoriamente la mucosidad y con ella caen pedazos de neuronas del bulbo olfatorio, razón por la cual la parte olfatoria queda afectada. Cuando se intenta oler la comida nos damos cuenta de que no huele como realmente es hasta después de cuatro días, tiempo en el cual nuevamente han crecido esas partes de neurona perdidas. Este es un ejemplo también de plasticidad neuronal.

## IMPORTANCIA DE LAS NEURONAS ESPEJO

En el caso de las neuronas espejo se ha visto que están ubicadas en determinadas zonas que son plásticas: el hipocampo, el núcleo precortical que participa en los procesos de memoria y la zona de la sustancia gris periacueductal (Rizzolatti, Fadiga, Gallese & Fogassi, 1996), lo que nos indica que también estamos formando neuronas espejo todo el tiempo —incluso en el cerebro adulto—, ya que en esas zonas las neuronas

están sujetas a las propiedades descritas anteriormente. Gracias a estas neuronas espejo es que podemos seguir aprendiendo. Esta es una posibilidad que se da básicamente en relación a los sistemas sensoriales; las neuronas espejo visuales que permitieron el inicio del estudio; las neuronas espejo auditivas, de donde se obtiene la información auditiva; neuronas espejo olfatorias, las cuales migran hacia las zonas cerebrales del gusto y a las sensoriales. Por lo tanto, la gran ventaja de las neuronas espejo es que nos ayudan a entender la posibilidad de aprendizaje durante todo el proceso de desarrollo y envejecimiento cerebral.

### **EL APRENDIZAJE DESDE LA NEUROCIENCIA**

Para la neurociencia el aprendizaje es un cambio de comportamiento a través de una experiencia, pero también tiene que haber un cambio en la elaboración de los mapas cognitivos —estrategias de respuesta frente a un problema— y en las redes neurales. Hay tres aspectos importantes que la neurociencia toma en cuenta para el concepto de aprendizaje: cambio en el comportamiento, cambio en mapas cognitivos y cambio en las redes neurales. El concepto implica el comportamiento final luego de tomar en cuenta estos tres aspectos.

Las redes neurales que en el caso del aprendizaje se han estudiado bien, son redes que van por núcleos profundos —hipocampo y amígdala entre otros— y cerebelo, que van relacionados con la corteza cerebral. Estos circuitos son macro circuitos y se ha visto que mediante su estímulo se aumenta la experiencia en el cerebro y las redes se van modificando. A eso se le llama plasticidad (Aguilar, Espinoza, Oruro & Carrión, 2010). Los estudios demuestran que el cerebro nunca deja de aprender hasta el día en que se muere, al margen del proceso de envejecimiento —sabiendo que el cerebro empieza a envejecer más o menos a los 28 años ineludiblemente—, proceso bioquímico en el cual las neuronas ya no son compensadas por sus sistemas detoxificadores, como sucedía antes de los 28 años.

## LA LLAMADA GIMNASIA CEREBRAL

El concepto de gimnasia cerebral nace en la década de 1970 al observar que si se activaba una vía específica —como la visual— se formaban más sinapsis (estimulación visual). Se llegó a la conclusión de que a medida que se realizaban más sinapsis el cerebro comenzaba a activar otros circuitos. En la parte auditiva vieron que cuando se escuchaba determinado tipo de música —luego se hicieron estudios por frecuencias y tonos puros— también había mayor actividad y aumento de sinapsis auditivas. Con la neurobiología molecular se descubre que hay muchas neuronas que hacen y forman más sinapsis de las que se utilizan, las llamadas sinapsis silentes —silenciosas—, que se van a utilizar cuando sea necesario.

Usualmente en la clínica se ve que después de un accidente cerebro vascular (ACV) en el que una parte del cerebro ha sufrido un infarto cerebral, la parte análoga en el hemisferio contralateral asume las funciones de la zona infartada. Esto es plasticidad cerebral, en esta zona las sinapsis silentes comienzan a funcionar.

El cerebro responde en función de los tipos de estímulo que recibe a lo largo del proceso de desarrollo y para ello hay que conocer cuáles son las ventanas o los momentos en los cuales este cerebro está más dispuesto para un tipo de aprendizaje particular. Se ha visto que entre los 3 y 5 años de edad el cerebro responde bien para el aprendizaje de una segunda lengua (Nicolai, 1999; Torres, 2005), y el cerebro no tiene codificado el dejar de los que aprenden un idioma más adelante. El cerebro puede aprender otro idioma después de esta etapa pero utilizará otras estrategias y otro tipo de redes neurales mas no las iniciales, que son las redes del lenguaje materno.

Cuando se habla de gimnasia cerebral da la impresión de que tiene la finalidad de activar todo el cerebro. No todo el cerebro está activo de manera homogénea, lo está en función de los estímulos del momento. El cerebro solo tiene cinco formas de entrada de información, que son

los cinco sentidos. Individualmente se da mayor entrada por uno o por otro, lo que conocemos como estimulación. En este sentido la gimnasia cerebral es parte de un precepto falso, donde nos dicen: «...Muy bien, vamos a hacer funcionar más el cerebro, vamos a sacar más del 10% de utilización...». Es claro que esto está basado en un mito o una falacia. Otro ejemplo es lo ocurrido en un congreso de neuroeducación donde trataron de explicar algunos proyectos basados en la gimnasia cerebral: «[...] queríamos que los niños desarrollen las habilidades motoras [...] entonces hicimos todos los ejercicios para que su sistema motor mejore». ¿A quiénes estaban dirigidos estos trabajos? A niños que nacieron con problemas motores.

La llamada gimnasia cerebral consiste en estimulaciones dirigidas. Puede lograr buenos resultados —como el tratamiento por problemas de dislexia—, sin embargo se ha visto que el concepto de estimulación dirigida está siendo vendido como gimnasia cerebral. Incluso algunas entidades americanas que han venido al Perú lo ofrecen con respuestas unitarias: «Hay un niño que siguiendo esto está en tal universidad, otro aprendió tres idiomas a los cuatro años», y cuando se les hace la consulta acerca de si hay un estudio poblacional para identificar la media u otro estudio estadístico, desaparecen.

## **DISCUSIÓN/CONCLUSIONES**

Las definiciones versadas en el presente trabajo servirán de apoyo en la búsqueda de respuestas para el mejoramiento de los aprendizajes de los estudiantes universitarios y permiten plantear una postura crítica hacia lo desarrollado hasta el momento.

La interdisciplinariedad de la neurociencia tiene la ventaja de representar una oportunidad para que todos los profesionales puedan aprender las bases de este sistema y dar una opinión luego de estudios de carácter científico, entendiendo la interdisciplinariedad como distintas disciplinas que discuten o aportan a los hallazgos de las neurociencias.

Lo mejor y lo más importante en este campo es continuar investigando y actualizándonos con el objetivo de alcanzar un soporte científico en el entorno social, académico y científico. Debemos tener mucho cuidado con la información que se difunde y las inferencias derivadas de estudios en relación al sistema nervioso, ya que, como hemos visto, dentro de los seres vivos este es el sistema anatómico fisiológico más complejo y la falta de responsabilidad hace que veamos mitos o falacias como verdades muchas veces absolutas que pueden conducir a aplicar programas educativos que llevan a confusiones.

### LECTURAS SUGERIDAS

- Aguilar, Luis (2012). *Avances en neurociencias del sueño*. Lima: Universidad Femenina del Sagrado Corazón (UNIFE).
- Aguilar, Luis, S. Malmierca, R. Coveñas, E. A. Lopez-Poveda, G. Tramu & M. Merchan (2004). Immunocytochemical distribution of Met-Enkephalin-Arg6-Gly7-Leu8 in the auditory system of the rat. *Hearing Research*, 187(1-2), 111-121.
- Aguilar, Luis, S. Malmierca, R. Coveñas, E. A. López-Poveda & M. Merchan (2003). Distribución del neuropeptido Met-8 en el sistema auditivo central de la rata: estudio immunocitoquímico. *Revista de Neurología*, 37(11), 10-91.
- Clarke Julia, Martín Cammarota, Agnés Gruart, Ivan Izquierdo & José María Delgado-García (2010). Plastic modifications induced by object recognition memory processing. *PNAS*, 107(6), 2652-2657.
- Gheusi Gilles & Christelle Rochefort (2002). Neurogenesis in the adult brain. Functional consequences. *Journal de la Société de Biologie*, 196, 67-76.
- Goswami, Usha (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 1-14.
- Gómez-Fernández, Lázaro (2000). Plasticidad cortical y restauración de funciones neurológicas: una actualización sobre el tema. *Revista de Neurología*, 31(8), 749-756.

- Gruart, Agnés (2008). ¿Por qué es el cerebro humano tan bueno para aprender y pensar? *El ser humano* (pp. 195 y ss.). Córdoba: Biblioteca Ben Rosch de Divulgación Científica y Tecnológica.
- Hebb, Donald Olding (1949). *Organización de la conducta*. Trad. Tomás del Amo Martín. Madrid: Debate.
- Johnson Jacqueline & Elissa Newport (1989). Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive Psychology*, 21, 60-99.
- Klein, Stephen (2003). *Learning. Principles and Applications*. Tercera edición. Londres: Spring.
- Marcos, Pilar, María del Mar Arroyo-Jimenez, Luis Angel Aguilar & Rafael Coveñas (2011). Mapping of tyrosine hydroxylase in the alpaca (*Lama pacos*) brainstem and colocalization with CGRP. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 41, 63-72.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, Luis, Grace Espinoza, Enver Oruro & D. Carrión (2010). Aprendizaje, memoria y neuroplasticidad. *Temática Psicológica*, 6(1), 7-14.
- Coveñas, Rafael & Luis Ángel Aguilar (2010). *Avances en neurociencia. Neuropeptidos: investigación básica y clínica*. Lima: Fondo Editorial UPC.
- Coveñas, Rafael, Manuel Sánchez, Arturo Mangas, Luis Enrique Medina, Luis Angel Aguilar, Zaida Díaz-Cabiale & José Ángel Narvaez (2012). Mapping of CGRP in the alpaca diencephalon. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 45, 36-44.
- Coveñas, Rafael, Manuel Sánchez, Arturo Mangas, Luis Enrique Medina, Luis Angel Aguilar, Zaida Díaz-Cabiale & José Ángel Narvaez (2011). Mapping of somatostatin-28 (1-12) in the alpaca diencephalon. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 42, 89-98.
- Delgado-García J.M., A. Ferrus, F. Mora & F. Rubia (1998). *Manual de neurociencia*. Madrid: Síntesis.
- Merchan, M., Luis Aguilar, E. A. López-Poveda & S. Malmierca (2003). Densitometría y morfometría del colículo inferior de la rata: estudio con GABA y glicina en secciones semifinas. *Revista de Neurología*, 37(12), 11-45.

- Nicolai, María Rosa (1999). De los aprendizajes escolares: lectura; memoria semántica; estructura de conocimientos. *Fonoaudiológica*, 45(1), 64-67.
- Ramón y Cajal, Santiago (1899). *El hombre y los vertebrados*. Madrid: Nicolás Moya.
- Ramón y Cajal, Santiago (1928). *Degeneración y regeneración del sistema nervioso*. Londres: Oxford University Press.
- Sabbatini, Renato M. E. (2003). Neurons and synapses: The history of its discovery. *Brain and Mind Magazine*, 17.
- Rizzolatti, Giacomo, Luciano Fadiga, Vittorio Gallese & Leonardo Fogassi (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131-141.
- Torres, José Ramón (2005). El mito del periodo crítico para el aprendizaje de la pronunciación de un idioma extranjero. *Phonica*, 1, 1-9.
- Van Praag, Henriette (2008). Neurogenesis and exercise: Past and future directions. *Neuromolecular Medicine*, 10, 128-140.

## **ADOLESCENCIA EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

**Mary L. Claux**

### **INTRODUCCIÓN**

La adolescencia es una etapa del desarrollo bastante desatendida y desvalorada, sobre la cual se han creado muchos mitos. Muchas veces se atribuye que se trata de una fase llena de problemas; sin embargo, es un período por el que pasan todas las personas en su transición hacia la adultez. Es un tema vasto y resulta difícil sintetizar todo lo que acontece en esta edad. En ese sentido, se hace necesario abordar las tareas de desarrollo que se dan en este momento y que responden a cambios observados desde la pubertad, de modo que se pueda tener una perspectiva global de lo que acontece en esta población.

El presente artículo resume los cambios y consistencias así como las tareas de desarrollo que se dan en respuesta a los mismos en los diversos dominios evolutivos (biológico, cognoscitivo, moral, social, entre otros) durante la adolescencia y su importancia en el contexto de la educación superior.

## LA PERSPECTIVA DE LA PSICOLOGÍA DEL DESARROLLO

Antes de tocar el tema de la adolescencia, es importante presentar cómo se entiende el desarrollo desde la perspectiva psicológica, dado que esta concepción puede variar o tener matices según las distintas disciplinas. Algunos ven el desarrollo desde lo macro, socioeconómico y como algo que difiere entre un grupo humano u otro. Desde la psicología, se entiende básicamente como cambio o condición que, debido al paso del tiempo, hace que una persona sea como es, en un dominio específico (físico, intelectual, social, moral, entre muchos) y en un momento determinado. Las teorías del desarrollo de esta disciplina proporcionan información sistemática, lo que permite la comprensión de cómo y por qué las personas cambian a medida que envejecen (Berger, 2007; Santrock, 2007; Rice, 2000; Shaffer & Kipp, 2007); en otras palabras, el cambio está ligado a la edad. Es más, muchos podemos pensar que el envejecimiento se da cuando estamos viejos, cuando aparecen las canas, las arrugas o los achaques, pero en realidad empezamos a envejecer a distintas edades dependiendo de qué aspecto se esté teniendo en cuenta. Por ejemplo, se puede considerar que uno empieza a envejecer desde el nacimiento en algunos tipos de células, desde los 7 años en algún tipo de tejido, desde los 16 años en flexibilidad, desde los 30 años en fortaleza física, y así en muchos otros aspectos. Estos ejemplos se refieren a edades en las que empieza o arranca un declive, aun cuando todavía no sean evidentes estos cambios. ¿En qué y cuándo envejecemos? El envejecimiento en psicología no se centra solo en todas esas manifestaciones de deterioro sino en todo lo que ocurre con el paso del tiempo, sin que necesariamente se den evidencias externas o visibles de lo que está ocurriendo en la persona. Entonces, el desarrollo se concibe, en primer lugar, como los cambios ligados a la edad, al paso del tiempo o los años, que implican transformaciones en forma, procesos y patrones; y, en segundo lugar, como consistencias o permanencias de aquello que no cambia a pesar del paso del tiempo.

Al definir el desarrollo también se habla de variaciones en cuanto al grado, extensión o sentido del cambio o de la permanencia; no se presenta de modo lineal y no siempre los cambios implican avances, ya que pueden darse momentos de estancamiento o decrecimiento. En realidad en el desarrollo de una persona están implícitas ganancias y pérdidas, o sea, en este paso por los años ganamos algunos aspectos y perdemos otros (Rice, 1997).

La psicología del desarrollo, en un inicio, se dedicaba exclusivamente a la descripción de los cambios que se daban o se deberían dar en el tiempo, como por ejemplo, a qué edad se esperaría que un infante camine, o a qué edad ocurriría la menarquia o la menopausia. A partir de esta aproximación se obtuvo una relación de todos los cambios que pudieran darse a determinada edad. En la actualidad, esta disciplina va más allá y trata de explicar cuáles son los procesos que subyacen a los cambios y permanencias. Por ello, Baltes, famoso psicólogo suizo, director del instituto Max Planck, no solo enfatizó que el desarrollo se da a través de todo el ciclo vital (desde la concepción a la muerte), sino también planteó la existencia de tres grandes procesos que empujan el desarrollo en una persona: la selección, la optimización y la compensación (Baltes, 1997; Baltes, Staudinger & Lindenberger, 1996).

El primero hace énfasis en cómo las personas seleccionamos entornos, amigos, temas, carreras, entre muchos otros aspectos y lo hacemos a lo largo de toda nuestra vida. Para que esto ocurra es importante y necesario que se dé un proceso psicológico de autoconocimiento en general, que permita identificar habilidades, afinidades, comodidades, valoraciones y muchos otros aspectos del desarrollo del sí mismo. Por ejemplo, la experiencia de éxito: si a uno le va bien en algo, siente motivación y un gusto especial por esa actividad, mientras que si le va mal, ya no va a querer nada con esa actividad y experimentará frustraciones. Esta representación del sí mismo es una condición que orienta el proceso de selección.

El segundo proceso, la optimización, ayuda a la adaptación de la persona ante las demandas del entorno y trayectorias que selecciona. Un claro ejemplo se ilustra en los múltiples roles que tiene que asumir una madre en edad adulta intermedia, con hijos pequeños, padres adultos que atender y que además debe trabajar. ¿Cómo logra cumplir con sus múltiples tareas, como levantarse, preparar el almuerzo, preparar a los chicos, salir a trabajar, visitar a los padres, etcétera? Todo esto y más, lo hace de una manera que optimiza su comportamiento (lo que no implica que todas las mujeres sean eficientes). El ser humano busca optimizar comportamientos con el paso de los años, y es obvio que ello implica aprendizajes y volverse estratégico.

En cuanto a la compensación, Baltes enfatiza su importancia para mantener un balance entre ganancias y pérdidas que se dan con el paso del tiempo. Como ya he mencionado, no todos los cambios son pérdidas, también se dan ganancias que las compensan. Por ejemplo, ante la pérdida de visión, tengo que usar lentes, si ya no puedo caminar ni correr a la velocidad o en la manera como lo hacía antes, tengo otras ganancias que compensan esto. El ser humano ha buscado generar herramientas para compensar muchos cambios que se dan con el paso del tiempo, como son las ayudas visuales o auditivas. Pero también existen cambios o pérdidas psicológicas, como por ejemplo perder a seres queridos, pérdidas por frustraciones o por la elección de metas. Tener que optar por una de dos metas igualmente atractivas significa que alguna no se va a dar. En esos cambios se compensa, perdí una opción, pero gané otra. Esto lleva a la sensación de ir desarrollándose a lo largo de toda la vida, inclusive hasta la adultez mayor. «Aún sigo siendo productivo, sigo siendo funcional, perdí esto pero lo compenso con esto otro». Se va compensando porque se van adquiriendo otras habilidades, otras perspectivas, se va adquiriendo sabiduría, definiéndola como lo hacen los orientales como «la capacidad de ver los infinitos matices de las cosas» (Berger, 2009). Para la psicología, desarrollo implica esa naturaleza de cambios.

Desarrollo también implica mayor complejidad. Podemos observarlo en la manera como un niño entiende una frase a diferencia de cómo lo hace un adulto o, inclusive, cómo este último puede darle un doble sentido o entender las frases ambiguas en todos los sentidos posibles. Lo vemos también en el pensamiento, cuando pasa de los primeros esquemas basados en la acción hasta elaboraciones creativas que ocurren más adelante con el paso de los años.

Por otro lado, también es posible identificar mayor complejidad en los aprendizajes. Por ejemplo, cuando se aprende matemáticas de lo más simple a lo más complejo, aun cuando sea el mismo contenido con el que uno se topa en diferentes momentos de la vida; lo que se aprende en un momento como algo elemental luego se transforma en un conocimiento mucho más complejo (Berger, 2009). Por esto, puede ser importante que en el sistema educativo se regrese a tocar los mismos temas en diferentes momentos o edades, pero no por simple repetición sino propiciando que se vaya construyendo con mayor complejidad ese mismo conocimiento así como el desarrollo de una mayor capacidad de elaboración cognitiva de ese material. Muchas veces el sistema educativo ha repetido la información, pero no ha planteado una secuencia de incremento de la complejidad.

Hay otro proceso que ocurre con el paso de los años, que es la maduración, como patrón biológico que se va a dar de todos modos en todas las personas por ser parte de la especie humana. Se podría decir que un ser humano está ligado a un patrón biológico que explica el desarrollo de muchos dominios, como por ejemplo, en lo fisiológico, la menarquia o la menopausia, en el funcionamiento de los órganos, en el deterioro de algunos sentidos, etcétera. Estos cambios, o también permanencias, dependen principalmente de la carga filogenética. Hay que tenerlos en cuenta porque lo que vamos a ver ahora es cómo la adolescencia arranca con un cambio maduracional neto, la pubertad como patrón biológico.

Un tema de estudio importante para la psicología del desarrollo es la consistencia o permanencia, es decir lo que se mantiene estable con el paso del tiempo. Se pueden dar varios tipos de consistencias. Una es la relativa, cuando una persona, respecto de una característica en particular, se ubica en una posición de la curva normal dentro de una población en un momento de su vida y mantiene esa misma posición a pesar del paso de los años. Un ejemplo de este tipo de consistencia es la medida o puntuación relativa del coeficiente intelectual (CI) obtenida en la niñez y que se mantiene relativamente igual en la adolescencia y adultez. Otro tipo de consistencia es el valor absoluto, como por ejemplo la talla, que se mantiene estable a lo largo de toda la adultez. También está la consistencia de patrón, que se refiere a la constancia de valores de comparación entre dos atributos. Por ejemplo, si en la niñez se es bueno en ciencias y no tanto en letras, se mantiene este mismo patrón a lo largo del tiempo. Un último tipo de consistencia la explican los rasgos, que se mantienen estables a pesar de que la persona pueda haber aprendido a modificar su comportamiento según el entorno. Por ejemplo, el rasgo de personalidad introvertida se mantiene a lo largo de la vida, aun cuando la persona demuestre no ser introvertida en determinados ambientes a los que se ha adaptado; si cambia de ambiente, aflora el rasgo de introversión.

### **LAS TAREAS DEL DESARROLLO EN LA ADOLESCENCIA TARDÍA**

Baltes (1997), en su modelo del ciclo vital, hacía hincapié en que ninguna etapa tiene supremacía sobre otra, considerando a todas como importantes, y que cada una tiene que cumplir funciones o tareas particulares de desarrollo. Bajo esta lógica, al ser la adolescencia una fase de transición entre la infancia y la adultez y a la vez etapa natural de aprendizaje y ajuste (Crone & Dahl, 2012), se hace necesario abordar sus tareas de desarrollo vinculándolas con los cambios observados desde la pubertad hasta otros dominios cognoscitivos, sociales y de representación del sí mismo.

## **Desarrollo físico/biológico**

Al estudiar el desarrollo durante la adolescencia, lo primero que se tendría que preguntar es en qué momento se inicia. ¿Cuál es el hito de transición entre la niñez y la adolescencia? Lo que definitivamente marca el inicio de esta transición es la pubertad (Crone, 2009; Crone & Dahl, 2012), no solo por los cambios físicos notorios y drásticos, como la forma del cuerpo, talla, potenciales físicos, entre otros, sino por el rápido trayecto hacia la madurez sexual. Esa es la meta o tarea de desarrollo de este cambio maduracional. La edad de aparición de los mismos puede ser bastante variable debido a muchos factores, como los ambientales —se habla de que en tiempos de guerra se pospone el inicio o se adelanta—; los culturales, en donde la edad de aparición de los signos exteriores de la pubertad varía; o las diferencias individuales que se observan dentro de una misma cultura o grupo de personas, donde hay personas que maduran más temprano y otros a más tardía edad, dependiendo básicamente de la herencia o trayectorias particulares (Berger, 2007). Estos cambios se inician con la manifestación abierta del estirón en el crecimiento en la adolescencia temprana, que podría generar cierto malestar y *discomfort* con el propio cuerpo, por sentir que nada le queda o que no gusta la apariencia física. Es importante señalar que el tipo de desarrollo físico que se da al inicio de la adolescencia es diferente a como se ha dado en etapas anteriores. Por ejemplo, durante el embarazo el desarrollo es caudo-cerebral porque empieza con el tubo neural, en la infancia es céfalo-caudal, en la niñez es próximo-distal, del tronco hacia las extremidades, y en la adolescencia es distal-próximo. ¿Qué es lo primero que crece en la adolescencia? Las manos y los pies, después las extremidades y por último el tronco. Entonces, eso lleva a un cuerpo medio raro, larguchos por un lado y comprimidos en la parte del tronco. Esta forma de cambiar tiene una razón de ser, porque lo último que empieza a desarrollarse son los órganos que están en el tronco. Lo que se observa es un crecimiento acelerado del esqueleto que provoca un ajuste psicológico (Coleman & Hendry, 2003;

Craig & Baucum, 2001). El adolescente pasa por el proceso de ajuste psicológico a todos estos cambios en la apariencia desproporcionada, así como en el potencial de su cuerpo porque también empiezan a crecer los músculos y los órganos de los sistemas, lo que lleva a una mayor capacidad de funcionamiento.

Los cambios son producto de la producción de una proteína llamada leptina. El cerebro dispara la señal con la producción de la leptina, que luego afecta a los distintos órganos, como las gónadas que producirán en los hombres la testosterona y en las mujeres el estrógeno (Spear, 2000). Es importante señalar que esta se produce por la acumulación de grasa en el cuerpo. Por ello, justo antes de la pubertad se puede observar que los niños y niñas se ven como empaquetaditos, debido al incremento de grasa. Una niña de esa edad podría pensar por qué se le deja engordar tanto, pero así es la naturaleza y si no acumula grasa no se dispara la pubertad. Por eso, los chicos o chicas que tienen problemas de anorexia o demasiada delgadez presentan un inicio tardío de la pubertad o, en casos extremos, ni siquiera se inicia y se presentan síntomas de amenorrea (Berger, 2007).

Además de centrarse en el aspecto puramente biológico, es importante saber que existen factores que podrían estar afectando la edad de inicio de la pubertad. Algunas investigaciones han demostrado que esta ocurre a más temprana edad cuando las relaciones familiares son más conflictivas y, en las mujeres, cuando el padre biológico no está presente (Berger, 2007). La convivencia con un hombre en casa podría jugar un papel importante en la producción de óvulos; por ejemplo, cuando una mujer pernocta con un hombre de manera continuada, ovula más regularmente, o cuando las mujeres conviven en una habitación por un tiempo prolongado se sincronizan sus menstruaciones, como en los dormitorios de las universidades en los Estados Unidos donde se realizaron estos estudios, cambio atribuido a las feromonas (Stern & McClintock, 1998; McClintock, 1971). En los hombres, la maduración temprana está asociada con ser los más populares, lo que trae

como consecuencia un mejor ajuste psicológico posterior; en cambio, el desarrollo tardío se relaciona con una autoestima más baja o un sentimiento de inadecuación (Coleman & Hendry, 2003; Berger, 2007). La pregunta que surge frente a estos hallazgos es ¿qué viene primero, estas condiciones personales o la maduración? Porque, efectivamente, el desarrollo tardado en varones podría también traer como consecuencia un problema de inadecuación en su autoestima.

Por otro lado, hay que considerar que el efecto de haber desarrollado la pubertad a más temprana edad varía según el género. Los hombres se ven psicológicamente favorecidos, debido a que mejoran su imagen corporal, estatus social, autoestima, entre otros aspectos. Sin embargo, estos mismos púberes también podrían estar en riesgo de tener efectos negativos, como involucrarse en actos delictivos, consumir drogas o tener precocidad sexual, probablemente, porque al madurar más tempranamente tenderían a parar con jóvenes mayores que ellos, los que los introducirían a experiencias y decisiones no propias de su edad. En las mujeres, estas consecuencias son más bien negativas. Aunque al inicio pueden experimentar mejor estatus social, especialmente por la popularidad frente a los chicos mayores, a la larga la influencia de desarrollar tempranamente podría llevarlas a mayores riesgos de promiscuidad, embarazos precoces e infecciones de transmisión sexual, así como baja autoestima, por ser más bajas en talla y por tener mayor acumulación de grasa. El caso de una pubertad muy adelantada en la mujer podría llevar a una serie de complicaciones psicológicas más tarde en la adolescencia media o tardía (Berger, 2007), provocando una crisis de identidad.

El desarrollo demorado es mucho más positivo; en mujeres se sienten bien por considerarse más atractivas al ser más altas y espigadas. En los hombres, esta demora podría provocar una crisis de identidad inicial, pero que se supera rápidamente más adelante en la juventud o adulterz joven, al recuperar la contextura física.

A partir de lo señalado sobre el desarrollo biológico, lo relevante es el ajuste psicológico que se tiene que dar como tarea del desarrollo para lograr enfrentar dichos cambios. Sin entrar en mayores detalles, se tendría que resaltar el efecto de la pubertad en los estados afectivos. Al respecto, mucho se habla sobre que los cambios hormonales son los que producen inestabilidad emocional; sin embargo, no hay nada que compruebe esto. No son las hormonas las responsables de los cambios en los estados de ánimo. En todo caso, podrían darse otros ajustes, como el desarrollo de los procesos de cognición social o cognoscitivos (Crone & Dahl, 2012). No existe relación entre estados depresivos y cambios hormonales, al menos no en este momento de la vida de una persona. Tampoco existen cambios marcados en los estados de ánimo o afectivos debido al paso de la niñez a la adolescencia. Los cambios marcados son de tipo físico y biológico. No porque se entró en la adolescencia se va a tener un estado afectivo totalmente distinto al que se tenía cuando se era niño, esto es importante de resaltar para romper algunos mitos que se dan sobre la adolescencia. Sí es verdad que durante la adolescencia podría haber mayor inestabilidad en el estado afectivo que en la adultez, porque aún se está en proceso de adaptación o ajuste a los cambios.

El proceso desde el momento en que ocurren los primeros cambios físicos visibles, como el crecimiento de las manos y los pies tanto en hombres como en mujeres, hasta que se dan todos los cambios secundarios de la pubertad, que llevan al cuerpo de una mujer u hombre adulto, pueden transcurrir entre dos y dos años y medio. Desde que salta el botón del pezón hasta la menarquia —término para denominar a la primera menstruación—, se dan más o menos dos años y medio. Esto denota que se han estado dando una serie de cambios hormonales previos durante la niñez, sin que esto sea evidente. Por lo tanto, no es que desde el momento que se tiene un cuerpo de adolescente recién se están dando los cambios hormonales. Estos cambios hormonales se dan desde mucho antes pero nadie habla de cómo están afectando al

estado afectivo de los niños. Esto demuestra que son otros asuntos los que podrían afectar los estados afectivos de un adolescente, más de tipo social y de ajuste psicológico.

Otro tema que recientemente se está estudiando y que se ha enfatizado mucho en cuanto a desarrollo biológico, se refiere a los cambios en el cerebro adolescente. El desarrollo de la materia blanca en el cerebro continúa dándose con un crecimiento que avanza desde la zona occipital hacia la zona frontal. Este cambio aumenta la eficiencia del cerebro en cuanto a rapidez y conexiones, tanto en el cuerpo calloso —que permite la conexión entre hemisferios— como entre neuronas (Giedd, 2009; Johnson, Blum & Giedd, 2009; Lenroot & Giedd, 2006).

Si bien en la niñez ha habido un incremento significativo de conexiones cerebrales y, como consecuencia, un crecimiento muy grande de materia gris que explicaría el aumento de la capacidad para registrar información en la memoria, los estudios de imágenes cerebrales han descrito que al inicio de la adolescencia se empieza a dar una especie de poda de conexiones de distinta magnitud en las diferentes zonas del cerebro. Muchos se han preguntado por qué ocurre este fenómeno y se ha llegado a la aceptación de que se trata de un proceso de maduración del cerebro que lleva a que funcione de manera mucho más eficiente (Casey, Jones & Somerville, 2011; Anderson, Anderson, Northan, Jacobs & Catroppa, 2001; Blakemore, 2008). Utilizando una analogía, sería similar a cuando se tiene muchos aparatos conectados y se hace un enredo de cables que se cruzan por todos sitios generando sobrecarga; en esos casos, por lo general, se toma la decisión de desconectar todos los cables para ordenar las conexiones y, además, poner un cable con mayor capacidad, para que todo fluya de manera más rápida, eficiente y con mayor velocidad. Es importante señalar que este cambio parte desde la zona posterior del cerebro hacia adelante y así van desarrollándose todas las funciones cognitivas de memoria y finalmente de autorregulación. Se han descrito algunas diferencias de género, por ejemplo, que inicialmente las mujeres desarrollan más la zona del hipocampo

que los hombres, mientras que los hombres, más la zona de la amígdala cerebral (Lenroot & Giedd, 2010). Probablemente, esta sea la explicación de por qué los hombres púberes tienden a ser más impulsivos e involucrarse más en peleas físicas.

Otro cambio cerebral significativo en la adolescencia se da en el crecimiento progresivo del lóbulo frontal. Esto es importante de señalar porque el lóbulo frontal está comprometido con el comportamiento de autorregulación, que le permite a la persona inhibir comportamientos (Heatherton, 2011). Esto explicaría por qué los adolescentes tienden a involucrarse en comportamientos de riesgo o por qué a veces no estiman cómo lo que están haciendo podría tener determinadas consecuencias más allá del corto plazo. A esta edad, existe una regulación incipiente, frágil, que demora años hasta lograr finalmente consolidarse (Johnson, Blum & Giedd, 2009). Un ejemplo de esta fragilidad se demuestra en la situación que contaba un papá sobre uno de sus hijos adolescentes que viajaba a trabajar a los Estados Unidos, como parte de los programas de trabajo durante las vacaciones en los que participan muchos de nuestros alumnos. El hijo decía: «Me voy a trabajar, así ahorro plata para comprarme mi auto», pero en ningún momento este hijo había pensado cómo iba a mantener ese auto, quién iba a pagar la gasolina, arreglarlo cuando se malograra, comprarle llantas, pagar el seguro, entre otros asuntos. Decir, «junto mi platita y me alcanza para comprarme mi auto» es una afirmación que evidencia una meta inmediata a corto plazo, sin anticipar las consecuencias y lo que podría suceder más adelante. Este comportamiento es un ejemplo del incipiente desarrollo del lóbulo frontal.

En el control de impulsos, más bien, intervienen tanto el sistema límbico como el lóbulo frontal. El sistema límbico está en la zona central del cerebro, la parte más primitiva del mismo y responsable de las emociones primarias. Sin embargo, cuando se da una respuesta emocional, no solo interviene esta zona subcortical, sino también se dan conexiones corticales y circuitos de interacción entre los dos niveles,

subcortical y cortical o racional. No existe emoción sin cognición. Esto se ha corroborado recientemente a través de las imágenes del cerebro, que muestran que no hay separación entre estos circuitos, pues se activan juntos. Lo más complejo en la evolución del ser humano es justamente esa conexión entre lo emocional y lo racional.

El comportamiento de riesgo, la independencia, así como otras respuestas socio personales, están afectados por sustancias que se están produciendo en el cerebro (neurotransmisores), que intervienen de manera distinta para las diferentes respuestas. Por otro lado, estos comportamientos de riesgo provocan en el adolescente una ventaja, en tanto que generan estatus social y esta podría ser mayor si se sale exitoso de la situación de riesgo.

Sin embargo, en la actualidad la afirmación de que el comportamiento de riesgo o impulsivo de los adolescentes se debe a los cambios biológicos, hormonales y del cerebro es controversial, pues se considera que la naturaleza del desarrollo neuropsicológico es muy distinta de la naturaleza social de los riesgos (Crone, 2009; Crone & Dahl, 2012).

En este sentido, los cambios biológicos no son la causa de la crisis adolescente. En la actualidad, pensar en la adolescencia como una etapa de crisis no tiene mucho fundamento. Un estudio en Estados Unidos demuestra que más del 80% de la población ha pasado por la adolescencia sin crisis personal (Coleman, 2003). El porcentaje de jóvenes que realmente tienen una crisis es mínimo, cerca del 20%, y en su mayoría se debe a razones personales y del contexto social. Lo que ha sucedido es que se ha escrito mucho sobre la adolescencia o la crisis de la adolescencia, sobre la base de los motivos de consultas en psicología clínica, con jóvenes que han necesitado una ayuda en su proceso de desarrollo personal o adaptación a los cambios experimentados. Esto ha provocado un sesgo porque los que llegan a la consulta clínica son los que están pasando por una crisis, pero la gran mayoría no solicita este servicio. Hay un proceso natural de ajuste psicológico, de encontrarse a uno mismo, que no necesariamente equivale a «adolescencia es igual a crisis o problema».

En resumen, los cambios cerebrales van desde una maduración y aumento de volumen de materia gris en los años previos de la niñez, seguido por una pérdida sustancial y adelgazamiento de partes de la corteza al comienzo de la pubertad. Paralelamente, continua el incremento de materia blanca, lo que permite nuevas conexiones y una mayor eficiencia del sistema (Giedd, 2008). Todo esto se correlaciona con avances y nuevas habilidades cognitivas y de autorregulación del comportamiento.

Existen otros cambios que se producen a nivel biológico que también son importantes de mencionar, pues explican el comportamiento del adolescente. Uno de ellos es el sueño, que cumple una función central en el desarrollo del cerebro. Por ello los infantes duermen muchas horas, pasan más tiempo dormidos que despiertos. Igualmente, durante la adolescencia el patrón y las horas de sueño cambian. Muchas personas interpretan que se debe al gasto de energía que se está dando como consecuencia de los cambios del crecimiento. Si bien esto podría tener sentido y efectivamente ser cierto, no es la razón fundamental de la modificación en el patrón de sueño. La razón fundamental está en que los cambios cerebrales requieren del sueño para madurar, pero por otro lado también están ocurriendo cambios comportamentales en el adolescente que afectan su patrón de sueño. Por ejemplo, la capacidad para tomar decisiones sobre sus actividades los lleva a enfascarse en una serie de intereses, por lo que ya no se acuestan tan temprano y, como consecuencia de esto, ya no pueden o les cuesta levantarse temprano, por tener insuficientes horas de sueño. Debido a esto, se viene discutiendo sobre la posibilidad de plantear políticas públicas acerca de los horarios escolares en esta etapa del desarrollo, por ejemplo, empezar la jornada escolar más tarde en las mañanas y acabar más tarde en el día (Giedd, 2009). De esa manera funcionarían más eficientemente y se ajustarían mejor a los cambios en el patrón de sueño y comportamientos. Pero también hay que señalar que la necesidad de horas de sueño durante la adolescencia aumenta, siendo que en algunos casos se puede dormir

hasta 16 horas continuadas o más; en los fines de semana puede ocurrir que un adolescente duerma casi todo el día, ante lo cual los padres dicen: «Pero se la pasa el día durmiendo!, ¡cómo es posible!». Pero esto sí es posible y se da en muchos casos. Algunos piensan que pueden estar deprimidos, aunque esta no sea la explicación. Sin embargo, lo que sí puede estar ocurriendo es un desgaste por la acumulación de falta de sueño durante la semana, que se recupera cuando se tiene más tiempo para dormir. Además, lo importante es resaltar que estos cambios en el patrón de sueño son un requerimiento de los cambios del cerebro, que provocan un descenso en el metabolismo. Frente a esto, el joven necesita tener una adecuada dieta, ejercitación y suficientes horas de sueño.

Otro aspecto en el rubro físico/biológico que varía al entrar a la adolescencia se relaciona con las causas de muerte. A diferencia de lo que ocurre en la niñez, cuando la causa principal de muerte es enfermedad, en la adolescencia esta es consecuencia de accidentes, homicidios y suicidios, aunque la tasa de ocurrencia de estos sea baja con respecto a la población general de adolescentes (Berger, 2007); sin embargo, aumentan las que se relacionan con conductas de riesgo. Si bien el suicidio sí está relacionado con el estado afectivo y se registra un incremento durante la adolescencia, no es producido por estar en esta etapa del desarrollo sino principalmente por causas muy personales, asociadas con estilos de personalidad, como depresión, ideación suicida o condiciones de vida en contextos familiares, personales o sociales. Por lo tanto, se le considera un trastorno psicológico particular más que una consecuencia de la adolescencia (Steinberg & Sheffield, 2001).

### **Desarrollo cognoscitivo**

Un segundo gran rubro de cambios que ocurre durante la adolescencia se refiere al desarrollo en los procesos cognoscitivos. Es bien sabido que un hito del desarrollo del pensamiento es la transición del período de las operaciones concretas durante la niñez al de las operaciones formales a partir de la adolescencia (Inhelder & Piaget, 1958).

Sin embargo, pocos son los que realmente saben qué significa este discurso de «pasar de lo concreto a un pensamiento formal». Aparece una nueva manera de aproximarse al conocimiento del mundo. El niño aún no tiene tantos saberes previos que le permitan explicar el mundo, por lo tanto su manera de construir una representación del mundo es totalmente inductiva, esto es, a partir de la experimentación. Cuando llega a la adolescencia ya ha adquirido y acumulado suficiente información, pero además ha desarrollado modos de ordenar y clasificar dicha información y ha construido esquemas, estructuras mentales y representaciones que lo llevan a la posibilidad de hacer uso del pensamiento deductivo y teorizar sobre cómo funcionan las cosas y los fenómenos del mundo. Podrá, a partir de sus teorías, tener la capacidad para plantear hipótesis y de ahí pasar a la comprobación de las mismas. A diferencia de la niñez, en la que se necesita que el niño descubra a partir de la experimentación, en la adolescencia la experimentación es consecuencia de un planteamiento categórico, hipotético, que lleva a probar las hipótesis para luego llegar a conclusiones (Santrock, 2007).

El pensamiento abstracto no aparece de la noche a la mañana sino a través de un proceso de cambio progresivo. Por eso se habla de que en la adolescencia temprana el desarrollo cognoscitivo es frágil, con cogniciones más bien rígidas, de extremos («siempre» o «nunca») y limitadas a ver una opción y no el resto. Ello explicaría por qué el adolescente ve la parte pero no el todo. Por ejemplo, cuando una adolescente dice ¡qué lindo tener un bebé, yo sí quiero tener un bebé! Sí, son lindos los bebés, pero tener un bebé implica no solamente encantarse con él, sino también considerar los cambios que se tendrán que enfrentar, como aprender a cuidarlo, tener malas noches, ya no poder salir con amigas como solía hacerlo, conseguir un entorno saludable, etcétera. Todas esas posibilidades no aparecen dentro del espectro de pensamiento en la adolescencia temprana (Smetana, Campione-Barr & Aaron Metzger, 2006, organizan la adolescencia en temprana, intermedia y tardía).

En términos del desarrollo cognoscitivo, el hito de transición de la niñez hacia la adolescencia se da con la iniciación del pensamiento probabilístico. Ya no es «si yo hago esto va a ocurrir esto», sino «si yo hago esto es muy probable que ocurra esto, pero esto otro también podría ser». Este cambio marca la consolidación de procesos mentales que llevan a nuevas maneras de representar el mundo. Esta nueva forma de pensar se considera más abstracta, en tanto que existe la reflexión de lo posible, de lo no evidente.

La base del desarrollo cognoscitivo que se da durante la niñez es importante. Se trata del desarrollo de las operaciones mentales de identidad, negación, reversibilidad y correlación (INRC) que se dan desde el simple proceso de aprender a clasificar hasta tener un criterio claro de clasificación (Inhelder & Piaget, 1958). Por ejemplo, cuando un niño separa objetos y dice «aquí van todos los azules y no van los rojos ni los amarillos» o «aquí va todo lo que es de metal y no habrá nada de plástico, así se tenga un cuchillo de plástico y otro de metal que podrían estar juntos, pero acá van solo los de metal no los de plástico». Los criterios de clasificación son muy importantes, dado que le dan identidad a cada una de estas clases; por ejemplo, «aquí están los hombres», demuestra que hombres y mujeres si están claramente diferenciados. Sin embargo, también existen categorías que podrían tener límites menos claros, más ambiguos.

Durante la niñez se van consolidando todas las relaciones de clases. Inicialmente, cuando algo tiene identidad se agrupa pero todavía no se puede definir; por ejemplo, un niño sabe qué es una pelota y puede dar o señalar la pelota si se lo solicitan, pero cuando se le pide que la defina, no puede decir todo lo que define a una pelota. A partir de la adolescencia ya se sabe o se tiene la categoría que representa la palabra o el rótulo «pelota», que abarca todas las posibles pelotas que existen el mundo. Por eso cuando escuchamos «pelota» no imaginamos un ejemplo específico de pelota sino a todas las pelotas, de cualquier combinación de tamaño, color o material. Sin embargo, para el niño

este proceso aún requiere del ejemplo o imagen en particular. Por ello se dice que en la niñez hay una dependencia con lo concreto, dado que aún no es capaz de abstraer totalmente. Un adolescente o un adulto ya no se cuestiona qué es una pelota, pero probablemente le cueste trabajo identificar todos los atributos que hacen que una pelota sea parte de la categoría de pelotas y cómo esta se distingue, por ejemplo, de una bola o de un balón. La operación mental de negación permite tener claridad para distinguir si esto es pelota y lo otro, la bola, no es pelota.

Los adolescentes ya dominan las agrupaciones de clases y han logrado consolidar procesos mentales y de lenguaje necesarios no solo para rotular las categorías sino también para relacionarlas de diferentes maneras.

El desarrollo simbólico continúa su proceso de desarrollo de manera conjunta, desde la niñez. El manejo del lenguaje durante la niñez no solo permite una asimilación de conocimientos sino también rotular y comprender las categorías. Progresivamente aumenta la capacidad de dominar la complejidad en la descripción y explicación de las categorías. Los términos se vuelven más complejos en lo que representan y en la descripción de los criterios de inclusión de cada clase. Por ejemplo, ¿qué se incluiría en la categoría de «amor» o de «libertad»? Si les pido que me digan los elementos que representen al amor, las categorías podrían ser distintas para cada persona, aunque se podrían dar coincidencias según factores sociales, culturales o de experiencia personal. Algunos podrían inclusive incluir objetos como un peluche, bombones o una rosa roja, entre otros. En este aspecto, durante la adolescencia se desarrolla la capacidad no solo de formar categorías más abstractas con elementos más simbólicos, sino también de definir la categoría y sus límites de inclusión; en el ejemplo anterior esto sería poder definir qué es el amor y hasta dónde se llega para decir que algo ya no es amor.

La consolidación de las operaciones de INRC lleva al desarrollo de la lógica proposicional o de los enunciados, con el dominio de lo que Piaget denominaba las dieciséis operaciones lógicas binarias.

Si bien la capacidad de razonar lógicamente a partir de proposiciones está relacionada con el dominio simbólico, no necesariamente implica dependencia del lenguaje. La enseñanza de lógica a esta edad muchas veces se basa en las posibles combinatorias de enunciados, p y q, si son verdaderos o falsos y muchas veces lleva a aprender tablas de estas relaciones. Sin embargo, esto no tendría sentido si no se representa con proposiciones. Inclusive se podría dar el caso de tener proposiciones que no correspondan al mundo real sino al mundo imaginario, que se pueda inventar y poner sus propias reglas, sus propias proposiciones. El pensamiento lógico lleva justamente a ver causas, efectos y tipos de relaciones entre fenómenos y entre proposiciones para poder llegar a conclusiones de si algo es verdadero o es falso, teniendo en cuenta la manera como se está relacionando.

¿Cómo afecta al joven el desarrollo del pensamiento formal? Por ejemplo, en la capacidad de introspección. Cuando un niño se describe a sí mismo, se concentra en características objetivas, como por ejemplo, «soy alto, soy gordo, tengo pelo largo, tengo pelo negro, etcétera», pero no describe aspectos más internos, como «soy introvertido o soy una persona cortés». Por el contrario, un adolescente, al tener mayor introspección de los sucesos y también de sus propios atributos y procesos, ya es capaz de identificar características personales de sí mismo y, por lo tanto, se vuelve más metacognitivo.

Asimismo, estos cambios en las operaciones mentales del adolescente permiten el pensamiento crítico que lleva a mayor reflexión y evaluación de las distintas opciones. Esto es posible porque aumenta la automatización, así como la velocidad y la capacidad de procesamiento, debido a los cambios del cerebro que ya se han mencionado, que mejoran la conducción neurológica, la eficacia de los aprendizajes y la capacidad de procesamiento.

Algunas de las características del pensamiento adolescente: además de dominar las representaciones de categorías y simbólicas, se muestra idealista, en el sentido de pensar en lo posible, en los ideales de sí mismo

y del mundo y de los demás. Se proyecta un mundo ideal. Este cambio guarda relación con los denominados «mitos del adolescente» y, como es obvio, con su capacidad para hacer conjeturas y someterlas a prueba.

En resumen, durante la adolescencia se da una mayor amplitud de conocimiento sobre diversos temas, mayor habilidad para las operaciones binarias, así como mejor uso de estrategias mentales cognitivas y metacognitivas.

Pero todo esto no se da de la noche a la mañana o por el simple hecho de haber cumplido una edad determinada. Se da a través de un proceso. Por ello recientemente, en la década de 1990, se planteó la existencia de dos subperíodos en el desarrollo cognoscitivo del adolescente (Piaget señalaba solo un período del desarrollo del pensamiento formal). El primero referido a la adolescencia temprana, en la que la capacidad de razonamiento es más limitada, con mayor fragilidad y rigidez, y en donde predomina el proceso de asimilación como medio de adquisición de información. El segundo subperíodo es la adolescencia tardía, que se caracteriza, más bien, por tener una mejor representación en general del mundo y en donde predomina la acomodación de los esquemas y estructuras mentales en función de los contextos, las situaciones, las condiciones y las comprobaciones de hipótesis que se van haciendo. Esto es importante conocerlo porque recién hacia la adolescencia tardía, edad de los universitarios iniciales, se están acomodando esquemas. Por ejemplo, en un debate, un adolescente temprano razonará con mayor rigidez cognitiva y de manera circular, prácticamente repitiendo una y otra vez los mismos argumentos que adquirió en su proceso de preparación del tema a debatir, aunque los parafrasee algo distinto; en cambio, un adolescente tardío, en edad universitaria, va ajustando sus argumentos en función de la respuesta que va recibiendo ante su participación y, por lo tanto, es capaz de elaborar y plantear contraargumentos novedosos, que varían de lo aprendido y que no se dan de manera circular.

En este contexto de cambios cognoscitivos, se sugiere que dentro de la aplicación a la educación, se promuevan espacios y oportunidades para que los jóvenes incrementen su comunicación y puedan expresar sus ideas sobre el mundo y discutirlas. Por eso son tan importantes los debates, en la adolescencia temprana, para que vayan aprendiendo la mecánica de la argumentación y, en la adolescencia tardía, para que desarrollen procesos de acomodación que llevan a elaboraciones mentales de orden superior.

La interacción del entorno con la capacidad, la curiosidad y la necesidad de conocer la asumen casi todos los psicólogos como una necesidad natural que más bien el sistema educativo podría estar cortando, inhibiendo o reprimiendo.

También es importante prestar más atención a los cambios cognoscitivos cualitativos que se van produciendo, cambios cerebrales pero cualitativos. Por ejemplo, ¿cómo van cambiando las perspectivas en un adolescente a partir del incremento en la acomodación de esquemas mentales? Tampoco hay que abusar con la presentación de contenidos en forma abstracta, hay que recurrir a la experimentación y someter a prueba las hipótesis que se pudieran plantear. Hay gente que muchas veces dice: «Ya el adolescente se maneja abstractamente, entonces, que todo sea verbal y abstracto». Es importante que haya contraste con la realidad y, por lo tanto, tiene que seguir habiendo experimentación para consolidar los cambios en el desarrollo del pensamiento.

### **Desarrollo de la cognición social**

Otro gran cambio durante la adolescencia se da en el desarrollo de la cognición social, en el que sí se han dado hallazgos importantes recientemente. Desde hace muchas décadas, en casi todos los textos sobre desarrollo psicológico se ha hablado sobre las falacias o mitos del pensamiento adolescente, entre ellos la audiencia imaginaria. Debido a que el adolescente comienza justamente a desarrollar procesos de introspección

y metacognición, se torna demasiado consciente, hiperconsciente, de sí mismo (Berger, 2007). Un ejemplo claro es, si tiene una marca minúscula en la cara, ya piensa que todo el mundo se va a dar cuenta de eso; o también cuando, por el otro extremo, dice, «Quiero que todo el mundo se dé cuenta de que yo soy diferente» y se hace *piercing* (ponerse aretes en diferentes partes del cuerpo), se viste de una manera muy particular o se pinta el pelo de azul o colores extravagantes. La audiencia imaginaria no solo inhibe comportamientos, también los facilita. Esto se ve cuando los adolescentes buscan no diferenciarse de los demás y salen todos a bailar en grupo haciendo la misma coreografía. Esta forma de fantasías interpersonales es más común en los adolescentes tardíos (Galanaki, 2012).

El otro gran mito del pensamiento adolescente es el mito personal, al que algunos textos también denominan «el mito mesiánico». Se refiere a la creencia, poco realista o más bien idealista, de querer cambiar las cosas porque se piensa que se tiene la misión de salvar el mundo (como proteger a las ballenas, evitar el deterioro ecológico de la Tierra o, en algunos casos más particulares, hacer que sus padres no se divorcien si es que se están peleando frecuentemente), hasta incluir fantasías de omnipotencia e inmortalidad (Coleman, 2003). En este mito se da un proceso de percepción y sentimiento de contar con todas las capacidades para poder cambiar el mundo, pero claro, es un mito. Esta manera de pensar obedece a ciertas características del desarrollo cognoscitivo del adolescente de ver solo algunos aspectos del todo, y no el todo. También de ver lo inmediato, sin proyectarse a un futuro más lejano que contemple todas las opciones o elementos involucrados. Esto se evidencia, por ejemplo, en las contradicciones que se dan cuando un grupo de adolescentes organiza una feria para motivar a la gente a salvar la Tierra de la polución, pero cuando termina el evento, dejan todo el espacio lleno de basura a causa de aquello por lo que, contradictoriamente, están luchando.

Un tercer mito del pensamiento adolescente es el de la invulnerabilidad, que lo lleva a involucrarse en comportamientos de riesgo. Una tendencia clara es cuando los adolescentes dicen «A mí no me va a pasar nada», «No te preocupes mamá», «Siempre me dices lo mismo....», que no me suba al carro de alguien que esté tomado; ya me lo dijiste». Al respecto, los padres y madres no deben pecar de omisión, por el contrario, deben seguir repitiendo estos consejos, aun cuando los hijos digan que ya los escucharon. El deber de los padres es repetir, repetir y repetir, todos los fines de semana, todos los días, porque los adolescentes necesitan tener presente que existen situaciones de riesgo. Está demostrado que cuando el adolescente está experimentando una situación de riesgo inminente, lo primero que recuerda es todo lo que los padres o adultos cercanos le han dicho, en cuanto a cómo actuar en esas situaciones. Por eso cuando los padres escuchan a su hijo o hija decir: «¡Otra vez...! ¡Ya me lo dijiste!», lo tienen que decir otra vez más, porque los jóvenes tienden a pensar, «Yo soy invulnerable, nada me va a pasar». Por ejemplo, «Aquí me puedo meter y salvar a alguien» o «Me puedo meter a hacer algo o a un barrio peligroso y nada me va a pasar». Como consecuencia, a veces, terminan realmente involucrándose en situaciones peligrosas.

Parte de las limitaciones en el razonamiento adolescente que se observan en este mito de la invulnerabilidad o invencibilidad (Berger, 2007) se da por la tendencia a la argumentación de extremos, es decir, a no contemplar matices. Las cosas son «negro o blanco». Por ello, en discusiones o negociaciones con adultos tienden a utilizar frases como, «Tú nunca me dejas salir», «Tú siempre...», o «Todas las mamás dejan a sus hijos salir, menos tú». Esto es más marcado en la adolescencia temprana que en la adolescencia tardía, en donde el pensamiento se flexibiliza y se tiende a comenzar a ver el todo.

En cuanto al desarrollo moral, este va de la mano con el desarrollo cognoscitivo. Se espera que en la adolescencia temprana el desarrollo moral se caracterice por juicios y conclusiones más convencionales y en algunos

casos pre convencionales. Esto es, juicios basados en la posibilidad del castigo, en las normas dadas, en el debe ser o de lo que se dice, entre otros controles externos. Hacia la adolescencia tardía, el desarrollo cognoscitivo permite una lógica más integral y, por lo tanto, aparecen los juicios pos convencionales, basados en principios morales y en el contrato social (Kohlberg, Power & Higgins, 2008; Muuss, 1996b). Este proceso de desarrollo moral no siempre llega a este nivel de autonomía. Va a depender del contexto en el que se ha desarrollado el adolescente. Hay adultos que todavía están en una etapa de juicio moral preconvencional o convencional.

En este sentido, se puede afirmar que el desarrollo moral no depende únicamente del desarrollo cognoscitivo. También es importante el contexto que permita a la persona ir construyendo una representación del porqué de las cosas y de los comportamientos. Lo que se va dando es un proceso de adquisición de una identidad moral a través del cual el adolescente va haciendo suyo lo que en el entorno se presenta como un valor o enfatiza como importante. Por ello, la explicación del porqué de las cosas, de las normas y de los comportamientos, no solo durante la adolescencia sino desde la infancia o niñez, es importante para el desarrollo de argumentos morales o valorativos de esas situaciones. Por ejemplo, ¿por qué no debes o sí debes hacer algo? Ese porqué es importante, porque da la estructuración moral que ayuda y permite que el adolescente pueda razonar y emitir un juicio con un fundamento.

### **Desarrollo de la identidad**

En términos de la psicología del desarrollo, durante la adolescencia se tiene que cumplir con determinadas tareas, muchas de las cuales se refieren a los ajustes personales ante los cambios biológicos y cognoscitivos, pero otras sugieren la configuración de una perspectiva de tiempo futuro y de una identidad como componentes importantes en el desarrollo de la personalidad.

La personalidad, entendida como un todo que hace que una persona sea lo que es, única y diferenciada de los demás (cada uno de nosotros tiene una personalidad distinta), se divide en tres grandes componentes: el estructural, que comprende los rasgos que distinguen a las personas, como el temperamento y los estilos personales (por ejemplo, el estilo pesimista u optimista), que depende mucho de la carga genética; el del desarrollo, que abarca el proceso de construcción de la identidad, del esquema corporal y del sí mismo a lo largo de toda la vida (Harter, 1999), desde el embarazo hasta la muerte; y el funcional, que se refiere los procesos de ajuste, autorregulación y motivación.

Durante la adolescencia no solo ocurre la configuración y el esclarecimiento de la identidad sexual. Además, se dan diferentes y distintos tipos de identidades, como por ejemplo la identidad de género, de la carrera o profesión futura, de la etnia, de la pertenencia social, entre otras.

Con respecto al desarrollo de la identidad, una tarea importante es la aceptación de los cambios físicos y sexuales, desde cómo se está viviendo un cuerpo que se torna distinto y desproporcionado, hasta las nuevas sensaciones que se están experimentando en el mismo, por ejemplo, cuando el o la joven adolescente está cerca de otro joven, ya sea hombre o mujer. Se da un proceso de reconocimiento del propio cuerpo y de aprendizaje de nuevas sensaciones, como parte del proceso de identidad sexual.

La identidad sexual no se refiere únicamente a lo biológico, es decir, si se es hombre o si se es mujer. Incluye varios otros componentes, como la percepción sexual subjetiva de su propio sexo, los roles que asume y la orientación o interés sexual. En el aspecto subjetivo de la identidad sexual, importa la claridad que tiene el o la joven sobre su propia configuración como femenina, masculino, androgénico, o indiferenciado. Esto es, cómo se ve a sí mismo, qué tan definido está en una u otra identidad. El segundo aspecto de la identidad sexual se refiere a los roles de género, que son expresiones que la sociedad ha definido, a partir de las cuales las personas se forman estereotipos sociales.

Por ejemplo, ¿qué se espera que hagan los hombres y qué las mujeres?, ¿qué es lo que a uno lo hace ser más hombre o más mujer?, ¿cuáles son la tareas u ocupaciones que deben de ejercer los hombres y cuáles las mujeres? Un último aspecto de la identidad sexual se refiere a la orientación sexual, es decir, el interés sexual o hacia qué se siente uno atraído. El o la joven empieza descubrir qué es lo que le atrae sexualmente, qué cambios y sensaciones físicas empieza a sentir cuando se aproxima o cuando ve a una mujer o a un hombre y si siente una atracción homosexual o heterosexual (Kroger, 2007).

Con respecto al comportamiento sexual, realizamos un estudio con el doctor Federico León y un equipo de investigadores, con jóvenes escolares de primero a quinto año de secundaria de las cuencas de desarrollo alternativo del Perú (2005). En este estudio fue posible observar cómo aumentaba la prevalencia de vida de la actividad sexual conforme incrementaba el año escolar (la edad), tanto en la zona urbana como en la rural. Este comportamiento trae como consecuencia el incremento del riesgo sexual en la adolescencia, tanto de embarazo como de infecciones de transmisión sexual. Si bien estos resultados se refieren a escolares, se esperaría que gran parte de los adolescentes universitarios ya se hayan iniciado sexualmente.

La curva de actividad sexual en el tiempo es siempre ascendente, tanto para hombres como mujeres, y en quinto año de media gran porcentaje ya se ha iniciado sexualmente, en especial los hombres. Definitivamente, la actividad sexual en hombres es mucho mayor que en mujeres. Existe discusión sobre qué causa esta brecha entre ambos, que van desde explicaciones culturales hasta hormonales. Hay otros que lo atribuyen al desarrollo del lóbulo frontal. En las mujeres hay mayor control, mayor inhibición, debido a que el desarrollo del lóbulo frontal durante la adolescencia se da a más temprana edad en ellas. La actividad sexual es mucho mayor en los escolares hombres que en sus compañeras. Por ejemplo, en dicho estudio, cuando se les preguntó si se habían «tirado la pera» o faltado al colegio para tener actividad

sexual, la brecha entre hombres y mujeres fue de 133:1 (133 hombres por cada mujer).

Otro aspecto importante en el dominio del desarrollo psicosocial se refiere al proceso del logro de la identidad versus la confusión del yo (Erikson, 1980). En general, el joven debe lograr una integración de todos los cambios que está experimentando, con el ajuste psicológico que estos demandan. Si no logra tener una clara idea de quién es y cómo será o qué hará en el futuro, el o la joven entra en un estado de confusión. El logro de la identidad sobre estos asuntos personales es una tarea de desarrollo central durante la adolescencia tardía, lo que corresponde a la edad universitaria. Estudios recientes proponen que más bien durante la adolescencia temprana, la tarea del desarrollo con respecto a la identidad se centra en la afiliación versus el abandono, en el sentido de que los jóvenes a esa edad pasan por la preocupación de la pertenencia social a un grupo. Por lo tanto, cuando uno se refiere al proceso del logro de la identidad en los adolescentes, se tiene que distinguir los asuntos que se definen durante adolescencia temprana de los que se definen en la adolescencia tardía (Kroger, 2007).

Encontrar el propio camino lleva a explorar y a buscar diferenciarse en los propios intereses con respecto a los de los demás. Marcia (Kroger & Marcia, 2011; Kroger, Martinussen & Marcia, 2011; Muuss, 1996a), sobre la base de la teoría de Erikson, ha planteado que en la trayectoria de la configuración de la identidad se dan tres procesos importantes: la exploración, el compromiso con las cosas que se dijo que se iban a hacer o con las que se han adoptado y asumido como propias, y la reconsideración, que se da también en algún momento de la adolescencia más tardía.

Por ello, es importante que el entorno propicie oportunidades para la exploración, como por ejemplo, lo que ocurre en los dos años de los Estudios Generales de esta universidad, que expone al joven a una gama de cursos de diversas disciplinas para que pase por la experiencia de explorar y evaluar opciones. No sé si dos años es el tiempo adecuado,

pero sí es importante que los jóvenes tengan ese espacio que los contenga, en esta edad en la que necesitan explorar alternativas y que puedan experimentar qué es lo que se ajusta a sus vidas.

Marcia plantea que en el proceso del logro de la identidad se pueden dar hasta cuatro estatus de identidad diferentes. El estatus de logro de la identidad se da cuando los jóvenes adolescentes ya han configurado quiénes son y qué harán en el futuro, a través de un proceso personal satisfactorio. Este se opone con aquel estatus en el que los jóvenes están muy difusos y no logran tener una idea clara sobre ellos mismos y su futuro.

También está el estatus de la exclusión, en el cual el joven no realiza su propio proceso de configuración de identidad sino más bien asume sin cuestionamiento lo que le han definido sus padres o su entorno; si podría ocurrir un cuestionamiento posterior, más adelante en la vida del joven, en especial si no le fue bien en lo que su familia le había dicho: si le va bien no aparecerá ningún cuestionamiento, por lo tanto, todo depende de cada caso en este estatus de exclusión.

Otro estatus de identidad es el de moratoria (Kroger & Marcia, 2011; Muuss, 1996a), donde el joven explora varias alternativas u opciones antes de adoptar una. Esto se observa en la universidad, cuando por ejemplo, los jóvenes estudiantes que ingresan a ingeniería, luego se trasladan a arquitectura y finalmente, terminan en psicología. Hay otros que ingresan a los Estudios Generales con la idea de estudiar Derecho y en el proceso cambian a otra disciplina, luego de llevar cursos diversos, a modo de exploración. Muchos adolescentes continúan lo que han definido y otros tienen la necesidad de explorar activamente. También están aquellos que se pueden pasar la vida explorando y se quedan en el estatus de moratoria hasta la adultez.

Por ello, a pesar de no haber leído ninguna investigación que demuestre si los Estudios Generales son o no positivos para los jóvenes adolescentes, teóricamente se podría afirmar que sí permitirían ese espacio de moratoria necesario para configurar su propia identidad,

en tanto que plantean un abanico de posibilidades de diferentes carreras para explorar. La mayoría de los ex alumnos de la PUCP recuerdan a los Estudios Generales como uno de los mejores momentos de su vida universitaria. Un punto importante es que en este espacio no solo se ha leído mucho sobre diversos temas y disciplinas sino también se ha conocido a mucha gente diversa, con diferentes puntos de vista, perspectivas, procedencias y características, lo que además ha contribuido a abrir el panorama y a desarrollar mayor flexibilidad de pensamiento. Se ha encontrado en los Estados Unidos (Bee, 1992) que cuando los jóvenes ingresan a la universidad tienen un nivel de desarrollo del pensamiento diferente al que tienen cuando egresan. No se sabe bien si esto se debe a la posibilidad de tener acceso a más conocimientos o a la oportunidad de discutir sobre posturas frente a ellos, lo que fomentaría la flexibilidad. Más bien, los que no ingresan a la universidad estarían restringiendo su posibilidad de desarrollar mayor flexibilidad al quedarse en espacios más tradicionales y con menos opciones de discusión de perspectivas. Pero, en todo caso, sí se ha encontrado esa diferencia entre quien va a la universidad y quien no asiste a ella, en términos de desarrollo de un pensamiento más flexible y con mayor apertura al conocimiento.

El otro componente importante en el desarrollo de la personalidad se refiere a la construcción cognoscitiva y afectiva del sentido de sí mismo. Esto empieza desde los primeros esquemas corporales que se dan durante el embarazo y continúan configurándose a lo largo de toda la vida, hasta la muerte. El entorno juega un papel muy importante en este proceso, en tanto proporciona espacios, opciones para la exploración y descubrimiento de uno mismo y retroinforma sobre las fortalezas y déficits, así como si son buenos o malos en general o en algo en particular. Una adecuada descripción de sí mismo lleva al desarrollo del sentido de valía y, por tanto, al sentido de compromiso con las metas personales y del entorno. Es más complejo que hablar solamente de autoconcepto o autoestima. El sentido de sí mismo es un concepto

holístico que comprende de manera integrada autopercepción, autoconcepto, autoestima, autoeficacia y autovalía (Harter, 1999).

El proceso de configuración de la identidad ocurre a lo largo de todos los momentos y edades, aunque durante la adolescencia es una tarea prioritaria. Pero, ¿cuándo se puede saber si alguien ya logró su identidad?, ¿es en el momento en que se define qué carrera se quiere seguir o en el momento que alguien le atrae sexualmente? Son tantos los hitos y temas que no siempre se logra configurar la identidad al mismo tiempo en todo. Por ejemplo, un o una joven puede tener una clara identidad sexual pero una pésima sobre su carrera profesional. ¿En qué momento se consolida y se acaba por lograr la identidad? No se acaba, es algo que se da a lo largo de toda la vida y la persona puede hacer crisis de identidad no solo durante la adolescencia. Se habla de crisis en la mitad de vida también. No es algo que se logre en términos palpables, en términos de darle un cierre, es un proceso dinámico y abierto (Meeus, van de Schoot, Keijsers & Branje, 2012). Se da de manera continuada y constituye el componente funcional de la personalidad: cómo una persona se va ajustando, no es algo que debe ser alcanzado de una manera determinada, pues siempre aparece algo que la lleva a un nuevo ajuste y autorregulación de sí misma (McAdams & Olson, 2010).

### **Desarrollo social**

Las relaciones también cambian y terminan siendo importantes en el desarrollo de los jóvenes (Guyer, Caouette, Lee, Clinton & Ruiz, 2014). En este rubro se incluye la pertenencia a un grupo, el enamoramiento y la relación con la familia (Kroger, 2007).

En cuanto a la relación entre el adolescente y la familia, se piensa que existe una brecha generacional muy grande, pero las investigaciones demuestran (Berger, 2007) que esto no es así. Los jóvenes desde la pubertad evalúan qué aspectos de su familia quieren cambiar y cuáles quisieran mantener. Lo que se termina manteniendo en la mayoría

de los casos resulta ser aquello que no se ha cuestionado o percibido como injusto en su experiencia durante la niñez. Por ello existe mucho más parecido entre los adolescentes y sus padres del que ellos mismos estiman tener o sus padres consideran que existe. La mayoría de adolescentes por lo general mantiene casi los mismos valores de su niñez, que son los que sus padres han enfatizado a lo largo de sus vidas (Lerner & Galambos, 1998). Si los padres han priorizado el valor del dinero, de la belleza o de la lectura, la tendencia es a que los hijos mantengan esos valores en la adolescencia. Cuando se analiza lo que se mantiene, se observa que la brecha generacional no es tan grande, pero sí ocurre que los adolescentes cuestionan los asuntos que sí los han afectado, principalmente cuando han experimentado injusticia o contradicciones. Por lo general, eso es lo que quisieran cambiar de lo que sus padres les han aportado. Por ejemplo, la falta de coherencia entre lo que los padres dicen y lo que hacen, «Sé honesto», cuando el padre no es honesto.

Los adolescentes quisieran liberarse de la opinión de las figuras parentales, pero no se liberan tanto como ellos piensan que lo hacen. Se liberan de las cosas que no les gustan, pero no de los aprendizajes o memorias implícitas adquiridos simplemente por haber estado expuestos a dichos mensajes y énfasis. Cuando los jóvenes tienen que actuar por su cuenta, siempre les vienen a la mente las enseñanzas de sus padres o de adultos significativos en sus vidas.

## **TRANSICIONES Y DESARROLLO PERSONAL**

En el cambio que se da en la pubertad se habla del rito de la transición. Hay sociedades o grupos étnicos que todavía siguen teniendo su ritual de transición. Por ejemplo, el Bar Mitzvah en el judaísmo, que a los 13 años marca una transición, un cambio de vida importante; de la misma manera, en algunas culturas de la selva se dan rituales de transición a esa misma edad. En otros grupos, la edad de transición es a los 15 años.

Inclusive algunos consideran que la fiesta de quince años sería un rezago de un ritual de transición. En la sociedad occidental actual, lo que está ocurriendo es que los ritos están siendo cada vez más ambiguos y confusos. Los ritos de cambios que se dan en el cotidiano son importantes para que los adolescentes sepan qué se espera de su comportamiento y qué esperarían ellos de los demás. Parte de los ritos también se expresa en el ingreso como miembros a subgrupos. Por ejemplo, los tatuajes o cortes, la vestimenta acorde con el grupo, entre otros. Inclusive en algunos grupos o subgrupos hay un rito o prueba de ingreso. En los Estados Unidos esto se observa en las fraternidades de las universidades y, en nuestro medio, los cortes de cabello al ingresar a la universidad o las cachimbadas, así como los bautizos en los barrios.

Durante la adolescencia se juntan muchos cambios físicos, sociales, vocacionales, de pareja, entre otros. Ante esto, Eccles (2009) psicóloga que viene estudiando el desarrollo de jóvenes y su motivación, así como las diferencias de género en la elección y desarrollo de carreras, plantea que si ya la pubertad es un momento en el cual se dan muchos cambios, en términos maduracionales y de ajuste psicológico a los mismos, ¿por qué se da la transición de la primaria a la secundaria justo en este momento, en sexto grado de primaria cuando se tiene en promedio 11 años?, ¿por qué agregarle otra fuente de estrés a la pubertad con ese cambio?, ¿por qué la transición del nivel escolar no se da más tardíamente, cuando los jóvenes se encuentren en segundo de media, por ejemplo?

Dado que la transición de primaria a secundaria es un cambio socialmente determinado, se podría tener en cuenta los hitos y tareas del desarrollo para definir que se dé en un momento más propicio para los jóvenes. Entonces esas decisiones sobre los tiempos sociales no se estarían ajustando a los cambios del desarrollo debidos a la edad. Eccles plantea tener una escolaridad básica continuada hasta octavo o noveno grado (lo que corresponde a segundo año de secundaria) y

hacer la transición a secundaria cuando se esté entrando a la adolescencia media. Esto permitiría un mejor ajuste al cambio de nivel y su posterior pase a la vida universitaria (Eccles & Wigfield, 2002).

Así como la transición de la niñez a la adolescencia está claramente demarcada por los cambios biológicos o maduracionales de la pubertad, no ocurre lo mismo con la transición de la adolescencia a la adultez. Algunos la definen a partir del cumplimiento de la mayoría de edad a los 18 años, mientras que otros consideran que debe extenderse hasta los 23 o 24 años, cuando se ingresa al mundo laboral y, por ende, se logra la autonomía económica. En este sentido, la edad podría variar tremadamente según cada caso particular.

Definir a la adolescencia como el período comprendido entre los 10 y 18 años tendría sentido, dado que el cumplimiento de los 18 años de edad marca una serie de transiciones, como tener la potestad de votar o firmar documentos legales, haber terminado los estudios de secundaria e iniciado los del nivel superior, entre otros. Sin embargo, aún no se podría afirmar con certeza que los jóvenes entre los 18 y 25 años de edad ya son adultos jóvenes. Por ello, Arnett (2000; 2003; 2012) ha propuesto considerar una nueva etapa del desarrollo, diferente a la adolescencia tardía y a la adultez joven, a la que ha denominado la adultez emergente. Esta etapa, comprendida entre los 18 y los 25 años, se caracterizaría por ser semiautónoma, en el sentido que los jóvenes a esta edad sí asumen algunas responsabilidades pero siguen dependiendo de otros adultos —como sus padres u otras autoridades— en muchos sentidos, no solo en lo económico. Además, una de las razones por las que propone esta nueva etapa del desarrollo se basa en la expresión subjetiva de estos mismos jóvenes de no considerarse adultos, dado que se perciben aún en proceso de cambio para llegar a ser adultos.

Esta transición —de la adultez emergente a la adultez— no está marcada por cambios biológicos sino más bien por una variedad de criterios personales y sociales. Sin embargo, existe consenso en considerar

a tres de ellos como los más prevalentes: la aceptación de la responsabilidad de uno mismo y de las propias acciones, la toma de decisiones de manera autónoma sobre la base de las propias creencias y valores, y el logro de la independencia financiera (Arnett, 2000; 2001; Tanner & Arnett, 2009).

### **REFLEXIÓN FINAL: LA ADOLESCENCIA EN EL CONTEXTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

La edad de egreso de la secundaria en el Perú, en promedio, se encuentra alrededor de los 17 años de edad, lo que corresponde, en términos de etapa del desarrollo, a la adolescencia tardía o al inicio de lo que Arnett ha llamado adultez emergente.

Resumiendo lo mencionado sobre el desarrollo biológico, el o la estudiante que ingresa a la educación superior ya ha logrado la madurez sexual, pero aún se encuentra en un proceso de maduración cerebral, específicamente en lo que se refiere al crecimiento y funcionamiento del lóbulo frontal. Ante esta situación, el entorno educativo debería aprovechar y propiciar la participación en experiencias de autoevaluación o metacognición, de modo que logre tomar conciencia de sus propios procesos de actuación, raciocinio, decisión y regulación personal.

Las características del desarrollo cognoscitivo a esta edad requieren de prácticas educativas centradas en los debates, la investigación, la lectura estratégica, así como la redacción o exposición de ensayos críticos, de modo que se fomente tanto la argumentación lógica como la prueba de hipótesis. Asimismo, el análisis y la discusión de normas, situaciones reales (racionales o absurdas) y dilemas, así como la reflexión sobre el propio comportamiento son esenciales para el desarrollo y fortalecimiento de la identidad moral.

Por otro lado, la educación superior provee de un espacio de exploración continua de posibilidades, oportunidad que permite la moratoria en el logro de la identidad personal. Durante la adultez emergente,

el joven se encuentra en pleno proceso de definición personal y, por lo tanto, de formación de su identidad, principalmente en tres asuntos, amor, trabajo y visión del mundo. Esto implica dedicación de esfuerzo y tiempo para probar varias opciones antes de tomar decisiones más duraderas, experimentación que para algunos jóvenes podría resultar no tan placentera.

La educación superior expone una variedad de visiones del mundo, por lo que el joven se encuentra ante la posibilidad no solo de analizarlas y conocerlas sino también de cuestionarlas. Hacia el final de la educación superior, los jóvenes probablemente ya se han comprometido con algunas de estas visiones, aun cuando todavía puedan modificarlas. Al respecto, los adolescentes tardíos o adultos emergentes que estudian en el sistema de educación superior, así como los que no han logrado acceder a este nivel de estudio, consideran que decidir sobre sus propias creencias y valores constituye un hito importante para considerarse en el estatus de ser un adulto. Esta sería una de las razones por las cuales se considera esta etapa del desarrollo como la más volitiva del ciclo de vida.

Si bien los procesos de desarrollo de la autonomía y la autorregulación se evidencian desde inicios de la adolescencia, estas tareas de desarrollo se consolidan durante la adultez emergente, en especial, en un entorno que exige al joven tomar sus propias decisiones y ser responsable de las consecuencias de las mismas. Por lo tanto, los entornos autoritarios, lejos de ayudar en este proceso, propician la dependencia y el desplazamiento de la responsabilidad, por lo general, a la autoridad y no a las propias acciones. Resulta más propicio un ambiente de educación superior que fomente las relaciones y prácticas democráticas para el desarrollo del estudiante, desde que ingresa a la vida universitaria.

Por lo expuesto, la educación superior tiene que asumir el reto de pensar y diseñar su práctica pedagógica teniendo en cuenta las particularidades del desarrollo de la adolescencia tardía y la adultez emergente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, V. A., P. Anderson, E. Northam, R. Jacobs & C. Catroppa (2001). Development of executive functions through late childhood and adolescence in an Australian sample. *Developmental Neuropsychology*, 20(1), 385-406.
- Arnett, Jeffrey Jensen (2000). Emerging adulthood: A theory of development from the late teens through the twenties. *American Psychologist*, 55(5), 469-480.
- Arnett, Jeffrey Jensen (2001). Conceptions of the transition to adulthood: Perspectives from adolescence through midlife. *Journal of Adult Development*, 8(2), 133-143.
- Arnett, Jeffrey Jensen (2003). Conceptions of the transition to adulthood among emerging adults in american ethnic groups. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 100, 63-76.
- Arnett, Jeffrey Jensen (2012). New horizons in research on emerging. En S.L. Brown, N. S. Landale, W. D. Manning y S. M. McHale (eds.), *Early Adulthood in a Family Context* (pp. 231-244). Nueva York: Springer.
- Baltes, Paul B. (1997). On the incomplete architecture of human ontogeny: Selection, optimization, and compensation as foundation for developmental theory. *American Psychologist*, 52(4), 366-380.
- Baltes, Paul B., Ursula M. Staudinger & Ulman Lindenberger (1996). Lifespan psychology: Theory and application to intellectual functioning. *Annual Review of Psychology*, 50, 471-507.
- Bee, Helen L. (1992). *The Journey of Adulthood*. Nueva York: MacMillan.
- Blakemore, S. J (2008). The social brain in adolescence. *Nature Reviews Neuroscience*, 13, 636-650.
- Berger, K. (2007). *Psicología del desarrollo: infancia y adolescencia*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Berger, K. (2009). *Psicología del desarrollo: adultez y vejez*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Coleman, J. C. & Leo B. Hendry (2003). *Psicología de la adolescencia*. Cuarta edición. Madrid: Morata.

- Casey, B. J., Rebecca M. Jones & H. Somerville (2011). Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 21-33.
- Craig, Grace J. & Don Baucum (2001). *Desarrollo psicológico*. Buenos Aires: Pearson.
- Crone, Eveline A. (2009). Executive functions in adolescence: Inferences from brain and behavior. *Developmental Science*, 12(6), 825-830.
- Crone, Eveline A. & Ronald E. Dahl (2012). Understanding adolescence as a period of social-affective engagement and goal flexibility. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(9), 636-650.
- Eccles, J. (2009). Who am I and what am I going to do with my life? Personal and collective identities as motivators of action. *Educational Psychologist*, 44(2), 78-89.
- Eccles, J. & A. Wigfield (2002). Motivational beliefs, values and goals. En S. T. Fiske, D. L. Schacter, y C. Sahn-Waxler (eds.), *Annual Review of Psychology* (pp. 109-132). Palo Alto, CA: Annual Reviews.
- Erikson, Erik Homburger (1980). *Identity and the Life Cycle*. Nueva York: W.W. Norton.
- Galambos, Nancy L. & Bonnie J. Leadbeater (2002). Transitions in adolescent research. En Willard W. Hartup y Rainer K. Silbereisen, *Growing Points in Developmental Science. An Introduction*. Florence, Kentucky: Psychology Press.
- Galanaki, Evangelia P. (2012). The imaginary audience and the personal fable: A test of Elkind's theory of adolescent egocentrism. *Psychology*, 13(6), 457-466.
- Giedd, Jay N. (2009). Linking adolescent sleep, brain maturation, and behavior. *Journal of Adolescent Health*, 45, 319-320.
- Guyer, Amanda E., Justin D. Caouette, Clinton C. Lee & Sarah K. Ruiz (2014). Will they like me? Adolescents' emotional responses to peer evaluation. *International Journal of Behavioral Development*, 38(2), 155-163.
- Giedd, Jay N. (2008). The teen brain: Insights from neuroimaging. *Journal of Adolescent Health*, 42, 335-343.
- Harter, Susan (1999). *The Construction of the Self: A Developmental Perspective*. Nueva York: The Guilford Press.

- Heatherton, Todd F. (2011). Neuroscience of self and self-regulation. *Annual Review of Psychology*, 62, 363-390.
- Inhelder, B. & J. Piaget (1958). Flexibility and operations mediating the separation of variables. En *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. Londres: Routledge-Kegan Paul.
- Johnson, Sara B., Robert W. Blum & Jay N. Giedd (2009). Adolescent maturity and the brain: The promise and pitfalls of neuroscience research in adolescent health policy. *Journal of Adolescent Health*, 45, 216-221.
- Kohlberg, Lawrence, F. Clark Power & Ann Higgins (2008). *La educación moral según Lawrence Kohlberg 1927-1987*. Barcelona: Gedisa.
- Kroger, Jane (2007). *Identity Development Adolescence through Adulthood*. Segunda edición. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Kroger, Jane, Monica Martinussen & James E. Marcia (2010). Identity status change during adolescence and young adulthood: A meta-analysis. *Journal of Adolescence*, 33(5), 683-698.
- Kroger, Jane & James E. Marcia (2011). The identity statuses: Origins, meanings, and interpretations. En S.J. Schwartz y otros (eds.), *Handbook of Identity Theory and Research* (pp. 31-54). Nueva York: Springer.
- León, Federico R. & Mary L. Claux (eds.) (2005). *Brechas de género en comportamiento de riesgo juvenil*. Lima: Cedro.
- Lenroot, Rhoshel K. & Jay N. Giedd (2006). Brain development in children and adolescents: Insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 718-729.
- Lenroot, Rhoshel K. & Jay N. Giedd (2010). Sex differences in the adolescent brain. *Brain Cognition*, 72(1), 46-55.
- Lerner, Richard M. & Nancy L. Galambos (1998). Adolescent development: Challenges and opportunities for research, programs, and policies. *Annual Review of Psychology*, 49, 413-446.
- McAdams, Dan P. & Bradley D. Olson (2010). Personality development: Continuity and change over the life course. *Annual Review of Psychology*, 61, 517-542.
- McClintock, Martha K. (1971). Menstrual synchrony and suppression. *Nature*, 229, 244-245.

- Meeus, W., R. van de Schoot, L. Keijsers & S. Branje (2012). Identity statuses as developmental trajectories: A five-wave longitudinal study in early-to-middle and middle-to-late adolescents. *Journal of Youth and Adolescence*, 41, 1008–1021
- Muuss, Rolf (1996a). Erikson's theory of identity development (James Marcia's expansion of Erikson's concept «identity versus role diffusion»). En *Theories of Adolescence*. (pp. 260-270). Sexta edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- Muuss, Rolf (1996b). Lawrence Kohlberg's cognitive developmental approach to adolescent morality. En *Theories of adolescence*. Sexta edición (pp. 206-219). Sexta edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- Rice, F. (1997). *Desarrollo humano. Estudio del ciclo vital*. Segunda edición. Buenos Aires: Pearson.
- Rice, F. (2000). *Adolescencia. Desarrollo, relaciones y cultura*. Novena edición. Madrid: Prentice Hall.
- Santrock, John (2007). *Adolescence*. Undécima edición. Nueva York: McGraw-Hill.
- Shaffer, David & K. Kipp (2007). *Psicología del desarrollo. Infancia y adolescencia*. Séptima edición. Madrid: Thomson.
- Smetana, Judith G., Nicole Campione-Barr & Aaron Metzger (2006). Adolescent development in interpersonal and societal contexts. *Annual Review of Psychology*, 57, 255-284.
- Spear, L.P. (2000). The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24, 417-463.
- Steinberg, Laurence & Amanda Sheffield Morris (2001). Adolescent development. *Annual Review of Psychology*, 52, 83-110.
- Stern, Kathleen & Martha K. McClintock (1998). Regulation of ovulation by human pheromones. *Nature*, 392, 177-179.
- Tanner, Jennifer Lynn & Jeffrey Jensen Arnett (2009). The emergence of «emergence adulthood». The new life stage between adolescence and young adulthood. En Andy Furlong (ed.), *Handbook of Youth and Young Adulthood: New Perspectives and Agendas* (pp. 39-46). Nueva York: Routledge.



## **EL CEREBRO ADOLESCENTE**

**Rosa Ysabel Alvarado Merino**

### **RESUMEN**

La adolescencia es una época de importantes cambios neurobiológicos que se expresan en funciones cognitivas superiores —como un rápido razonamiento, mayores interacciones interpersonales, control cognitivo de las emociones, entre otras— que se sopesan entre riesgo y recompensa, evaluación y motivación. Estos cambios podrían desempeñar un papel en la susceptibilidad a la aparición de problemas afectivos y del aprendizaje. Las investigaciones explican que hay una disminución progresiva de la población neuronal que se hace más evidente a partir de la adolescencia y que sería producto de la selección que realiza el organismo en términos de eficiencia. Esta reorganización neocortical deviene de una reasignación de sinapsis. La evidencia muestra que los cambios hormonales que se producen en la adolescencia son un *timing* que se despierta a diferente edad en cada grupo humano, actuando sobre el cerebro. También se ha observado una superioridad en la velocidad de procesamiento en adolescentes mujeres, y en el análisis perceptual y memoria de trabajo en el caso de los varones. Asimismo, factores epigenéticos como las deficiencias nutricionales, el estrés y la violencia alteran el desarrollo normal, observándose sobre todo cambios en el hipocampo.

## INTRODUCCIÓN

Nuevas evidencias sobre los cambios cerebrales asociados a los procesos cognitivos en los adolescentes nos replantean la visión de cómo operan los mecanismos de aprendizaje en esta etapa de la vida. Este artículo tiene como objetivo discutir estos aspectos desde la óptica de la neurociencia. ¿Qué sucede en esta etapa del desarrollo que hace de la adolescencia una etapa particular? ¿Nuestros cerebros son los mismos entre la niñez y la adolescencia? Resolvamos estas preguntas.

## EL CEREBRO DEL ADOLESCENTE

La adolescencia puede ser descrita como una transición progresiva, cuyo inicio está marcado por la pubertad, marcada por un curso ontogenético que va desde la niñez hacia la edad adulta. Hay que precisar, sin embargo, que el desarrollo en esta etapa no es homogéneo ni se da en un tiempo y espacio determinado e involucra a todo el cerebro, porque es el momento en que las redes neuronales se activan multimodularmente y se definen circuitos, unos más sensibles que otros. La neurobiología nos está mostrando que el cerebro es plástico y que en esta etapa existen variaciones trascendentales que se expresan en aptitudes y habilidades. Los cambios cognitivos y neurobiológicos que ocurren durante la adolescencia —hormonales, biológicos y de comportamiento— permiten conceptualizarla como un período de transición del desarrollo cerebral (Spear, 2000) en lugar de una única instantánea en el tiempo. Establecer trayectorias de desarrollo de los procesos cognitivos en esta etapa es esencial en la caracterización de estas transiciones y no debemos limitarnos a las interpretaciones de los cambios en el comportamiento durante este período.

Existen aspectos epigenéticos que nos permiten explicar lo que dice la antropología del desarrollo respecto a que no hay adolescencia en singular sino en plural, porque cada grupo étnico, de determinada área

geográfica, tiene un punto de inicio diferente, de tal manera que se puede observar un rango amplio del inicio de la pubertad y del término de la adolescencia (Fize, 2001). Hablando desde un punto de vista evolutivo, la adolescencia es un período de obtención de la independencia en el que se sale de la protección familiar, lo que implica tomar riesgos y buscar cosas distintas. Esta búsqueda de nuevas experiencias asociadas a mayores niveles de estímulo gratificante hace que a menudo los adolescentes se involucren en conductas de riesgo, sin considerar los resultados o futuras consecuencias. Aunque paradójicamente son estos comportamientos los que pueden darles ventajas adaptativas para el desarrollo de la independencia y la supervivencia sin amparo paternal e incremento de las interacciones sociales, también los hacen más vulnerables al riesgo. Las estadísticas nos dicen que el riesgo de lesión o muerte es más alto durante el período de la adolescencia que en la niñez o en la edad adulta; además hay mayor incidencia de depresión, ansiedad, consumo de drogas, adicción y trastornos alimentarios. Estos cambios no son propios solo de la especie humana, pues se observan comportamientos similares en todas las especies de mamíferos (Dahl, 2004).

Las vías cerebrales —que juegan un papel clave en la regulación emocional y la función cognitiva— experimentan diferentes cambios de maduración durante este período de transición. Está claro que los adolescentes piensan y actúan diferente a los adultos; sin embargo, se sabe relativamente poco acerca de los mecanismos íntimos de los cambios neuronales, conductuales y cognitivos durante este período (Kelley, Schocet & Landry, 2004). En esta línea, el comportamiento de riesgo puede definirse como el producto de un desequilibrio entre la novedad impulsada biológicamente y la búsqueda de sensaciones con un inmaduro centro autorregulador de la competencia (Steinberg, 2008). La especulación sugiere que este patrón de desarrollo es la característica evolutiva que un individuo necesita para dejar un nicho seguro y familiar con el fin de encontrar pareja y procrear (Spear, 2000).

Podemos asumir que la asunción de riesgo coincide con el momento en el que las hormonas impulsan a los adolescentes a buscar parejas sexuales. En la sociedad actual, la adolescencia puede extenderse indefinidamente, con adolescentes que viven con sus padres y dependientes económicamente que eligen a sus compañeros en una etapa más tardía de la vida, comportamiento menos adaptable y contradictorio, considerando que el inicio de la pubertad se produce a más temprana edad.

Para explicar las relaciones entre las habilidades cognitivas y las conductas de riesgo en los adolescentes, tomaremos el modelo neurobiológico de Casey, Jones y Somerville, que sugiere que ellas se producen a través del desarrollo diferenciado de los sistemas subcorticales y corticales. Los datos empíricos del comportamiento, apoyados en técnicas de imagen, apoyan esta posición (Casey, Jones & Somerville, 2011).

### **CAMBIOS HORMONALES QUE PRECEDEN A LOS CAMBIOS NEUROCONDUCTUALES**

Recientes estudios genéticos en humanos han dado lugar a grandes avances en nuestra comprensión de la aparición de la pubertad, cuyo inicio está bajo el control del gen heterocrónico Lin28, que codifica una proteína que regula la maduración de microARN (De Roux & Villanueva, 2012). A su vez, una red de neuronas hipotalámicas que controlan la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) ha sido caracterizada.

La pubertad se inicia con la liberación —desde el hipotálamo— de la hormona liberadora de gonadotropina seguida por una secuencia compleja de cambios endocrinos regulada por factores genéticos y ambientales. La evidencia clínica y experimental acumulada durante los últimos quince años ha documentado el papel esencial de la leptina —sintetizada en el tejido adiposo y cuyos niveles en circulación son proporcionales al tamaño de las reservas de grasa del cuerpo— en el control metabólico de la pubertad y la fertilidad. La leptina funciona

como un factor que permite a la pubertad proceder si se alcanzan suficientes reservas de energía del cuerpo. La situación es menos clara en cuanto a sus lugares y mecanismos de acción. Por un lado, se supone que esta es capaz de modular el sistema GnRH neuronal, y por otro, dicha acción parece ser llevada a cabo indirectamente —a través de fibras aferentes intermedias— al encontrarse las neuronas de GnRH desprovistas de receptores funcionales de leptina, tal como anticiparon los estudios de expresión en roedores y primates (Tena-Sampere, 2012). A ello debemos agregar el reconocimiento de las funciones esenciales de la hormona kisspeptina en la aparición de la pubertad al actuar sobre la regulación metabólica de las neuronas en general y de los efectos específicos de la leptina en el hipotálamo. La acumulación de pruebas ha demostrado que el gen Kiss1 en las neuronas del hipotálamo es sensible a las diferentes formas de estrés metabólico y por lo tanto puede funcionar como conductor para la transmisión de la información en la activación o inhibición de la pubertad. Estudios sobre los efectos de la malnutrición fetal y a lo largo de la infancia relacionan estos dos moduladores como desencadenantes de la pubertad temprana que afecta a este tipo de población (Tena-Sampere, 2012).

Activado el eje hipotálamo hipofisiario se liberan las hormonas luteinizante (LH) y foliculoestimulante (FSH), pero no solamente eso: en la persona que crece rápidamente se presenta un cambio corporal producido por un aumento de la hormona de crecimiento, esto significa que no solo se trata de un despertar de testosterona y estrógeno sino también de la hormona del crecimiento que actúa sobre las células nerviosas y promueve la sinaptogénesis, es decir interviene en la neuroplasticidad (Diniz y otros, 2012). De esta manera, la liberación de hormonas sexuales —estrógeno y testosterona— y somáticas —del crecimiento— depende de factores genéticos y ambientales y precede a los cambios neuroconductuales y cognitivos observados en la adolescencia.

## CAMBIOS NEUROPLÁSTICOS QUE EXPLICAN EL COMPORTAMIENTO Y LAS HABILIDADES COGNITIVAS EN LOS ADOLESCENTES

De acuerdo al modelo neurobiológico de Casey y otros (2011), cuya base está dada en modelos animales (roedores) (Gonen y otros, 2012) y en estudios recientes de imágenes en adolescentes (Hare y otros, 2008), la caracterización de esta etapa va más allá de asociar los comportamientos de riesgo exclusivamente a la inmadurez de la corteza prefrontal. Los hallazgos sugieren distintas trayectorias de desarrollo del comportamiento y habilidades cognitivas. Si bien en la adolescencia se describen conductas de riesgo, falta de capacidad para controlar los impulsos y cambios emocionales, también es posible observar un aumento en las destrezas cognitivas cuyo incremento es mayor en la adolescencia en relación con la infancia y la edad adulta (Blakemore, 2012).

De este modo, el modelo neurobiológico ilustra las diferentes trayectorias de desarrollo de los sistemas subcorticales y corticales y cómo el estriado ventral se desarrolla antes que las regiones de control a nivel prefrontal, presentándose en la adolescencia un desequilibrio relativo entre el control subcortical y cortical prefrontal en comparación con niños —para quienes estos sistemas están todavía en desarrollo— y los adultos —completamente maduros—. Por ello su propósito de explicar los comportamientos de riesgo de los adolescentes<sup>1</sup>.

Esta perspectiva nos proporciona también la base sobre los cambios no lineales en los comportamientos de riesgo durante el desarrollo del ser humano, debido a la maduración más temprana de los sistemas subcorticales frente a los menos maduros sistemas de control prefrontal. Con el desarrollo y la experiencia, la conectividad funcional entre estas regiones proporciona un mecanismo para el control de arriba hacia abajo de este circuito (Hare y otros, 2008). Este modelo reconcilia la contradicción

---

<sup>1</sup> Casey, B. J., Rebecca M. Jones & Leah H. Somerville (2011). Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 21-33.

de las estadísticas de salud de comportamiento de riesgo en la adolescencia con la astuta observación de Reyna y Farley respecto a que los adolescentes son capaces de tomar decisiones racionales y entender los riesgos de las conductas en las que participan (citados en Casey & Jones, 2010), pero en situaciones emocionalmente relevantes los sistemas subcorticales maduros prevalecen sobre los sistemas de control menos maduros a nivel prefrontal.

Recientes investigaciones basadas en avanzadas metodologías de neuroimagen con el empleo de técnicas de resonancia magnética (MRI), como el MRI estructural, han permitido trazar el curso anatómico del desarrollo normal del cerebro (Casey, Getz & Galvan, 2008) y medir el tamaño y la forma de las estructuras cerebrales en la adolescencia. Por su parte, la resonancia magnética funcional (fMRI) ha sido empleada en la medición de patrones de actividad cerebral en regiones subcorticales y el tensor de difusión (DTI) para la conectividad e índice de tractos de sustancia blanca en regiones corticales (Gogtay & Thompson, 2010; Tamnes y otros, 2010).

Aunque a los 6 años el tamaño total del cerebro alcanza aproximadamente el 90% de su tamaño adulto, durante la adolescencia continúan los cambios dinámicos en los subcomponentes de materia gris y blanca. Los datos de los últimos estudios de resonancias magnéticas longitudinales indican que el volumen de materia gris tiene un patrón en forma de U invertida, con una mayor variación regional de la materia blanca (Giedd y otros, 2012). En general, las regiones con funciones principales —como el área motora y los sistemas sensoriales— maduran primero; las de orden superior —como las áreas de asociación, que integran estas funciones primarias— maduran más tarde (Giedd y otros, 2012). Por ejemplo, los estudios mediante resonancia magnética muestran que las primeras pérdidas de materia gris cortical se producen en las principales áreas sensorio motoras y las últimas en las cortezas prefrontales dorsolaterales (Giedd y otros, 2012).

Este patrón es consistente con los estudios *post mortem* —en primates no humanos y en humanos— que muestran que la corteza prefrontal es una de las últimas regiones del cerebro en madurar (Casey & Jones, 2010), mientras que las regiones subcorticales y sensorio motoras se desarrollan tempranamente. En contraste con la materia gris, el volumen de materia blanca aumenta en un patrón más o menos lineal hasta la edad adulta (Gogtay & Thompson, 2010). Estos cambios presumiblemente reflejan la mielinización de los axones en curso que mejoran la conducción neuronal y la comunicación de las conexiones (Giedd y otros, 2012; Sowell, 2001).

No está del todo claro cómo los cambios estructurales se relacionan con el comportamiento. Algunos estudios han mostrado asociaciones indirectas entre el cambio volumétrico —basado en estudios en resonancia magnética— y la función cognitiva —medida con pruebas neuropsicológicas— (Giedd y otros, 2012). Lo que se ha reportado son asociaciones entre los volúmenes corticales prefrontales y de ganglios basales y las medidas regionales de control cognitivo (es decir, la capacidad de anular una elección o acción inapropiada en favor de otro) (Giedd y otros, 2012; Tamnes y otros, 2010). Estos hallazgos subrayan la importancia del cuerpo estriado (región subcortical) y la corteza prefrontal (región cortical) y la desigualdad en sus tiempos madurativos expresada en las diversas formas de comportamiento en los adolescentes. Además sugieren que el control cognitivo se refleja en los cambios estructurales en el cerebro. Los cambios de los volúmenes cerebrales se explican por cambios plásticos expresados en la eliminación del exceso de sinapsis y el fortalecimiento de otras producto de la experiencia y del desarrollo (Giedd y otros, 2012).

Recientes avances en la tecnología de resonancia magnética —como DTI— constituyen una herramienta valiosa para examinar la modulación del desarrollo de determinados tractos de sustancia blanca y su relación con el comportamiento. Por ejemplo, el desarrollo del control cognitivo se correlaciona positivamente con los cambios de los trac-

tos de asociación prefrontal-parietal, hallazgos que concuerdan con los estudios de neuroimagen funcional que muestran reclutamiento diferencial de estas regiones en adolescentes, en contraste con lo observado en niños, y que presumiblemente reflejan la mielinización de los axones (Giedd y otros, 2012; Sowell, 2001).

Podemos decir que las conductas de riesgo en la adolescencia están asociadas a las diferentes trayectorias de desarrollo de las regiones de control corticales y subcorticales, pero esto no quiere decir que los adolescentes no sean capaces de tomar decisiones racionales. En situaciones con carga emocional, un sistema límbico más maduro puede ganar sobre el sistema de control prefrontal en la toma de decisiones (Steinberg, 2010).

Retomando el modelo de Casey y otros (2011), se describe también la motivación del comportamiento representada en tres circuitos neurales distintos: enfoque, evitación y normativo. El sistema de enfoque recompensa los comportamientos y en gran parte está controlado por el estriado ventral; el de evitación se relaciona con las conductas de prevención y está principalmente controlado por la amígdala; y el normativo equilibra los sistemas de enfoque y evitación y está controlado en gran parte por la corteza prefrontal. En consecuencia, el aumento de las conductas de riesgo en la adolescencia se debe a una mayor influencia del sistema de enfoque y una más débil del normativo (Casey & Jones, 2010; Hare y otros, 2008). Este modelo neurobiológico (Casey y otros, 2011) difiere de otros porque se basa en la evidencia empírica de cambios en el cerebro, tomada en la infancia-adolescencia-aduldez, pero además sugiere independencia de estos circuitos que explican la conducta de riesgo del adolescente. Hasta aquí podemos explicar las conductas de riesgo, la impulsividad y las búsquedas de recompensa; quedaría por investigar si estas teorías se aplican a nuestras poblaciones.

## BASES NEUROBIOLÓGICAS DE LA ACTIVIDAD COGNITIVA EN LOS ADOLESCENTES

El área prefrontal es una de las áreas que presenta grandes cambios plásticos durante la adolescencia, tiene que ver con el control de impulsos —de cuyo desbalance con los núcleos subcorticales surgen los comportamientos de riesgo— y es el centro de las funciones ejecutivas. Muchas habilidades cognitivas han sido atribuidas a esta categoría, incluyendo la planificación, la tarea de conmutación, la respuesta al conflicto, la supervisión de errores, la toma de decisiones, el control inhibitorio y la memoria de trabajo. Se ha sugerido que hay tres diferentes procesos ejecutivos principales, que comprenden el control inhibitorio, la capacidad de cambiar la tarea y el mantenimiento y actualización de la memoria de trabajo (Romer y otros, 2009). La mayoría de autores coinciden en que la corteza lateral prefrontal (PFC) desempeña un papel crítico en la función ejecutiva pero su localización específica sigue siendo motivo de investigación y de planteamiento de modelos (Miyake & Friedman, 2012). Mientras algunos atribuyen funciones ejecutivas concretas a determinadas partes del cerebro, otros proponen una red común de la PFC lateral, que se acopla a través de un conjunto diverso de demandas cognitivas que incluyen la respuesta a conflictos, la novedad en la tarea, la memoria de trabajo y la dificultad perceptual (Miyake & Friedman, 2012).

Existe una variedad de modelos teóricos y neuroanatómicos que explican cómo se producen los procesos en las funciones ejecutivas. Algunos identifican determinados procesos ejecutivos con localizaciones neuroanatómicas, que son reclutados en una secuencia de eventos (Miyake & Friedman, 2012). El modelo de control en cascada (Banich, 2009) grafica un sistema de arriba hacia abajo que va de los prejuicios de las tareas correspondientes al establecimiento de procesos localizados en la región posterior del córtex prefrontal dorsolateral, que selecciona las representaciones más relevantes de las tareas manteniéndolas activas. En el siguiente paso de esta cascada, la porción dorsal posterior

de la corteza cingulada anterior (ACC), selecciona la respuesta apropiada entre las opciones de respuesta disponibles y así sucesivamente. En comparación a otros modelos (Kopp, 2012), los centros dorsales de la ACC evalúan las respuestas y, en caso de que ocurra un error, envían señales a la corteza dorsolateral prefrontal posterior (DLPFC) para un mayor control, dado que requiere el reinicio de determinados pasos en dicha cascada de eventos. El principio básico de este modelo es que las operaciones cognitivas se ejecutan secuencialmente, y si no se logra adecuadamente en un paso anterior, requerirán ser procesadas en una etapa posterior (Miyake & Friedman, 2012).

La corteza prefrontal (PFC) interviene en la capacidad de coordinar los pensamientos o acciones en relación con los objetivos internos (control cognitivo), aunque su arquitectura funcional sigue siendo poco conocida. Imágenes del cerebro de seres humanos demuestran que la PFC lateral está organizada como una cascada de procesos ejecutivos desde el área premotora a las regiones anteriores del PFC que controlan el comportamiento de acuerdo a los estímulos, al contexto perceptual presente y al episodio temporal en el que se producen dichos estímulos. Los resultados proporcionan un modelo modular unificado de control cognitivo que describe la organización funcional global de los recursos humanos PFC lateral y tiene implicaciones metodológicas y teóricas (Kopp, 2012).

En 1996, Damasio planteó la «hipótesis del marcador somático» al encontrar que la PFC ventromedial juega un papel importante en el procesamiento de los cambios fisiológicos del cuerpo, previamente etiquetados como eventos emocionalmente significativos (Damasio, 1996). Un grupo de investigadores le ha atribuido un papel destacado a la corteza orbito frontal (OFC) en el procesamiento de la emoción, en particular en lo que respecta a los aspectos motivacionales del comportamiento cara a cara con las asociaciones estímulo-recompensa. Esa línea de investigación evalúa y clasifica la valencia motivacional de un estímulo como positivo y gratificante o negativo y de castigo.

Otro grupo de investigadores destaca la amígdala como el eje central del procesamiento del miedo, y sugiere dos vías de procesamiento emocional, la ruta directa y rápida que va desde el tálamo hacia la amígdala y procesa información rápidamente y sin conciencia, mientras que la segunda ruta, indirecta y lenta, utiliza la vía tálamo-cortical-amígdala. Esta vía permite un análisis más minucioso y consciente del estímulo. Sin embargo, esta distinción ha sido objeto de críticas recientemente. Pessoa y Adolphs (2010) sugieren también dos ejes centrales, la amígdala y el núcleo pulvinar, y destacan la fuerte comunicación de estos ejes con amplias regiones corticales y subcorticales.

Hacemos mención a estas relaciones pues la investigación de esta área puede proporcionar valiosos conocimientos sobre el desarrollo de la interacción entre el control cognitivo y las emociones en el organismo inmaduro. Anatómicamente, los estudios longitudinales han delineado distintas trayectorias de desarrollo para las regiones individuales del cerebro tales como un ritmo lento de maduración de la PFC (Gogtay & Thompson, 2010) y el sistema límbico, donde lo lógico sería que la ejecución de tareas y el comportamiento reflejaran diferencias por grupos de edad. Se espera que niños y adolescentes muestren mayor dificultad para mantener la atención en la búsqueda de información con un componente emocional a diferencia de los adultos.

Un estudio reciente entre niños —desde los 4 años de edad— y adolescentes encontró que el control cognitivo y la regulación emocional mejoran con la edad, que la discriminación de las emociones es mejor en las niñas respecto a los niños y el incremento de la activación de la amígdala en los adolescentes (Hare y otros, 2008). En conjunto, estos datos indican que la interferencia emocional básica, en comparación a la no-emocional que se manifiesta ya a los 4 años de edad, y los neurocircuitos relacionados a control emocional son sensibles al desarrollo. Estos cambios, al igual que en otras regiones cerebrales, reflejan una mayor organización del cerebro producto de la poda de conexiones redundantes y el aumento de la mielina, que mejora la transmisión de

los mensajes del cerebro. Imágenes desarrolladas con resonancia magnética muestran vistas superiores de la secuencia de la maduración de la materia gris, mayor en edades más tempranas, seguida por la pérdida y el adelgazamiento sostenido a partir de la pubertad, que se correlaciona con el avance de las capacidades cognitivas.

Entonces, el evento de maduración más consistentemente vinculado a la adolescencia es la poda sináptica —eliminación de sinapsis o fortalecimiento de otras—. El análisis cuantitativo de las sinapsis en el primate no humano ha puesto al descubierto un aumento sincrónico en la densidad sináptica en múltiples áreas corticales, con picos observados durante el tercer mes postnatal, que disminuye lentamente un 10% hasta los 2 años de edad con una caída más pronunciada del 40% entre los 2.7 y 5 años (edad adulta del primate no humano adulto). En la corteza cerebral humana, la densidad sináptica es escalonada y presenta picos en diferentes regiones, y su patrón básico se da en la infancia temprana seguido por la fuerte eliminación de sinapsis en áreas como la corteza auditiva y la PFC (corteza prefrontal) durante toda la adolescencia temprana y media, lo que concuerda con lo descrito en primates no humanos. Se ha demostrado además que la eliminación de sinapsis en humanos no se agota en la adolescencia sino que continúa a un ritmo menor hasta principios de la adultez. Estos cambios en la corteza humana están relacionados con la sinaptofisina —proteína sináptica que interviene en la densidad post sináptica y proteína-95 (PSD-95)— y muestran patrones similares de pico en la infancia y descenso a través de la adolescencia, aunque recientemente se encontraron concentraciones crecientes de las moléculas relacionadas a la actividad sináptica a lo largo de la adolescencia (Selemon, 2013). La mayoría de la evidencia rescata que la poda sináptica es el proceso de maduración asociado a la adolescencia, lo que explicaría la disminución en el volumen de materia gris detectado en forma longitudinal a través de imágenes de resonancia magnética (MRI) en humanos. Aunque la reducción de la conectividad sináptica puede ir acompañada de la retracción de los procesos gliales

y neuronales, la eliminación de los cuerpos celulares neuronales se produce mucho antes en el desarrollo. Se sabe que los primeros estudios longitudinales con MRI en sujetos humanos han detectado divergentes patrones de crecimiento del desarrollo de los volúmenes de la materia gris y blanca: el volumen de sustancia blanca aumenta linealmente hasta aproximadamente los 22 años mientras que el volumen de materia gris cortical en los lóbulos frontal y parietal alcanza su punto máximo justo antes de la adolescencia (entre los 10 y 12 años) y luego disminuye de volumen en la adultez. Estudios transversales en niños y adolescentes —incluyendo un reciente estudio multicéntrico— muestran patrones opuestos de la materia gris y blanca (Giedd y otros, 2012). Curiosamente, el cambio de volúmenes corticales en este rango de edad se destaca más en los lóbulos frontal y parietal. En efecto, la evidencia actual indica que las áreas corticales de asociación como la PFC están relacionadas con la reducción del volumen de la materia gris (Gogtay & Thompson, 2010).

La importancia funcional de eliminación sináptica durante la adolescencia, aunque todavía enigmática, probablemente implica el ajuste entre los núcleos excitadores/inhibidores sobre neuronas individuales y dentro de las redes, tal como lo describe el modelo de Casey. El principal argumento a favor de esta hipótesis se deriva de la especificidad de la pérdida, donde las sinapsis excitadoras son selectivamente degeneradas, mientras que las sinapsis inhibitorias permanecen. Incluso la pérdida de axones en la PFC es compatible con la eliminación de la entrada de estímulos excitatorios. Por otra parte, la evidencia reciente ha demostrado que los receptores de dopamina D2 en las inter neuronas sufren un cambio profundo durante la adolescencia.

Antes de la adolescencia, la estimulación sobre los receptores de dopamina D2 no producía ningún efecto o solo una débil inhibición de las inter neuronas. Sin embargo, en los animales adultos la estimulación de dichos receptores es fuertemente excitatoria y con inter neuronas que producen una potente inhibición de las células piramidales.

Como resultado, las capacidades de inhibición van en forma ascendente en la adolescencia, lo cual está relacionado con el aumento de la dopamina de las inter neuronas, así como un cambio en la sinapsis inhibidora/excitatoria con predominio de la primera. Estudios neuropsicológicos en la PFC han establecido un papel fundamental para las sinapsis inhibidoras, controlando el flujo de información a través de redes locales (Selemon, 2013)<sup>2</sup>. Además, los estudios con RMNf podrían ser utilizados para investigar los cambios entre adolescentes con desarrollos disfuncionales, normales y resilientes.

### **DIFERENCIAS SOMÁTICAS A NIVEL CEREBRAL ENTRE ADOLESCENTES HOMBRES Y MUJERES**

La adolescencia es un tiempo de divergencia creciente en las características físicas, el comportamiento y el riesgo de psicopatología entre hombres y mujeres. Vamos a revisar los datos con respecto a las diferencias de sexo en la estructura y función cerebral durante este período de la vida. La diferenciación sexual es producto de una cascada de sucesos que comienza con el proceso de determinación del sexo al momento de la concepción y continúa a lo largo de las etapas del desarrollo para establecer fenotipos masculinos o femeninos. Siguiendo el esquema propuesto por Phoenix y colegas (1959), determinados eventos se clasifican por sexo tan pronto se producen efectos organizativos (Lombardo y otros, 2012). Si bien existen muchas variaciones de esta clasificación básica —como el método de determinación del sexo, el tiempo y el número de eventos de la organización, la magnitud de las diferencias entre los sexos y qué hormonas esteroides son operativas—, el modelo mencionado continúa siendo valioso. Una importante modificación a la hipótesis original es que las exposiciones de esteroides sexuales durante la pubertad también se asocian con efectos organizativos, y que las modificaciones

---

<sup>2</sup> Para ampliar sobre las modificaciones moleculares consultar Arain y otros, 2013.

estructurales del cerebro, en respuesta a los cambios a nivel hormonal, continúan durante toda la vida adulta (Lenroot & Giedd, 2010).

La diferencia sexual más consistente se da en la morfometría del cerebro, específicamente en el tamaño, que es entre 9 y 12% más grande en los machos adultos. Sin embargo, estudios longitudinales han mostrado diferencias de sexo en la trayectoria del crecimiento del cerebro, con las hembras alcanzando valores máximos de volúmenes cerebrales antes que los varones; aunque estas diferencias de sexo están presentes como promedios de grupo, no deben ser tomadas como indicativo de las capacidades relativas de machos o hembras (Lenroot & Giedd, 2010). El tamaño total del cerebro presenta una trayectoria de U invertida en ambos sexos, y alcanza el tamaño máximo aproximadamente a los 10.5 años en las mujeres y 14.5 años en los varones. Los volúmenes regionales en la materia gris también siguen una curva en forma de U invertida que alcanza su punto máximo de maduración en las mujeres antes (Lenroot y otros, 2007), lo que explicaría las diferencias en los comportamientos relacionados con las funciones ejecutivas entre hombres y mujeres.

Con el empleo de imágenes de tensor de difusión (TDI) y transferencia de magnetización se ha podido demostrar que se presentan diferencias de género en el desarrollo de la materia blanca en la adolescencia. Estudios de imágenes funcionales han demostrado diferentes patrones de activación sin diferencias en el rendimiento, lo que sugiere que cerebros masculinos y femeninos pueden utilizar estrategias ligeramente diferentes para el logro de similares capacidades cognitivas (Lenroot, 2010). También se han reportado diferencias entre hombres y mujeres en regiones individuales del cerebro que incluyen los ganglios basales, el hipocampo y la amígdala. Estas diferencias regionales incluyen una corteza visual más grande en los hombres y en las relacionadas con las áreas del lenguaje —como la corteza temporal superior y la de Broca— en las mujeres. Incluso un estudio encontró que la corteza temporal es más gruesa en las mujeres (Lenroot & Giedd, 2010).

Se ha descrito que el volumen total del cerebro es variable, la corteza más gruesa en las mujeres y el espesor más pronunciado en las circunvoluciones frontal inferior y superior izquierdo y, a continuación, en menor medida en las regiones superiores pre y post central y lóbulo occipital. En contraste, los machos presentan un área de mayor espesor en el lóbulo temporal posterior izquierdo. La superficie fue significativamente mayor en las hembras cuando se utilizaron datos ajustados a escala y mayor en los hombres al emplear datos originales sin escala (Giedd, 2012). La girificación, medida a través de la determinación del grado de curvatura en miles de puntos en todo el cerebro, fue mayor en las mujeres en varias regiones en el lóbulo frontal, parietal y temporal. Las zonas con mayores diferencias fueron las regiones anteriores del lóbulo frontal. No hay regiones con mayor girificación en los hombres (Luders y otros, 2009).

El soporte a la creciente literatura refiere que los sustratos neurales de la inteligencia difieren en las capacidades intelectuales incluso en ausencia de las diferencias de sexo. La mejor comprensión de cómo las diferencias sexuales se desarrollan durante la infancia y la adolescencia pueden ayudar con el tiempo a guiar las intervenciones médicas y educativas. Todos los hallazgos descritos en este documento corresponden a las medias de grupos con un solapamiento importante entre ellos. La causalidad aún no ha sido establecida entre cualquier variación normal del desarrollo del cerebro y la capacidad funcional. Los hallazgos en neuroimagen deberían tomarse como pistas que apunten hacia distintos procesos que afectan el desarrollo del cerebro del macho y la hembra en lugar de afirmaciones definitivas sobre las capacidades de los individuos del sexo masculino o femenino.

Estos cambios diferenciados del desarrollo cerebral nos explican cómo hombres y mujeres también pueden tener percepciones muy diferentes de lo que se entiende por prosocial. Los varones tienden a adoptar una perspectiva de la justicia que se basa en reglas formales de lo moral para juzgar lo que es prosocial. Las hembras tienden a adoptar

una perspectiva de cuidado y responsabilidad, y los actos prosociales deben mejorar la armonía social o reforzar las lealtades. Por otra parte, la competencia puede ser un gran obstáculo para ajustarse a las normas y comportamientos prosociales para los niños, pero no para las niñas (Lenroot & Giedd, 2010). En una situación de competencia, los chicos están más preocupados por los resultados de la competencia que por el bienestar de los demás, y tienden a ser menos activos en el ofrecimiento de ayuda o compartir con los demás. Estos hallazgos deberían ser considerados por los educadores, quienes tienen que ser sensibles a las diferencias de género haciendo uso de estos conocimientos, para que tengan en cuenta la perspectiva de la justicia de orientación prosocial en los niños y la perspectiva de cuidado y responsabilidad en las niñas.

### **FACTORES EPIGENÉTICOS QUE AFECTAN EL DESARROLLO DEL CEREBRO EN LA ADOLESCENCIA: LA VIOLENCIA Y LA DESNUTRICIÓN**

Tomaremos el ejemplo de dos factores epigenéticos como la desnutrición y la violencia, por ser eventos frecuentes a los que se encuentran expuestos niños y adolescentes.

Diversos estudios muestran que los adolescentes con una historia de desnutrición energética proteica (DEP) presentan, por un lado, rendimientos más bajos en las pruebas de habilidades cognitivas frente a quienes no padecen este tipo de desnutrición y, por el otro, una correlación positiva entre el grado de retardo de crecimiento durante los dos primeros años de vida y el déficit cognoscitivo a corto y largo plazo (Pollitt, 2002). Si bien los déficits pueden tratarse, estos persisten a lo largo de la vida. Otro ejemplo específico nutricional está relacionado con la deficiencia de hierro, cuya disminución puede ser observada en la reorganización neuronal y en la plasticidad alterando toda la dinámica cerebral. El hierro es necesario en varios procesos celulares durante el desarrollo del cerebro. Como sabemos, el hierro participa en toda la cadena respiratoria y las mitocondrias —relacionadas a la actividad celular— contienen

cobre y hierro. Por tanto, cuando existe depleción total de hierro es posible encontrar cambios a nivel de la neurotransmisión debido a que las mitocondrias participan en la regulación del calcio intracelular, calcio que participa en diferentes actividades celulares, transporte de vesículas y neurotrasmisores (Fretham, Carlson & Georgieff, 2011). En los casos de deficiencia de hierro —anemia— en cualquier etapa de la vida es posible observar déficits cognitivos, y sus mayores efectos se producen en etapas críticas del desarrollo desde la vida fetal y post natal hasta la adolescencia. Por ello lo importante de realizar controles de salud que evalúen esta variable en el adolescente. Los efectos de la disminución de hierro en una etapa temprana de la vida también pueden observarse en la memoria y el aprendizaje. Al estudiar la actividad del hipocampo —sobre todo en la educación primaria— pueden encontrarse evidentes anomalías en las proteínas que contienen hierro (Fretham y otros, 2011).

Por otro lado, el maltrato durante los primeros años de vida también afecta el desarrollo, y se puede observar una conducta antisocial asociada al aumento de la reactividad de la amígdala y la reducción de la actividad en las regiones prefrontales reguladoras (órbito frontal y corteza cingulada anterior), lo que explicaría respuestas emocionales desafiantes. De manera similar, la variante alélica 5 HTT (gen transportador de serotonina) está enlazada a la adversidad temprana. El desarrollo de la agresión también está asociado con un aumento de actividad de la amígdala y la reducción de activación de la corteza cingulada. Los cambios en estas redes córtico-límbicas se han relacionado con el comportamiento agresivo y vinculado a una disfunción de la respuesta de la amígdala y corteza órbito frontal, situación observada en los estudios de neuroimagen funcional en individuos con agresión impulsiva. Experimentar altos niveles de estrés durante períodos críticos del desarrollo puede alterar la expresión de los genes serotoninérgicos (asociados a la depresión, TDAH e impulsividad) y afectar el funcionamiento y conectividad de las áreas del cerebro asociadas (Márquez y otros, 2013). Esto no solo explicaría los comportamientos agresivos y la tendencia a la depresión

en adolescentes expuestos a violencia y estrés (incluso desde etapas tempranas de la vida) sino también la toma de decisiones en los adolescentes al alterarse tanto las funciones ejecutivas como la relación del centro excitatorio/inhibitorio. La investigación preclínica indica que el volumen del hipocampo —altamente susceptible al estrés— disminuye cuando las personas están expuestas a la adversidad en cualquier etapa de la vida y también en individuos con depresión. De este modo se encuentra una interacción entre la adversidad, el tamaño del hipocampo y mayor vulnerabilidad a la depresión. La adversidad y la depresión al principio de la vida podrían tener un efecto peor en las personas adultas, y producir mayores cambios en el volumen del hipocampo. El menor volumen del hipocampo ha sido observado en adolescentes deprimidos, muchos de los cuales tenían menor tiempo con la enfermedad en comparación con los adultos. Futuras investigaciones en grupos de riesgo serán útiles para determinar si el déficit en el tamaño del hipocampo tiene lugar antes de la manifestación clínica de la depresión (Rao y otros, 2010).

### A MODO DE CONCLUSIONES

El aprendizaje en la etapa universitaria requiere de la puesta en marcha de procesos cognitivos como la atención, percepción y memoria. La revisión de la literatura nos ayuda a explicar que existen cambios a nivel cerebral que están relacionados con estos procesos en estudiantes universitarios adolescentes, como la disminución de la población neuronal progresiva —producto de la selección en términos de eficiencia que realiza el organismo— y la reorganización neocortical —producto de una reasignación de sinapsis de los mecanismos de control de las funciones ejecutivas—, así como sus comportamientos y habilidades cognitivas.

A su vez, los cambios a nivel hormonal —que se despiertan a diferente edad en cada grupo humano— actúan sobre el cerebro e inducen cambios. Se ha mostrado la existencia de receptores para estrógenos, que explican que, al igual que en los adultos, se manifiestan diferencias

de género en el rendimiento neurocognitivo, en particular una superioridad femenina en la velocidad de procesamiento y una masculina en el análisis perceptual y memoria de trabajo. Frente a estas descripciones es necesario replantearse si estas diferencias son solo producto de las condiciones hormonales o son producto de las diferencias en la crianza.

Por último, factores epigenéticos como la desnutrición energético-calórica, las deficiencias nutricionales (hierro), el estrés y la violencia producen cambios en la plasticidad a nivel córtico frontal y en el hipocampo, alterando la memoria y las relaciones de control excitatorias/inhibitorias, aspectos que deben ser considerados también en la atención y formación a adolescentes universitarios.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Arain, Mariam, Maliha Haque, Lina Johal, Puja Mathur, Wynand Nel, Afsha Rais, Ranbir Sandhu & Sushil Sharma (2013). Maturation of the adolescent brain. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, 9, 449-461.
- Banich, Marie. T. (2009). Executive function. The search for an integrated account. *Current Directions in Psychological Science*, 18(2), 89-94.
- Blakemore, Sarah-Jayne (2012). Development of the social brain in adolescence. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 105(3), 111-116.
- Casey, B.J., Sarah Getz & Adriana Galvan (2008). The adolescent brain. *Developmental Review*, 28(1), 62-77.
- Casey, B.J. & Rebecca M. Jones (2010). Neurobiology of the adolescent brain and behavior. *Journal of The American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(12), 1189-1285.
- Casey, B. J., Rebecca M. Jones & Leah H. Somerville (2011). Braking and accelerating of the adolescent brain. *Journal of Research on Adolescence*, 21(1), 21-33.
- Dahl, Ronald (2004). Adolescent brain development: A period of vulnerabilities and opportunities. *Annals New York Academy of Science*, 1021, 1-22.
- Damasio, A. R. (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Grijalbo Mondadori.

- De Roux, Nicolas & Carine Villanueva (2012). The genetic control of puberty onset. *Bulletin de l'Academie Nationale de Medecine*, 196(2), 327-340.
- Diniz, Luan Pereira, Juliana Carvalho Almeida, Vanessa Tortelli, Charles Vargas Lopes, Pedro Setti-Perdigão, Joice Stipursky, Suzana Assad Kahn, Luciana Ferreira Romão, Joari de Miranda, Soniza Vieira Alves-Leon, Jorge Marcondes de Souza, Newton G. Castro, Rogério Panizzutti & Flávia Carvalho Alcantara Gomes (2012). Astrocyte-induced synaptogenesis is mediated by transforming growth factor  $\beta$  signaling through modulation of d-serine levels in cerebral cortex neurons. *Journal Of Biological Chemistry*, 287(49), 41432-41445.
- Fize, Michel (2001). *¿Adolescencia en crisis? Por el derecho al reconocimiento social.* Madrid: Siglo XXI.
- Fretham, Estephanie, Erik S. Carlson & Michael K. Georgieff (2011). The role of iron in learning and memory. *American Society for Nutrition*, 2, 112-121.
- Giedd, Jay N., Armin Raznahan, Kathryn L. Mills & Rhoshel K. Lenroot (2012). Review: Magnetic resonance imaging of male/female differences in human adolescent brain anatomy. *Biology of Sex Differences*, 3(1), 19.
- Gogtay, Nitin & Paul M. Thompson (2010). Mapping gray matter development: Implications for typical development and vulnerability to psychopathology. *Brain and Cognition*, 72(1), 6-15.
- Gonen, Tal, Roee Admon, Ilana Podlipsk & Talma Hendler (2012). From animal model to human brain networking: Dynamic causal modeling of motivational systems. *The Journal of Neuroscience*, 32(21), 7218-7224.
- Hare, Todd A., Nim Tottenham, Adriana Galvan, Henning U. Voss, Gary H. Glover & B.J. Casey (2008). Biological substrates of emotional reactivity and regulation in adolescence during an emotional go-no go task. *Biological Psychiatry*, 63(10), 927-934.
- Kelley, Ann E., Terri Schochet & Charles F. Landry (2004). Risk taking and novelty seeking in adolescence: Introduction to part I. *Annals Of The New York Academy of Sciences*, 1021 (1), 27-32.
- Kopp, Bruno (2012). A simple hypothesis of executive function. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 1-6.

- Lenroot, Rhoshel K. & Jay N. Giedd (2010). Sex differences in the adolescent brain. *Brain and Cognition*, 72(1), 46-55.
- Lenroot, Rhoshel K., Nitin Gogtay, Deanna K. Greenstein, Elizabeth Molloy Wells, Gregory L. Wallace, Liv S. Clasen, Jonathan D. Blumenthal, Jason Lerch, Alex P. Zijdenbos, Alan C. Evans, Paul M. Thompson & Jay N. Giedd (2007). Sexual dimorphism of brain developmental trajectories during childhood and adolescence. *NeuroImage*, 36(4), 1065-1073.
- Lombardo, Michael V., Emma Ashwin, Bonnie Auyeung, Bhismadev Chakrabarti, Kevin Taylor, Gerald Hackett, Edward T. Bullmore & Simon Baron-Cohen (2012). Fetal testosterone influences sexually dimorphic gray matter in the human brain. *The Journal of Neuroscience*, 32(2), 674-680.
- Luders, Eileen, Christian Gaser, Katherine L. Narr & Arthur W. Toga (2009). Why sex matters: Brain size independent differences in gray matter distributions between men and women. *The Journal of Neuroscience*, 29(45), 14265-14270.
- Márquez, C., G. L. Poirier, M. I. Cordero, M. H. Larsen, A. Groner, J. Marquis, P. J. Magistretti, D. Trono & C. Sandi (2013). Peripuberty stress leads to abnormal aggression, altered amygdala and orbitofrontal reactivity and increased prefrontal MAOA gene expression. *Translational Psychiatry*, 3, 1-12.
- Miyake, Akira & Naomi P. Friedman (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions. Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14.
- Pessoa, Luiz & Adolphs Ralph (2010). Emotion processing and the amygdala: From a «low road» to «many roads» of evaluating biological significance. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(11), 773-783.
- Pollit, Ernesto (2002). *Consecuencias de la desnutrición en el escolar peruano*. Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Rao, Uma, Li-Ann Chen, Anup S. Bidesi, Mujeeb U. Shad, M. Albert Thomas & Constance L. Hammen (2010). Hippocampal changes associated with early-life adversity and vulnerability to depression. *Biological Psychiatry*, 67(4), 357-364.

- Romer, Daniel, Laura Betancourt, Joan M. Giannetta, Nancy L. Brodsky, Martha Farah & Hallam Hurt (2009). Executive cognitive functions and impulsivity as correlates of risk taking and problem behavior in preadolescents. *Neuropsychologia*, 47(13), 2916-2926.
- Selemon, L. D. (2013). A role for synaptic plasticity in the adolescent development of executive function. *Translational Psychiatry*, 3, 1-8.
- Sowell, Elizabeth R. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during post-adolescent brain maturation. *The Journal of Neuroscience*, 21(22), 8819-8829.
- Sowell, Elizabeth, Paul Thompson, Colin Holmes, Rajneesh Battah, Terry Jernigan & Arthur Toga (1999). Localizing age-related changes in brain structure between childhood and adolescence using statistical parametric mapping. *NeuroImage*, 9, 587-597.
- Spear, Linda P. (2000). The adolescent brain and age-related behavioral manifestations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(4), 417-463.
- Steinberg, Laurence (2008). A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking. *Developmental Review*, 28, 78-106.
- Steinberg, Laurence (2010). Commentary: A behavioral scientist looks at the science of adolescent brain development. *Brain and Cognition*, 72(1), 160-164.
- Tamnes, Christian K., Ylva Ostby, Anders M. Fjell, Lars T. Westlye, Paulina Due-Tonnessen & Kristine B. Walhovd (2010). Brain maturation in adolescence and young adulthood: Regional age-related changes in cortical thickness and white matter volume and microstructure. *Cerebral Cortex*, 20, 534-548.
- Tena-Sempere, Manuel (2012). Endocrinology and adolescence: Deciphering puberty: Novel partners, novel mechanisms. *European Journal of Endocrinology*, 167(6), 733-747.

**EL DIÁLOGO ENTRE LA FILOSOFÍA,  
LA PSICOLOGÍA Y LAS NEUROCIENCIAS EN TORNO  
DE LA ATRIBUCIÓN PSICOLÓGICA:  
¿CÓMO CONOCEMOS LA SUBJETIVIDAD AJENA?  
EVOLUCIÓN Y DESARROLLO DE LA ATRIBUCIÓN  
PSICOLÓGICA**

Pablo Quintanilla

**RESUMEN**

Este texto se propone exponer y discutir algunos rasgos de la atribución psicológica, es decir, de los mecanismos que empleamos los seres humanos para comunicarnos, comprendernos e interpretarnos mutuamente, atribuyéndonos estados mentales, como creencias, deseos, propósitos, objetivos, afectos, etcétera. Vamos a preguntarnos cómo evolucionaron estos mecanismos en la especie y cómo se desarrollan en el niño hasta llegar a la adolescencia, esto es, vamos a plantearnos la pregunta filogenética (cómo aparecieron en la especie a partir de la selección natural y la adaptación de la especie al medio) y la pregunta ontogenética (cómo aparecen en el niño a partir de procesos neuronales que se van activando según los diversos estadios del desarrollo y en interrelación con el entorno físico y social).

## ¿QUÉ ES LA ATRIBUCIÓN PSICOLÓGICA?

Explicar el fenómeno de la atribución psicológica es esencial para entender la manera como se produce el aprendizaje, así como el desarrollo del cerebro desde la infancia hasta la adolescencia, por lo que comenzaremos aclarando algunas cuestiones terminológicas. Voy a utilizar los términos de la manera usual en la filosofía de la mente reciente. Así, por estado mental entenderemos cualquier proceso psíquico que puede llegar a ser consciente, es decir, del cual podemos llegar a tener algún tipo de experiencia fenoménica (*awareness*) y/o que está dotado de intencionalidad, esto es, que está dirigido hacia algo diferente de sí mismo (*aboutness*). Algunos estados mentales pueden ser conscientes pero no son intencionales, otros son intencionales pero podrían no ser conscientes, algunos son conscientes e intencionales, pero no puede ocurrir que algo sea un estado mental sin ser consciente ni intencional.

Por ejemplo, las creencias, los deseos y las emociones son intencionales porque están dirigidos hacia algo diferente de ellos mismas. Uno tiene la creencia de que este es un día soleado, uno puede desear un helado de chocolate o uno puede tener la emoción de la alegría por haberse encontrado con un amigo en la calle. La proposición «el día es soleado», el helado de chocolate y el amigo de la calle son los objetos intencionales de esos estados mentales intencionales, y a ellos están dirigidos estos estados mentales. Pero uno podría tener creencias no-conscientes e inconscientes. Un ejemplo del primer tipo son aquellas creencias que uno no sabe que tiene pero que modifican su comportamiento (por ejemplo, que uno es supersticioso), conformando una suerte de conocimiento tácito o inconsciente cognitivo. Un ejemplo del segundo tipo son las creencias que han sido reprimidas porque ser conscientes de ellas podría resultar muy doloroso (por ejemplo, que uno tiene una grave enfermedad). Sin embargo, la creencia, aún si es no-consciente y/o inconsciente, sigue siendo un estado mental, porque podría llegar a ser consciente y porque está dirigida a un objeto intencional diferente de la creencia misma.

También hay estados mentales que no son intencionales aunque sí son conscientes, por ejemplo un dolor de cabeza. El dolor no está dirigido a algo diferente de sí mismo, el dolor es su propio objeto intencional, por así decirlo, pero no podría haber un dolor inconsciente o no-consciente. Luego, el dolor es esencialmente consciente, pues su naturaleza, lo que el dolor es, es su propia fenomenalidad. Sin embargo, como vimos, no puede haber un estado mental que no sea ni intencional ni consciente; eso no sería un estado mental sino un estado físico, como, por ejemplo, la circulación de la sangre o la multiplicación de las células.

Todo estado mental es también un estado físico, pero no todo estado físico es un estado mental. Es más, el universo es una enorme estructura causal de estados físicos, de los cuales un subconjunto muy pequeño, casi insignificante, está constituido por estados mentales, y eso es lo que ocurre en nuestras mentes. Nosotros somos el aspecto consciente e intencional del universo.

### **LA RELACIÓN CEREBRO-MENTE**

La palabra «mente» designa, entonces, al conjunto de procesos psíquicos de un individuo, es decir, el conjunto de eventos físicos que tienen las propiedades de ser conscientes y/o intencionales. La mente de ese individuo es este conjunto de estados mentales que son además estados físicos, mientras que el resto de su cuerpo está constituido por estados físicos que no son mentales. De otro lado, cuando hablamos del cerebro nos referimos al conjunto de eventos físicos (procesos electroquímicos, configuraciones neuronales, interconexiones sinápticas, presencia de neurotransmisores, etcétera) que operan dentro del cráneo de una persona. Mientras que el cerebro es un órgano físico producto de la evolución y adaptación de la especie al medio, la mente es el producto de un cerebro moldeado culturalmente, es decir, es el conjunto de funciones (básicamente conciencia e intencionalidad) que produce ese cerebro.

Aunque sí puede haber cerebro sin mente, no puede haber mente sin cerebro. Por eso, otra manera de describir la relación entre estos dos conceptos es la siguiente:

$$\text{Mente} = \text{un cerebro apropiadamente desarrollado} + \text{un entorno físico y social}$$

Se podría hacer una analogía con una computadora. En esta comparación, el cerebro sería como el *hardware* y la mente como el *software*, es decir, serían como los programas culturales que cargamos en el *hardware*. Algunos autores, por ejemplo Jerry Fodor, llegan más lejos aún y piensan que así como las computadoras tienen un sistema operativo (el DOS o el Windows), nosotros nacemos con un sistema operativo básico e innato que hace posible el aprendizaje, la adquisición del lenguaje y el pensamiento. Fodor llama a ese sistema operativo *mentalese* o *the language of thought* (Fodor, 1975; 2008). Para Fodor nosotros pensamos en mentales y luego traducimos nuestro pensamiento a nuestra lengua natural. Asimismo, él cree que esto explica la manera tan fluida y aparentemente sencilla en que los niños aprenden su lengua natural. De acuerdo con Fodor, en realidad ellos estarían aprendiendo una segunda lengua.

Volviendo a la relación entre cerebro y mente, no hay una línea nítida que separe lo que es físico y también mental de lo que solo es físico y no mental, tanto a nivel filogenético, ontogenético, como ontológico. Por ejemplo, desde un punto de vista filogenético, sin duda nosotros tenemos estados mentales, ¿pero los tienen otros animales? La mayor parte de filósofos y científicos acepta que por lo menos los mamíferos superiores tienen estados mentales, creencias, emociones, deseos, etcétera. Parece obvio, también, que dado que nuestra especie procede de la evolución de otros primates, la aparición de la mente en ellos, si es producto de la selección natural, tiene que haber sido un proceso lento y continuo, de manera que no se puede señalar con precisión a partir de qué primate u homínido, y exactamente hace cuánto

tiempo antes del presente, surgió este complejo fenómeno que llamamos mente. Sobre este tema volveremos pronto.

Desde el punto de vista ontogenético, tampoco hay una línea divisoria clara que señale la aparición de la mente. Es claro que un óvulo recién fecundado por un espermatozoide carece de mente. También es obvio que un adolescente que se ha desarrollado en condiciones apropiadas sí la tiene. Pero, ¿en qué momento surgió? ¿A los seis meses de gestación con el desarrollo del sistema nervioso central? ¿Durante los primeros meses de vida, cuando ya empieza a desarrollar mecanismos complejos de interacción social? ¿A los 3 años, cuando ya tiene habilidades de simulación, metarrepresentación y lenguaje? La pregunta es ociosa porque nuevamente lo que tenemos es un continuo. Establecer un hito para señalar la presencia de procesos mentales suficientemente desarrollados para poderlos denominar de esa manera sería necesariamente estipulativo.

Finalmente, tampoco hay una línea ontológica clara entre lo que llamamos mente y lo que llamamos cuerpo. Aunque puede ser cómodo desde un punto de vista didáctico situar la mente en el cerebro, sin duda es demasiado simplificador. No es solo el cerebro lo que genera procesos mentales sino todo el cuerpo, y además un cuerpo que está en contacto con otros individuos y con un entorno. Sobre este punto hay un antiguo y complejo debate que intenta aclarar, en primer lugar, de qué naturaleza son las relaciones ontológicas y causales entre la mente y el cuerpo (Campbell, 1987). En segundo lugar, si eso que llamamos *mente* es una función de todo el cuerpo y no solo del cerebro. Las teorías que sostienen esa posición suelen ser denominadas *the embodied mind theories*, las cuales rechazan el cognitivismo, el computacionismo y el dualismo ontológico (Varela y otros, 1992; Gallagher, 2005; Hendriks-Jansen, 1996). En tercer lugar, asimismo, si incluso hay un sentido en que nuestras funciones mentales trascienden los límites físicos de nuestro cuerpo (Clark, 2008; Clark & Chalmers, 1998; Sterelny, 2012; Wilson, 2004).

En todo caso, como queda claro que la capacidad de ser consciente es uno de los rasgos centrales en aquello que llamamos mente, es necesario hacer una distinción entre dos tipos de procesos conscientes: conciencia nuclear y conciencia extendida. Esta es una distinción empleada por muchos autores pero difundida y aclarada por Damasio (2010).

La conciencia nuclear se caracteriza básicamente por estar constituida por experiencia fenoménica, es decir, por generar algún tipo de *awareness*. Ejemplos de esto son el dolor y la sed, las emociones básicas como el miedo o la angustia, y las sensaciones corporales cinestésicas o kinestésicas (sensaciones de movimiento y equilibrio) y cenestésicas (sensaciones de órganos internos). Este tipo de conciencia está presente en, por lo menos, todos los mamíferos, incluyendo los bebés recién nacidos y los fetos a partir de algún momento de su gestación, probablemente cuando está organizado el sistema nervioso central.

La conciencia extendida, por otra parte, que no está presente en los animales ni en los bebés pequeños, incluye a la conciencia nuclear pero incorpora procesos más complejos. Uno de estos es la metacognición, es decir, procesos cognitivos acerca de nuestros procesos cognitivos, o estados mentales acerca de estados mentales de uno. Así, por ejemplo, un ser humano puede tener creencias acerca de sus creencias, deseos y afectos; deseos acerca de sus creencias, deseos y afectos; y afectos acerca de sus creencias, deseos y afectos. Uno podría, verbigracia, creer que no cree algo, creer que no desea algo que sí desea, y creer que tiene un afecto que no tiene. Uno podría desear creer algo que no cree, desear no desear algo que desea, o desear no tener cierto afecto que tiene. Asimismo, a uno podría darle vergüenza el estar triste ante algo, molestarle tener que admitir que cree algo en lo que quisiera no creer, o enfurecerle tener cierto deseo que quisiera no tener. Uno también podría tener creencias acerca de sus estados mentales. Por ejemplo, uno podría creer que sus creencias están mal justificadas, que sus deseos tienen determinada causa, o que sus afectos son inapropiados.

Todos estos ejemplos de estados mentales acerca de estados mentales reciben el nombre de meta-creencias, meta-deseos y meta-afectos, los que pueden llegar a tres o cuatro grados de intencionalidad. Por ejemplo, uno podría estar molesto ante su creencia de que sus deseos son inconvenientes.

Estos diversos niveles de metacognición solo ocurren con la conciencia extendida, pero esta también incorpora lo que se suele llamar el yo autobiográfico o el *self*, es decir, la experiencia (tanto implícita como explícita) de que yo soy una historia que tiene pasado, presente y futuro, la cual fluye en esa dirección dependiendo de las acciones que yo realice voluntariamente. Así, la conciencia extendida incorpora alguna experiencia de intencionalidad, libre albedrío y responsabilidad moral. Esto no está presente en los animales o bebés muy pequeños, aunque, como se ha visto, no hay una línea nítida que separa la presencia y la ausencia de este tipo de conciencia sino un continuo.

¿En qué momento de la evolución de la especie surgió la conciencia extendida? ¿Está presente en los primates no humanos, como los chimpancés? ¿Estuvo en nuestros antepasados los australopitecos, que vivieron entre cuatro y dos millones de años antes del presente? Probablemente sí, en ambos casos, pero en versiones muy rudimentarias y básicas. ¿En qué momento del desarrollo de un niño aparece la conciencia extendida? Seguramente no está presente en un bebé recién nacido aunque sí lo esté en un adulto. Pero, ¿está en un niño de 3 años? Casi con certeza sí, pero de una forma básica y rudimentaria, quizás no muy diferente de la que estaba en los australopitecos.

Tanto desde un punto de vista filogenético como ontogenético no hay una frontera nítida entre la conciencia nuclear y extendida, sino más bien lo que encontramos es un continuo, pero eso vale también para la frontera entre lo mental y lo corporal o, mejor, entre los eventos físicos que también pueden ser descritos como mentales y los eventos físicos que solo pueden ser descritos como físicos. Y eso ocurre también desde un punto de vista ontológico. Por ejemplo, el dolor es claramente mental

y la multiplicación de las células es solamente física, pero qué decir de la respiración o la circulación de la sangre, pues estos fenómenos podrían tener un elemento, aunque rudimentario, intencional y consciente.

Ahora bien, hasta este punto nos queda claro qué es un estado mental, ¿pero qué clases de estados mentales existen? Grossó modo, podemos hablar de tres tipos generales de estados mentales: creencias, deseos y afectos. Las creencias son representaciones de cómo es el mundo que, por supuesto, incluye el entorno social; las *creencias* también se describen como disposiciones para actuar en el mundo, por lo cual tienen condiciones de verdad; es decir, pueden ser verdaderas o falsas. Los *deseos* son inclinaciones sobre cómo nos gustaría que el mundo sea. Tanto las creencias como los deseos están, en general, dirigidos hacia el mundo externo. Los *afectos* son experiencias interiores acerca de lo que produce en nosotros que el mundo sea de una forma o de otra, y cumplen la función de vincular el mundo interior con el exterior, pues nos llaman la atención ante circunstancias negativas o positivas, así como ante objetivos cumplidos o no realizados. Los afectos también cumplen el importante papel de dar valor o significado a ciertos acontecimientos de nuestras vidas o de la realidad física y social.

Pero los afectos también pueden ser clasificados en tres tipos: emociones, sentimientos y pasiones, según su duración e intensidad. Consideremos este cuadro posible:

| Afectos      | Intensidad | Duración |
|--------------|------------|----------|
| Emociones    | Sí         | Sí       |
| Sentimientos | No         | Sí       |
| Pasiones     | Sí         | No       |

Así, podría decirse que las emociones son intensas y duraderas, los sentimientos no tan intensos pero sí son duraderos, y que las pasiones, siendo muy intensas son poco duraderas. Es innecesario aclarar, sin embargo, que esta clasificación es una simplificación didáctica de la complejidad de los afectos.

Abordemos ahora el fenómeno de la atribución psicológica. Cuando interpretamos, comprendemos o explicamos el comportamiento de un agente intencional, es decir, de una criatura cuyo comportamiento no solo puede ser descrito como un conjunto de eventos físicos sino también como un conjunto de acciones intencionales causadas por estados mentales, le adscribimos estados mentales según la siguiente estructura:

$$\text{Creencias} + \text{Deseos} + \text{Afectos} = \text{Acciones}$$

Esto conforma una especie de silogismo en el que tenemos tres premisas y una conclusión:

$$\begin{array}{l} \text{P1 Creencias} \\ \text{P2 Deseos} \\ \text{P3 Afectos} \\ \hline \text{C Acciones} \end{array}$$

Interpretar a alguien es, entonces, construir una especie de silogismo en el que le adscribimos un conjunto de creencias, un conjunto de deseos y un conjunto de afectos, que, asumimos, son las *causas* de sus acciones. Adicionalmente, estos estados mentales nos permiten explicar el comportamiento del agente así como comprender sus otros estados mentales. Sentimos que lo comprendemos cuando encontramos coherencia entre las premisas y la conclusión. Naturalmente, con frecuencia y dependiendo del nuevo comportamiento del agente, hacemos modificaciones en las atribuciones, con lo cual todo el esquema se ve modificado. Es claro, también, que diferentes intérpretes podrían atribuir distintos sistemas de estados mentales al mismo agente, porque las atribuciones no solo dependerán de los estados mentales del agente sino también de los estados mentales de la intérprete<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup> Por razones de claridad expositiva, usaré el masculino para el agente y el femenino para la intérprete.

a eso se llama *indeterminación de la interpretación*. La idea es que no hay algo así como *la interpretación correcta* de los estados mentales de una persona, precisamente porque los estados mentales tienen un contenido que se fija solo en la relación interpretativa entre una intérprete, un agente y la realidad objetiva compartida. En ese sentido los estados mentales que se le atribuyen a un agente dependen de la intérprete y de la realidad objetiva común.

Ahora bien, una vez que hemos aclarado qué se entiende por atribución psicológica, hay dos preguntas pendientes: ¿cómo y cuándo surgió esa habilidad en el homo sapiens? ¿Cómo y cuándo se desarrolla en el niño? Empecemos con lo primero.

## ¿CÓMO EVOLUCIONÓ LA ATRIBUCIÓN PSICOLÓGICA?

El último ancestro común entre nosotros y los primates no homínidos vivió entre cinco y siete millones de años antes del presente. Su cerebro tenía un volumen aproximado de entre 300 y 450cc. Se trataba de un animal cuadrúpedo, poco inteligente pero altamente sociable, que vivía en la zona oriental de África. Este animal tuvo dos líneas de descendencia. Una de ellas dio lugar a los otros primates, incluyendo nuestros parientes más cercanos, los chimpancés, mientras que la otra línea de descendencia produjo a diversos tipos de homínidos, la mayor parte de los cuales se fueron extinguiendo. Solo sobrevivieron dos grupos, los neandertales, que se extinguieron hace aproximadamente 20 000 años, y los cromañones, de quienes nosotros descendemos. No está claro por qué se extinguieron los neandertales ni si fueron aniquilados por los cromañones o no. Se sabe que convivieron pero, hasta donde se cree hoy, no hay restos vivos de genes neandertales, con lo cual no se cruzaron genéticamente o, si lo hicieron, no quedan vivos sus descendientes. Los neandertales eran más fuertes y tenían un cerebro más grande que los cromañones, así como probablemente una mejor visión, pero estos últimos tenían un comportamiento más cooperativo

y social; posiblemente eso último fue la clave del éxito de los segundos frente a los primeros.

Por más de cinco millones de años, los descendientes de ese antepasado común vivieron en básicamente la misma zona de África. Los neandertales son parte de un primer grupo de homínidos que salió de África hace por lo menos medio millón de años, en lo que se llama la primera salida de África (*first out of Africa*). Los neandertales poblaron Europa y ahí es donde se extinguieron hace 20 000 años, en el sur de la Península Ibérica, frente al estrecho de Gibraltar. No se sabe si tenían lenguaje articulado ni de qué grado de complejidad.

Los cromañones, de los cuales descendemos, salieron hace aproximadamente 100 000 años, en lo que se llama la segunda salida de África. Subieron por Asia y Europa y se encontraron con los neandertales. Se cree que para cuando salieron los cromañones de África, ya tenían lenguaje articulado y complejo, básicamente semejante en complejidad al que tenemos nosotros hoy. Se cree eso porque todas las lenguas modernas conocidas comparten estructuras sintácticas muy parecidas, lo que sugiere que proceden de una lengua madre, o de una familia de lenguas emparentadas entre sí, que se hablaron hace más de 100 000 años en África y que, por supuesto, no tenemos idea de cómo fueron. Se cree, sin embargo, que la lengua madre sería parecida a las lenguas actualmente habladas en esa zona de África, que serían sus descendientes más directas y tienen características muy peculiares: están constituidas por chasquidos y sonidos con la lengua y la boca, más parecidos a sonidos monosílábicos que a palabras modernas. Son, sin embargo, sumamente complejas en su gramática.

Hasta donde se cree, la evolución del lenguaje pasó por dos momentos. El primero fue la aparición de la función simbólica; no se sabe la fecha aproximada, pero pudo haber sido muy antigua, entre medio millón y dos millones de años atrás. Esta función permite referir a objetos no presentes con sonidos que los representan y que, por tanto, conforman palabras. Actualmente hay primates que tienen sonidos para

designar a predadores, serpientes, aves carroñeras, etcétera, pero solo emplean estos sonidos cuando los animales referidos están presentes, nunca cuando están ausentes, con lo que, al parecer, no tienen propiamente función simbólica. La función simbólica tiene una obvia ventaja adaptativa, pues permitió no solo cooperar en la caza y la defensa sino además construir conceptos, lo que hizo posible no solo manipular los objetos físicos presentes sino también los ausentes, además de las prácticas sociales complejas de toda comunidad homínida. Es sumamente adaptativo, por ejemplo, contar con una palabra (y concepto) para designar objetos como comida, agua, peligro, relaciones de parentesco, etcétera.

El segundo momento de la evolución del lenguaje es la aparición de la sintaxis, lo que debió haber ocurrido hace poco más de 100 000 años. La aparición de la sintaxis es mucho más difícil de explicar evolutivamente porque, si bien también tiene una obvia ventaja adaptativa, no resulta claro qué clase de condiciones del entorno o qué clase de presión selectiva la seleccionó. La sintaxis es básicamente un conjunto de reglas de construcción de símbolos, pero tiene la característica de que permite, a partir de un conjunto finito de reglas, construir un conjunto infinito de oraciones gracias a un mecanismo que se llama *recursividad*. Este mecanismo permite unir de múltiples maneras e infinitamente distintos símbolos y oraciones. Por ejemplo: «el libro que Jorge entregó a Claudia porque que Sandra había prestado a Roberto, quien lo había comprado a Carla, que lo había.... etcétera» Otro rasgo importante de la sintaxis es que permite hacer lo que se llama *merge*, que es unir dos símbolos con significados diferentes para crear un símbolo nuevo con un significado nuevo. En todo caso, se cree que los homínidos que salieron de África en la segunda salida ya contaban con un lenguaje dotado de función simbólica y sintaxis.

Ahora bien, la capacidad de atribución psicológica es muy anterior a la aparición del lenguaje. Los chimpancés tienen esa capacidad y, al parecer, la de reconocer las creencias, los deseos y los afectos de

otros animales. Otros animales también lo hacen, paradigmáticamente los perros, que aunque no tienen un cerebro tan grande como los chimpancés, han coevolucionado con los humanos desde hace por lo menos 15 000 años, con lo cual se han adaptado para poder reconocer los estados mentales de sus amos, dado que su supervivencia depende de eso. Mientras que para la mayor parte de animales la supervivencia depende de manipular exitosamente el entorno, para los perros su supervivencia depende (o por lo menos dependía, en el pasado) de poder interactuar exitosamente con los humanos, reconociendo sus creencias y deseos y actuando según los objetivos de ellos. Lo que no tienen la mayor parte de animales (al parecer solo lo tendrían, y de manera rudimentaria, los chimpancés) es estados mentales acerca de otros estados mentales, es decir, metacreencias y metadeseos y metaemociones. En otras palabras, no tienen metacognición, con lo que no tienen conciencia extendida, pero sí conciencia nuclear. En todo caso, es probable que por lo menos algunos animales tengan capacidad de atribución psicológica, pues con certeza la tenían los homínidos antepasados nuestros. La pregunta es desde cuándo. No está claro, pero sin duda antes de la aparición del lenguaje, porque el lenguaje requiere de atribución psicológica. Es más, algunos lingüistas creen que la sintaxis es el producto de la exaptación de la atribución psicológica. La exaptación es el proceso por el cual una función o rasgo, que fue seleccionado para resolver un problema, cambia de función permitiendo resolver otro, con lo que se adapta con fines diferentes. El ejemplo clásico es las alas de los insectos. Originalmente se trataba de paneles de enfriamiento, que fueron creciendo progresivamente, hasta que permitieron planear y volar. Se cree que los mecanismos de recursividad que están presentes en la atribución psicológica permitieron, por exaptación, la aparición de la sintaxis.

Como vimos, hace aproximadamente cinco millones de años vivió el antepasado común a nosotros y a los chimpancés. Luego las dos especies empezaron a separarse. Los siguientes dos millones de años no hubo demasiada diferencia entre ellos. En nuestro caso, nuestro antepasado

—que vivió desde hace aproximadamente cuatro millones de años hasta hace dos millones de años— es el australopiteco. Esta criatura ya podía tener una posición bípeda, pero su cerebro no había crecido significativamente. Hace tres millones de años, sin embargo, comenzó una impresionante explosión del crecimiento del cerebro humano, que pasó de 450cc a aproximadamente 1500cc, en promedio. El cerebro de los chimpancés, nuestros primos que vivían en un entorno básicamente semejante, prácticamente no varió. La pregunta es: ¿por qué? ¿Qué detonó el crecimiento del cerebro humano, hasta triplicarlo en tres millones de años? Un punto importante que hay que notar es que la parte del cerebro que más creció es el lóbulo frontal, que es donde reside la habilidad de atribución psicológica, el reconocimiento y manejo de los afectos, la comprensión de reglas sociales y, en general, lo que se suele llamar inteligencia social.

Pero antes de intentar contestar a esa pregunta veremos que el cerebro creció de manera rápida e ininterrumpida desde hace tres millones de años hasta hace aproximadamente 200 000 años. Ahí se detuvo, porque un mayor crecimiento del cerebro sería contra adaptativo, pues haría la gestación y el parto inviables, además de que obligaría a una modificación sustantiva de la morfología del cuerpo humano para poder soportar el peso de la cabeza. Pero, sobre todo, porque convertiría a la infancia en un proceso demasiado largo. La mayor parte de animales nace con un cerebro maduro para la sobrevivencia, pero eso no ocurre con el ser humano. Nosotros nacemos con un cerebro totalmente inmaduro, lo que nos convierte en criaturas completamente inútiles hasta, por lo menos, un año de vida. Así pues, en un sentido literal, la gestación del bebé no acaba a los nueve meses sino aproximadamente diez meses después. Pero la madre tiene que dar a luz a los nueve meses, cuando el bebé todavía es prematuro, porque su vida y el parto sería imposible si tuviera que gestar por diez meses más. Eso muestra dos cosas importantes: todos los seres humanos nacemos prematuros, pero, más interesante aún, buena parte de nuestra

gestación se da en un entorno social, es decir, interactuando con otros individuos, lo que es central para el desarrollo del cerebro y para la aparición de la mente. Pero hay algo más. El cerebro humano literalmente madura y crece hasta la adolescencia. El lóbulo frontal termina de madurar como mínimo a los 14 años, y los humanos somos los animales que tenemos la infancia más larga. Eso es sumamente contra adaptativo, porque exige la presencia casi constante de un adulto que lo supervise. Así, el mayor crecimiento del cerebro obligaría a una infancia aún más larga, lo que sería muy costoso en términos sociales. Por otra parte, el cerebro mismo es el órgano más exigente en términos de energía para la alimentación del cuerpo humano. En términos proporcionales, el cerebro consume 80% más energía que el promedio de los otros órganos, en proporción a su tamaño. Esto obliga a plantearse una pregunta crucial: ¿por qué la evolución nos dio un órgano, el cerebro, tan costoso, que genera tantos problemas adaptativos, que requiere de tanto tiempo de maduración y, sobre todo, que está tan sobrecalificado para las necesidades del entorno en el que apareció? Hay que recordar que el cerebro que nosotros tenemos es el producto de la evolución de los últimos tres millones de años, en que el entorno al que tenía que adaptarse era básicamente el mismo entorno que el de los chimpancés: la sabana africana. Hoy, ese mismo cerebro nos permite comprender y elaborar la teoría de la relatividad, mandar naves a la luna y componer sinfonías. Pero es obvio que el cerebro no creció para que nosotros pudiéramos hacer eso, porque la evolución es sumamente mezquina, nos da solo lo que necesitamos para resolver nuestros problemas de supervivencia inmediatos, no futuros. Entonces, ¿por qué hace tres millones de años empezó a evolucionar un cerebro que estaba altamente sobrecalificado para las necesidades de ese momento? ¿Por qué desarrollamos un cerebro que estaba muy por encima de nuestras necesidades de supervivencia, lo que implicaba que pudiera convertirse en contra adaptativo?

## **¿POR QUÉ SE PRODUJO EL CRECIMIENTO EXPONENCIAL DEL CEREBRO?**

Una de las mejores teorías que han sido propuestas para explicar ese fenómeno es la teoría del cerebro social de Dunbar (1997). Según este modelo, lo que produjo el crecimiento exponencial del cerebro de nuestros antepasados, triplicándose en el plazo de tres millones de años, fue la complejidad de las relaciones sociales.

Dunbar sostiene que el crecimiento del cerebro y el aumento de la capacidad metarrepresentacional es una consecuencia del aumento del número de los individuos que formaban parte de los grupos de homínidos. Mientras más numeroso sea el grupo de individuos, más complejas son las relaciones sociales, por lo que se necesita cerebros capaces de atribuir complejos estados mentales y en varios niveles de intencionalidad. A su vez, se hace necesaria una mayor versatilidad para atribuir distintos estados mentales a distintos individuos en distintos momentos, ya sea del presente, el pasado o el futuro. También se requiere de la capacidad para atribuirse a uno mismo los estados mentales que uno cree que tendría si tal o cual individuo realizara tal acción, o tuviera tales o cuales estados mentales. De hecho, hay una correlación entre el tamaño del neocortex y la frecuencia con la que el individuo tiene que realizar estrategias sociales.

Pero ahora la pregunta es por qué aumentó el número de individuos en los grupos de homínidos, en vez de mantenerse en un equilibrio más económico, como ocurre con otros primates. Los chimpancés viven en comunidades de alrededor de 55 individuos, aunque pasan la mayor parte de su tiempo en grupos de dos a diez individuos. Se calcula que con el tamaño del neocortex de un humano actual, nuestros antepasados homínidos podrían haber vivido en grupos de alrededor de 150 individuos. Sin embargo, en las actuales sociedades tribales de cazadores recolectores, los grupos de humanos no exceden el número de 35 o 50; aparentemente ese número es suficiente para protegerse

mutuamente de los predadores y para cooperar exitosamente en la caza y la obtención de alimento. Grupos más numerosos generan problemas logísticos, de obtención y distribución de alimento, así como conflictos sociales. Entonces, nuevamente, ¿por qué creció el número de individuos para que pudiera crecer el cerebro, cuando aparentemente no era necesario?

La tesis de Dunbar es que el aumento del número de individuos por grupo se debió al aumento de conflictos con otros grupos rivales, por lo que el número de guerreros podía ser determinante para vencer o perder ante otro grupo. A su vez, el aumento de conflictos fue una consecuencia de la competencia por el acceso a recursos ecológicos y alimentarios, básicamente el agua. De esta manera, la competencia, es decir, la lucha y defensa de la propiedad, del agua y de la tierra, así como las relaciones de cooperación al interior del grupo para poder defenderse de manera conjunta, debió haber impulsado el número de individuos en los grupos de homínidos, lo que a su vez aumentó el tamaño del cerebro y las habilidades metarrepresentacionales. A su vez, la complejidad social, por el número de individuos, la diversidad de situaciones posibles y la variedad de posibles estados mentales, tuvo como posible consecuencia la aparición y desarrollo de algún tipo de lenguaje que permitiera transmitir compleja información, tanto sobre acontecimientos objetivos como sobre la vida subjetiva de los hablantes (sus creencias, deseos y afectos) a otros individuos. Según Dunbar, nuestro cerebro actual está adaptado para tener en la memoria las biografías, vínculos y relaciones de 150 personas, no más, que es lo que se suele llamar el número de Dunbar o *Dunbar's number*.

El número de individuos en los grupos de primates se mantuvo estable hasta la aparición del *homo erectus*, hace alrededor de dos millones de años, en que el número de individuos por grupo supera los cien, y se alcanza hasta un tercer orden de intencionalidad. Esto nos obliga a detenernos brevemente en el tema de los diversos niveles de intencionalidad de los estados mentales.

Como se ha visto anteriormente, un estado mental de primer orden de intencionalidad es aquel que está dirigido hacia algo diferente de sí mismo. Este es el caso de mi creencia de que el mar está en calma, mi deseo de beber un refresco de manzana o mi temor de que la temperatura global aumente. En estos casos, la proposición «el mar está en calma», el refresco de manzana y el aumento de la temperatura global son los objetos intencionales de mis estados mentales. Un estado mental está en segundo grado de intencionalidad cuando su objeto intencional es un estado mental de primer grado de intencionalidad. Así, por ejemplo, si yo creo que Antonio cree que el mar está en calma, mi creencia es un estado mental de segundo grado y la creencia de Antonio es de primera. Si yo creo que Amalia teme que Antonio desee embarcarse esta noche, mi creencia es de tercer grado y la de Amalia de segundo. El límite de comprensión usual, para seres humanos normales, es de cuatro grados de intencionalidad, aunque es común encontrar en narradores un quinto nivel de intencionalidad, precisamente cuando describen una historia en la que cuatro individuos interactúan entre sí, atribuyéndose mutuamente distintos estados mentales en diferentes grados de intencionalidad.

El punto, entonces, es que hace aproximadamente dos millones de años, cuando aparece el *homo erectus* y estos homínidos viven en grupos de unos cien individuos, aparece el tercer grado de intencionalidad, de modo que estos primates podían formularse preguntas del tipo: ¿por qué él cree que ella teme que yo salga a cazar esta noche?

El aumento más rápido del tamaño del cerebro, especialmente del lóbulo frontal, va acompañado del aumento del número de individuos con los que uno debe interactuar habitualmente, y esto se produce recién con el *homo sapiens*, hace alrededor de 500 000 años. Sin embargo, recién con el *homo sapiens* moderno, dotado de lenguaje y que aparece hace aproximadamente 120 000 años, es que emerge la intencionalidad de cuarto orden. Si todo esto es correcto, este sería el origen de la complejidad, diversidad y versatilidad de la habilidad humana de la atribución psicológica, uno de los rasgos psicológicos más característicos del ser humano.

## **¿CÓMO SE PRODUCE EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE ATRIBUCIÓN PSICOLÓGICA EN EL NIÑO?**

La capacidad de simulación es la capacidad que tiene un individuo de imaginar ser otro en condiciones contrafácticas, de manera que ella pueda atribuirle al agente los estados mentales que ella cree que tendría si estuviera pasando por las circunstancias que ella cree que él está pasando. La capacidad de simulación no solo nos permite monitorizar el comportamiento de los demás reaccionando ante ellos, haciendo predicciones y modificando el comportamiento propio en consecuencia, sino, de una manera más general, nos permite comprenderlos. Los niños desarrollan la capacidad representacional, que les permite tener creencias en primer grado, a los 2 años. Alrededor de los 3 años los niños desarrollan la capacidad metarrepresentacional, lo que les permite representarse las representaciones ajenas, dando lugar a estados mentales en segundo grado. Sin embargo, recién alrededor de los cinco o 6 años, los niños ya tienen capacidad metarrepresentacional casi plena, lo que les permite hacer atribuciones complejas y tener creencias en tercer o más grados. Esto se mide con un conjunto de exámenes psicológicos que reciben el nombre de «pruebas de la falsa creencia», en los que se determina si el individuo puede ponerse en la perspectiva ajena al punto de atribuirle creencias que el individuo no comparte, es decir, creencias que considera falsas (Perner, 1994).

Antes de los 3 años ya encontramos en los niños habilidades simulativas muy elementales, más asociadas con lo afectivo que con lo cognitivo. Estas habilidades parecen ser centrales para la adquisición del significado de las primeras palabras, lo que ocurre alrededor del año y ocho meses, cuando los niños aprenden a observar a los adultos relacionándose verbalmente entre ellos y con los objetos de la realidad (Bloom, 2003; Bloom & Markson, 1998). La habilidad de observar a otros individuos relacionándose entre ellos y asumiendo, como marco de referencia común, los objetos del mundo compartido, ha sido denominada *triangulación* por Davidson (2001) y Cavell (2007).

Sin embargo, aunque esto parece requerir de algún grado de capacidad metarrepresentacional, a esa edad los niños todavía no aprueban el test de la falsa creencia que evalúa si tienen estados mentales en segundo grado. Una explicación de esa aparente paradoja es que para entender el test y aprobarlo los niños necesitan una capacidad de verbalización que todavía no tienen. Otra explicación, quizás preferible, es que desde una edad muy temprana, alrededor de los doce meses, los niños ya cuentan con habilidades de simulación muy básicas, más vinculadas con lo afectivo que con lo cognitivo. A esa edad los infantes ya pueden simpatizar afectivamente con otras personas y comportarse de manera compasiva, pero sería extraño suponer que ese tipo de comportamiento requiere de metarrepresentación. Sería más razonable suponer que la metarrepresentación se desarrolla cuando emerge la triangulación. Así pues, alrededor de los 3 años, cuando los niños están en capacidad de triangular entre su conciencia de sí mismos, las atribuciones que hacen de estados mentales a otros individuos y el mundo objetivo que asumen compartir con las demás personas, aparecen varias funciones diferentes pero conectadas entre sí: metacognición, metarrepresentación, la distinción entre realidad y fantasía, y la capacidad lingüística casi plenamente desarrollada.

La capacidad de simulación requiere de la habilidad para asumir y entender la existencia de creencias inconsistentes en sistemas diferentes: las de uno en el presente, las atribuidas a uno mismo en el pasado, las que uno cree que tendría en circunstancias específicas del futuro, y las atribuidas a las demás personas. Los niños menores a 3 años son incapaces de hacer eso, aunque puedan poseer habilidades de simulación muy básicas. Individuos que carecen de capacidad metarrepresentacional, como por ejemplo los casos severos de autismo, carecen también de lenguaje, pero incluso formas de autismo menos severas tienen implicancias lingüísticas importantes. Por ejemplo, los autistas no comprenden oraciones metafóricas ni contrafácticas, es decir, oraciones que exigen la capacidad de imaginar escenarios diferentes a los reales.

De otro lado, la aparición de la capacidad metarrepresentacional casi plenamente desarrollada coincide en los niños con la aparición del lenguaje verbal casi plenamente desarrollado, lo que ocurre entre los 3 y 5 años. Hay una importante relación entre la aparición de estas habilidades y la evolución y desarrollo de fenómenos más complejos, como el libre albedrío, la autonomía de la voluntad y la agencia. En este texto no me propongo abordar esos temas, pues lo he hecho en otro lugar con básicamente la misma información que utilizo en los siguientes párrafos (Quintanilla, 2012). En lo que resta de este texto deseo únicamente exponer cómo la aparición del lenguaje completa el proceso de atribución psicológica, lo que termina de madurar en el período de la adolescencia.

Abordaremos ahora, entonces, algunas de las conexiones entre metarrepresentación y lenguaje. Recordemos que alrededor de los 2 años el niño desarrolla la capacidad representacional, es decir, tiene una representación que está constituida por creencias en primer grado acerca del mundo. Con ello aparece, a esta edad, la primera sintaxis, conformada por frases de solo dos palabras en las que se encuentra ya una relación predicativa. La capacidad de representar estados de cosas está vinculada con la capacidad de asociar componentes léxicos de manera predicativa, aunque estos componentes no pueden todavía ser muchos, dado el hecho de que a esa edad los niños tienen todavía demasiadas limitaciones cognitivas y de memoria. Para algunos lingüistas, lo que se ha constituido en esta fase es un protolenguaje que está actuando de manera representacional (Bickerton, 1994), aunque para otros solo habría una fase sintáctica más básica.

Hacia los 3 años aparece la capacidad metarrepresentacional y los estados mentales en segundo grado, produciéndose una revolución lingüística al aparecer una capacidad sintáctica más compleja. Hacia los 5 o 6 años se desarrolla casi plenamente la capacidad metarrepresentacional, lo que permite tener estados mentales en tercer grado o más. Esto coincide con el fin del período crítico para la adquisición de una lengua.

Según la mayor parte de lingüistas, en este momento se puede decir que el conocimiento lingüístico central (*core grammar*) está ya instalado con sus diversas competencias: fonológica, morfológica, sintáctica y semántica.

Hacia los 12 años madura la competencia pragmática, la que se vino desarrollando desde el mismo nacimiento. Esta permite una gran diversidad de habilidades conversacionales, como el reconocer los diversos significados intencionales de las mismas oraciones en contextos diferentes, o las implicaciones conversacionales de tipo griceano. Una implicación conversacional griceana es un contenido informativo que no está formulado explícitamente en una oración, pero que se deduce de ella a partir de información colateral compartida. Por ejemplo, si el hablante dice «empecé a leer su novela pero tuve que dejarla para no quedarme dormido», la implicación pragmática es que la novela es sumamente aburrida, aunque eso no es dicho literalmente por la oración. Resulta interesante para nuestro tema que las habilidades pragmáticas maduran con la adolescencia, lo que permite un desarrollo explosivo de las habilidades de atribución psicológica. Para interpretar a un individuo no solo se necesita atribuir estados mentales y tener un buen manejo de la lengua. Es necesario, también, tener buenas habilidades pragmáticas para leer entre líneas, para reconocer lo implícito pero no dicho y para detectar lo sugerido. Estas habilidades explotan en la adolescencia y, como es conocido, es en esta edad que las personas dedican la mayor parte de sus vidas a tejer complejos lazos sociales, lo que les permite encontrar parejas, formar parte de grupos y relacionarse con muchos individuos simultáneamente.

Adicionalmente, como es conocido, la adolescencia coincide con una serie de cambios físicos en el individuo que están vinculados con la preparación para la reproducción, lo cual sugeriría una mayor necesidad para reconocer intenciones y otros estados mentales en diferentes tipos de contextos. La mente del adolescente, pues, se va preparando para la competencia y la cooperación social, haciendo uso de habilidades

extraordinariamente finas, a nivel pragmático, que antes solo habían estado presentes rudimentariamente.

Así pues, la habilidad de la atribución psicológica es el rasgo más característico de los seres humanos, y el más sofisticado también. Nos ha convertido en psicólogos natos y nos ha permitido sobrevivir en un mundo hostil sin tener otros mecanismos de defensa. Pero esta habilidad ha potenciado y se potencia con el lenguaje. Su evolución filogenética comenzó hace varios millones de años para originar el *homo sapiens* moderno. Su desarrollo ontogenético comienza en el vientre materno para madurar con la adolescencia.

Sin duda el modelo de Dunbar no es el único que intenta explicar la aparición y evolución de la atribución psicológica en el contexto de la inteligencia social, aunque es uno particularmente consistente con la evidencia empírica y es particularmente útil para entender el desarrollo de los procesos de cognición social durante la niñez y la adolescencia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bickerton, Derek (1994). *Lenguaje y especies*. Madrid: Alianza.
- Bloom, Paul (2003). *How Children Learn the Meaning of Words*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bloom, Paul & Lori Markson (1998). Capacities underlying word learning. *Trends in Cognitive Science*, 2, 67-73.
- Campbell, Keith (1987[1970] ). *Cuerpo y mente*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cavell, Marcia (2007). *Becoming a Subject. Reflections on Philosophy and Psychoanalysis*. Oxford: Oxford University Press/Clarendon Press.
- Clark, Andy (2008). *Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*. Nueva York: Oxford University Press.
- Clark, Andy & David J. Chalmers (1998). The extended mind. *Analysis*, 58, 7-19.
- Damasio, Antonio (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Destino.

- Davidson, Donald (2001). *Subjective, Intersubjective, Objective*. Nueva York: Oxford University Press, Clarendon Press
- Dunbar, Robin (1997). *Grooming, Gossip and the Evolution of Language*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Fodor, Jerry (1975). *The Language of Thought*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Fodor, Jerry (2008). *LOT 2: The Language of Thought Revisited*. Oxford: Oxford University Press.
- Gallagher, Shaun (2005). *How the Body Shapes the Mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Hendriks-Jansen, Horst (1996). *Catching Ourselves in the Act: Situated Activity, Interactive Emergence, Evolution, and Human Thought*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jackendoff, R. (1999). Possible stages in the evolution of the language capacity. *Trends in Cognitive Science*, 3(7), 272-279.
- Kuroshima, Hika, Kazuo Fujita, Ikuma Adachi, Kana Iwata & Akira Fuyuki (2003). A capuchin monkey (*cebus apella*) recognizes when people do and do not know the location of food. *Animal Cognition*, 6, 283-291.
- Perner, Josef (1994). *Comprender la mente representacional*. Madrid: Paidós Ibérica.
- Quintanilla, Pablo (2012). La evolución de la agencia. En Jorge Martínez Contreras y Aura Ponce de León (coords.), *Darwin y el evolucionismo contemporáneo*. México: Siglo XXI.
- Sterelny, Kim (2012). *The Evolved Apprentice: How Evolution Made Humans Unique*. Cambridge: MIT Press, Bradford.
- Varela, Francisco, Evan Thompson & Eleanor Rosch (1992). *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wilson, Robert A. (2004). *Boundaries of the Mind: The Individual in the Fragile Sciences: Cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.

# **EL CEREBRO, LAS EMOCIONES Y EL APRENDIZAJE EN ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS**

**Carmen Coloma  
Carol Rivero**

## **RESUMEN**

La adolescencia es una etapa de la vida especialmente vulnerable, en la que los jóvenes experimentan una serie de cambios físicos que tienen repercusiones en su comportamiento, desde la aceptación de sus cambios corporales y el reconocimiento de sus propios deseos hasta la independencia y proyecciones; los cuales son consecuencia de los procesos del desarrollo cerebral, emocional y cognitivo (Steinberg, 2005). Asimismo, en la adolescencia son muchas las emociones que se experimentan y si el entorno físico y las situaciones sociales no son adecuados pueden llegar a generar, en algunos casos, problemas físicos y dificultades en el aprendizaje desde el colegio hasta la universidad (Jensen, 2010).

Muchas interrogantes acerca de la naturaleza y el desarrollo del adolescente han sido materia de estudio en los últimos años, a la luz de los nuevos conocimientos del desarrollo del cerebro (Dahl, 2004; Yurgelun-Todd, 2007). Es así que los avances en la tecnología han contribuido a un mejor conocimiento del desarrollo cerebral durante la adolescencia, lo que nos permite tener mayor información sobre su impacto en el desarrollo cognitivo y emocional.

En el presente artículo analizaremos los diferentes factores cognitivos y emocionales que se dan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, identificando también las diferentes alternativas que nos ayuden como docentes a apoyar a estos estudiantes adolescentes que se encuentran en situaciones de estrés o desmotivación, a fin de lograr mejoras en su rendimiento académico.

## INTRODUCCIÓN

La adolescencia es una etapa de muchos cambios biológicos y fisiológicos, lo que genera una dificultad para aceptar la imagen corporal y todo lo que implica con relación a los impulsos y la propia identidad (American Psychological Association, 2002; Papalia, 2005).

Por ello, uno de los aspectos que más ha atraído la atención de los investigadores en estos últimos años (Belmonte, 2007; Yurgelun-Todd, 2007; Johnson & Blum, 2012) ha sido la relación entre la neurociencia, el cerebro y la emoción, siendo esta última considerada un elemento clave para lograr aprendizajes en todas las personas y en sus diferentes etapas, en especial durante la adolescencia.

En este sentido, desde la neurociencia se han identificado tres redes básicas cuando se trata de aprendizaje y que están en relación con el cerebro: a) una red vinculada al *reconocimiento*, lo que significa tener un nivel de información que recogemos a través de los diferentes sentidos y del medio, que transformamos en algo positivo para permitir el conocimiento; b) una red *estratégica*, donde utilizamos toda la información para poder resolver algo o lograr una meta; y c) una red de la *emoción*, donde encontramos el interés, la motivación y el estrés, entre otros aspectos emocionales (Purves y otros, 2007). Cuando alguna de estas redes falla, muchas veces se producen dificultades en el aprendizaje, y se observa el abandono escolar, la baja autoestima o la escasa integración académica y social de los adolescentes (Cabrera y otros, 2006).

Por lo tanto, el presente artículo nos permitirá analizar y comprender las relaciones que se dan entre la emoción, el aprendizaje y el cerebro en los adolescentes con el fin de mejorar sus habilidades, destrezas y conocimientos dentro de un contexto educativo como es el universitario.

## CEREBRO Y APRENDIZAJE

Las investigaciones sobre el cerebro han permitido superar la mirada exclusivamente clínica y más bien se ha logrado entender que hay otros factores emocionales y sociales a considerar en su estudio. De esta manera se puede distinguir la relación entre los diversos tipos de aprendizaje y las estructuras nerviosas al comprender que «cada uno de los campos de competencias tiene su modo de aprendizaje particular, su sistema de memoria respectivo e igualmente, estructuras nerviosas específicas» (Chabot & Chabot 2009, p. 8).

Actualmente se sabe que las estructuras nerviosas que permiten el aprendizaje cognitivo y las referidas a la memoria declarativa son el hipocampo y la corteza prefrontal (Ortiz, 2011). En cuanto al aprendizaje de competencias técnicas es posible por la memoria procesal y funciona de manera independiente. Lo mismo se puede decir de las competencias relacionales y emocionales, que se relacionan con bases neurológicas específicas como la amígdala cerebral y la corteza prefrontal (Chabot & Chabot, 2009).

Al respecto, es importante resaltar la relación que existe entre los diversos tipos de aprendizaje y determinadas áreas del cerebro, pero también es necesario considerar que el cerebro es plástico y puede desechar cualquier información que no le es útil. Por mucho tiempo se pensó que nacíamos con un número determinado de neuronas y que con el tiempo las perdíamos, sin ser capaces de regenerarlas. Sin embargo, ahora se tiene conocimiento de que existen neuronas que se regeneran, trasladan o migran a otras áreas y hasta cambian de función (Rostan, 2004).

Lo mejor que hace el cerebro es aprender, pero a su vez hay que reconocer que el aprendizaje también modifica a este con cada nueva estimulación, experiencia y conducta, puesto que un estímulo al llegar al cerebro desencadena un proceso y lo distribuye a varios niveles.

Frente a un estímulo, cada célula cerebral actúa impulsada por la diferencia en la concentración de iones de sodio y de potasio a lo largo de la membrana celular (Ortiz, 2011). Los cambios en el voltaje favorecen la transmisión de señales necesarias para el desarrollo dendrítico y los neurotransmisores se acumulan en los extremos del axón de la célula que llegan a tocar las dendritas de otra célula. Este proceso de liberación de componentes químicos excitadores (como el glutamato) e inhibidores (como el ácido gamma-amino-butírico) dispara o inhibe la energía eléctrica en los receptores de la dendrita conectada (Jensen, 2004). Así, este proceso, que se repite de célula a célula, es lo que produce la conexión o sinapsis. Por ello, se puede afirmar que surgen nuevas sinapsis después de cada aprendizaje. Como dice Siegfried (1997, citado por Jensen, 2010) las células aprenden y cambian su conducta, por lo que se puede señalar que el aprendizaje se hace mediante la alteración de la eficacia sináptica.

Se considera además que la ejercitación es diferente a la estimulación, ya que la ejercitación hace referencia a la repetición de lo aprendido. En cambio la estimulación, como conocer un lugar nuevo, escuchar una nueva canción o ver una nueva película, se refiere a un proceso de adquisición de algo novedoso, lo que produce mayor energía o impulsos nerviosos que viajan a estaciones de procesamiento y distribución como el tálamo, según señala Freeman (1995, citado por Jensen, 2002), quien además afirma que en la conducta intencional se produce la convergencia multisensorial y se forma rápidamente el mapa en el hipocampo, donde se distribuyen señales a zonas específicas del cerebro.

Por consiguiente, la entrada de un estímulo genera que cada célula permita la transmisión de señales a través del axón y las dendritas de otras células, liberando así componentes químicos excitadores

(como el glutamato) o inhibidores (como el ácido gamma aminobutyrico o GABA). Este proceso se repite hasta la siguiente célula y se produce la sinapsis, de tal manera que se puede afirmar —como señala Jensen (2002)— que generalmente surgen nuevas sinapsis después del aprendizaje.

## **APRENDIZAJE**

El aprendizaje se produce gracias a una serie de procesos químicos y eléctricos y si bien todo lo que captamos es a través de los sentidos, el cerebro tiene ciertos filtros que pueden o no favorecer dicho aprendizaje. Estos filtros se han denominado sistemas reticulares de activación (RAS) que dependen de la amígdala y la dopamina. Es decir, en la medida que la nueva información tenga significado afectivo para la amígdala, esta será impulsada al cerebro central por la dopamina. La dopamina es un neurotransmisor que controla los niveles de atención y se activa cuando la información que acaba de ingresar está asociada al placer (Willis & Campos, 2008).

El aprendizaje, por lo tanto, es un proceso posible cuando ponemos atención y lo asociamos con conocimientos o experiencias previas, dando significado a lo que estamos percibiendo. De esta forma, existe una serie de actividades mentales —como la atención, las expectativas, el pensamiento, el recuerdo— que son cruciales en el proceso de aprender pero a los que habría que agregar el componente emocional.

Hay diferentes concepciones de aprendizaje: algunas enfatizan el incremento o la adquisición de información, otras la memorización de datos, como también hay quienes lo relacionan con la acción en la medida en que lo adquirido se utiliza ante una necesidad (Muñoz y otros, 2011). Igualmente, se denomina aprendizaje cuando hay una generación de sentido en la medida en que se vinculan datos e información ayudando a su comprensión, como también se afirma que el aprendizaje se refiere a dar una nueva interpretación de la realidad.

Estas acepciones de aprendizaje, a decir de Casassus (2008), denotan énfasis en algunos componentes extrínsecos e intrínsecos. Las teorías conductistas dan énfasis a lo externo del sujeto que aprende, mientras si se da énfasis a los aspectos internos, al mismo sujeto aprendiz, se trata de teorías cognitivistas (Piaget, Brunner), constructivistas (Dewey, Vygotsky) y humanistas (Maslow, Rogers).

En las teorías cognitivistas el foco está en la cognición, es decir, en el proceso mental interno de estructuración cognitiva, el acto de conocer. [...] En el constructivismo el foco también está en el aprendizaje y sus procesos internos [...] desde un punto de vista epistemológico, la realidad y el conocimiento no son vistos como entidades separadas y externas, sino como creaciones que ocurren en la interacción de los individuos con el mundo. En el cognitivismo el aprendizaje ocurre por la experiencia del alumno en el mundo, [...] por su interacción con los eventos externos y por el proceso reflexivo del modelo mental del aprendiz, mediante el cual este construye su conocimiento acerca de esa experiencia (Casassus, 2008, p. 7).

La nueva información validada por el aprendiz reordena la organización de su conocimiento, creando nuevos significados y sentidos. Esto puede generar mayor sentido a las concepciones previas, como también cambios en la relación del individuo con el mundo. El aprendizaje es un proceso activo, personal, que depende de la asimilación deliberada de cada alumno, donde la clave es relacionar lo novedoso con lo preexistente e integrar lo afectivo a lo intelectual. El aprendizaje, al fin, está en función de su significatividad y no de la técnica memorística (Coloma, 1995).

En general, para lograr el aprendizaje lo conveniente sería, en vez de focalizarse en la actividad del profesor, centrarse en la capacidad de estructuración interna de las informaciones por parte del aprendiz. Es decir, si bien el modelo de procesamiento de la información describe cómo se reciben los estímulos sensoriales a través de los sentidos y cómo la atención dirige la extracción de la información significativa para

luego transferirla a la memoria de corto o largo plazo y ser recuperada cuando sea necesario (Morris & Maisto, 2005), es también importante incluir los procesos internos del aprendizaje que tienen relación con el recuerdo y significan reconocer la influencia de la emoción en este proceso de aprendizaje.

Dar atención y significado —por parte del aprendiz— a un estímulo implica incluir el componente emocional y motivacional en el aprendizaje. Eso quiere decir que el significado favorece el recuerdo, de tal manera que si la información que se está brindando a un estudiante no tiene significado, esta pasará al olvido. Con ello, podemos señalar que recordamos aquello a lo que de alguna manera le atribuimos un valor, un sentido que nos demuestra que la emoción está vinculada a lo racional y va más allá del placer o del temor.

No solamente sentimos o nos emocionamos sino que al dar significado a la información podemos aprender. Este es un aspecto relevante para los educadores, porque no solo dan información sino también motivan o interesan al estudiante para que pueda dar significado a lo novedoso. Se rescata su perspectiva o representación de lo que se está presentando para comprender su interpretación y sentido, y de esta forma, orientarlo y que pueda hacer uso de lo aprendido cuando le sea necesario.

Esto implica la necesidad de reconocer, además, el contexto socio-cultural en el que se encuentra el estudiante, considerando no solo los aspectos fisiológicos sino también el clima emocional del aula o de la institución, pues cuando el ambiente es acogedor, atractivo, placentero, se facilita el aprendizaje en la medida en que el aprendiz puede expresar su perspectiva e interpretación sin temor. Por el contrario, cuando el ambiente es hostil, incómodo o desagradable —sea por el tipo de trato personal o por aspectos físicos ambientales como exceso de luz o calor o, inversamente por ser demasiado frío u oscuro y poco estimulante— se impide la atención y la concentración y con ello el aprendizaje (Willis, 2008).

## EMOCIONES

Emoción deriva del verbo «emocionar», que significa ponerse en movimiento (Chabot & Chabot, 2009). Se puede decir entonces que la emoción es un poderoso motor que hace mover al ser humano. Hay emociones primarias como el miedo, la cólera, la tristeza, la aversión, la sorpresa, la felicidad y el desdén que tienen sus expresiones en comportamientos específicos y son aquellas que permiten la supervivencia. En cambio, las emociones secundarias se basan en las anteriores pero sus expresiones se aprenden: por eso se les denominan emociones sociales (Ekman & Friesen, 2003).

Ahora bien, si nos preguntamos qué son las emociones y en qué se diferencian de los sentimientos, la respuesta sería que las emociones están más vinculadas a la naturaleza y son las que dirigen y focalizan nuestra atención, crean significado y tienen sus propias vías de recuerdo (LeDoux, 1994). En cambio los sentimientos están vinculados al contexto cultural, son respuestas desarrolladas cultural y ambientalmente. Es así que podemos diferenciar entre las emociones como el miedo y el placer y los sentimientos como la preocupación, el optimismo y la frustración.

Las emociones en general tienen un impacto en las percepciones, el juicio y los comportamientos. La cultura occidental, si bien reconoce que existen emociones, siempre les ha dado poca importancia; es más, se les ha considerado como incontrolables, poco fiables y opuestas a lo científico y racional. La ciencia trata de hechos y no sobre sentimientos, por lo que ha sido un campo poco estudiado. Los estudios posteriores realizados por los neurocientíficos como Damasio (1999) y Le Doux (2001) contribuyeron a dar un lugar predominante a la emoción, a tal punto que ahora se puede señalar que la emoción ayuda a la razón a centrar la mente y a fijar prioridades, y que no son opuestas.

Antiguamente se pensaba que la mente funcionaba de manera independiente al cuerpo y la emoción. Sin embargo, esta forma de pensar

ya está superada. Más aún, como señala Marquis (1996), la atomización de la inteligencia, conducta motora y emoción impiden una concepción integral e interactiva entre estos aspectos de la conducta humana, de manera que ahora se puede afirmar que si bien los lóbulos frontales permiten elaborar objetivos y planes, las emociones generan su dirección y ejecución (Freeman, 1995, citado por Jensen, 2002).

Algunos estudios, como el realizado por Jensen (2010), afirman que la base de la emoción está en la zona media del cerebro, en un elemento que se conoce como amígdala y que tiene el tamaño de una almendra. Esta amígdala es una masa compleja de sustancia gris alojada en la porción anteromedial del lóbulo temporal (Purves y otros, 2007) y comprende varios sub núcleos y regiones corticales que están conectados a otras áreas. Es decir, a través del torrente sanguíneo la amígdala transmite información a otras partes del cerebro como la corteza, el tálamo, hipotálamo, hipocampo, etcétera.

Todas las personas tenemos emociones como tristeza, alegría, miedo, sorpresa, enojo, estrés, entre otras; y evidentemente son estados que nos vinculan con nuestro cuerpo. Por eso las emociones se manifiestan en el rostro, en la postura, en la forma de respirar, en el ritmo cardiaco, etcétera. Así, podemos decir que cuando una persona está asustada empalidece o no puede respirar; o cuando está con ira se enrojece y se acelera el ritmo cardiaco, alterando así a todo el organismo. Como dice Jensen (2010), las emociones son nuestras personalidades y nos ayudan a tomar la mayoría de nuestras decisiones.

Sin duda, las emociones afectan la conducta humana de tal manera que la presencia o ausencia de determinados componentes químicos como la norepinefrina, vasopresina, testosterona, serotonina, progesterona o dopamina pueden alterar la estructura de la mente y del cuerpo (Belmonte, 2007). Ello ha permitido superar la idea de que lo más importante del cerebro es el lóbulo frontal, pues si bien este lóbulo permite elaborar los detalles de nuestros objetivos y planes, son las emociones las que generan y dirigen su ejecución en nuestras vidas (Freeman, 1995 citado por Jensen, 2002).

Estas emociones proporcionan un cerebro químicamente estimulado y activado que ayuda a recordar (Goleman, 1996).

Por ello, es necesario reconocer que hay componentes químicos en el cerebro, como los mencionados anteriormente, que producen las conductas que se pueden ver en un aula, como atención, estrés, somnolencia, etcétera (Belmonte, 2007), lo que revela que el aprendizaje tiene procesos complejos y se produce desde estratos celulares hasta conductuales. Las emociones proporcionan un cerebro químicamente estimulado y activado, y cuanto más intensa es la activación por la amígdala más profunda será la huella que favorecería al aprendizaje. Asimismo, el cerebro puede desarrollar nuevas conexiones con estimulación ambiental: «Cuando enriquecemos el entorno, obtenemos cerebros con un córtex más grueso, más ramificación dendrítica, más prolongaciones de crecimiento y mayores cuerpos celulares» (Healy, 1990, p. 47).

### **ESTRÉS ACADÉMICO Y ADOLESCENTES UNIVERSITARIOS**

En cuanto al estrés académico, este es uno de los estados emocionales que se ha podido identificar y que se observa constantemente en la universidad. El estrés hasta cierto nivel no es negativo, ya que siempre es importante llegar a un punto de estado de alerta para que se dé un aprendizaje óptimo (Jensen, 2010). Si no estamos en alerta podemos tener sueño, apatía, desinterés o preocupación. Por el contrario, si se tiene altos niveles de estrés, este llega a afectar nuestro rendimiento y genera ansiedad, angustia o caos.

La principal hormona del estrés es el cortisol, que genera cambios físicos significativos, como tensión muscular, presión alta, etcétera (Pizarro, 2003). Por eso, muchas veces los estudiantes que están muy ansiosos y preocupados disminuyen su capacidad para seleccionar lo que es importante de lo que no lo es, afectando la atención y la memoria de corto y largo plazo. Igualmente, el cortisol puede llevar a la muerte de las células del hipocampo.

Ahora bien, ¿cuáles pueden ser las causas del estrés? Podríamos analizar el entorno físico o situaciones sociales (Hinton y otros, 2008). En cuanto al entorno físico, las condiciones de hacinamiento, la excesiva o débil iluminación, entre otros, pueden ser factores de estrés. Asimismo, las inadecuadas relaciones interpersonales o situaciones sociales como decepciones, relaciones inadecuadas con compañeros o violencia familiar también pueden ser causas del estrés.

Cuando el estrés se vuelve crónico (Jermott & Magloire, 1985, citados por Jensen, 2004) los alumnos son más susceptibles a la enfermedad, tienen bajo rendimiento o baja autoestima y pueden llegar a la depresión, generando efectos negativos sobre la habilidad para llevar a cabo las tareas de la vida diaria (Goodale, 2007). Por consiguiente, la persona no puede rendir adecuadamente y se verá afectada la capacidad para funcionar tanto a nivel personal como interpersonal.

## **MOTIVACIÓN Y APRENDIZAJE**

La motivación es un elemento clave de la emoción y está vinculada al aprendizaje. De acuerdo con algunos estudios (Restak, 1979 y Colvin, 1996, citados por Lozano, García & Gallo, 2000) existe una motivación extrínseca y otra intrínseca, y muchas veces en la educación se ha dado mayor énfasis a la motivación extrínseca, ya que los profesores se han preocupado por enseñar considerando algunos estímulos visuales o sonoros que pueden ser atractivos al estudiante pero que no siempre favorecen al logro de aprendizaje.

Lo más importante para poder aprender es motivar intrínsecamente al estudiante, lo que significa que los docentes deben tener información sobre los intereses y necesidades de los estudiantes de manera que respondan a esas expectativas tratando de ser capaces de captar su atención. De alguna manera se trata de evitar los elementos que puedan producir apatía, preocupación, ansiedad o angustia.

La relación del alumno con la materia a aprender es emocional: le interesa o no le interesa, le gusta o no le gusta, le afecta o no le afecta. Mientras menos le afecta —es decir, a menor interés—, más adecuadas son las técnicas conductistas. Mientras mayor es el interés, más adecuadas son las técnicas constructivistas y humanistas (Coloma & Rivero, 2012).

De la misma manera, se puede señalar que un aula convencional reduce nuestras estrategias de pensamiento y opciones de respuesta, por lo que no debería insistirse en presentar planteamientos únicos y la búsqueda de una única respuesta correcta, pues con ello se estarían ignorando las posibilidades de nuestra especie.

En este sentido, muchas veces el profesor puede ser causante del problema de aprendizaje del estudiante, porque no logra motivar suficientemente al alumno y disponerlo a captar información y elaborarla para algo más productivo. Es en esos casos que encontramos desmotivación.

De acuerdo con los estudios de Peterson y Seligman (1988, citado por Vera, 2006), hay tres aspectos que producen la desmotivación: uno está relacionado con el pasado, donde la postura, el tono de voz y los gestos que tiene un profesor pueden ser asociados con una experiencia negativa del estudiante. El segundo aspecto está relacionado con el estilo de enseñanza, ya que a veces el lenguaje que emplea el profesor, las estrategias o actividades que selecciona, las prohibiciones que implanta la institución educativa, los prejuicios, los comentarios hostiles, el sarcasmo y las amenazas pueden impedir que haya aprendizaje. Como tercer punto, tenemos los aspectos internos del sujeto, que están en relación con sus metas o con el futuro; es decir, cuando el mismo estudiante no tiene muy claro hacia dónde va o qué es lo que está persiguiendo —lo que muchas veces se manifiesta como una falta de vocación— y por lo tanto no logra reconocer y valorar las acciones educativas porque no tienen sentido para él.

Estas situaciones pueden generar alteraciones hormonales, eso significa que no habría suficiente dopamina o adrenalina que permita el interés o la motivación adecuada para poder aprender. Asimismo, se han observado casos de una baja motivación crónica que se conoce

también como la indefensión aprendida (Peterson y otros, 1993, citados por Docampo, 2002), lo que significa que la persona tiene una apatía total y persistente y no tiene control de las situaciones.

Esta indefensión aprendida está muy vinculada a situaciones traumáticas (por ejemplo, el estudiante vive alguna agresión, sea con gestos o posturas, verbal o físicamente, etcétera) que impiden captar la información o la tarea que debe realizar. También se da cuando la persona no logra controlar la situación y se deja vencer, anticipándose a que no va a poder aprender; esto le impide tomar una decisión, la paraliza y no la deja avanzar.

Se podría señalar que cada vez que la atención está monopolizada por una carga emocional negativa el aprendizaje y el desempeño se afectan. Como dice Goleman (1996), las emociones con fuertes cargas negativas centran la atención sobre las preocupaciones que le son propias y se oponen a cada tentativa de dirigirlas hacia otro lado.

La importancia de destacar lo emocional en el aprendizaje se demuestra en el estudio realizado por Oackson (2000, citado por Chabot & Chabot, 2009), quien analizó los niveles de rendimiento de un grupo de estudiantes y encontró que aquellos calificados como superdotados preferían utilizar el estilo basado en el sentimiento más que en el pensamiento, hecho que nos debe llamar la atención en la medida en que, ante las dificultades de aprendizaje, suelen analizarse los aspectos cognitivos. Es muy raro analizar las competencias emocionales de una persona. Como bien dicen Chabot y Chabot (2009), el verdadero aprendizaje en cualquier campo se aprende no cuando se comprende sino cuando se siente.

Goleman (1996), luego de un estudio de egresados universitarios con altos promedios, encontró que no habían logrado mejores resultados que los otros en términos de productividad y estatus social, por consiguiente no eran más felices en su vida privada y no se sentían más satisfechos, por lo que Chabot y Chabot (2009) afirma que las competencias emocionales son más importantes que las cognitivas.

Al respecto Monereo (2007) señala que es necesario distinguir dos escenarios de aprendizaje: «El escenario intrapsicológico debe ser tratado también como un espacio de diálogo es decir como un espacio interpsicológico en el cual diferentes versiones de la identidad personal interactúan, ejerciendo una influencia decisiva sobre las estrategias de aprendizaje». Por ello propone «un enfoque sociocognitivo de aprendizaje estratégico» que creemos explica mejor la vinculación entre texto y contexto y puede ayudar a identificar los mecanismos sociales (mediacionales) y personales (emociones, metas personales) implicados (Monereo, 2007, p. 3).

Maturana (1990) postula también que las emociones son mucho más que solo un aspecto a considerar para explicar las acciones humanas. Sostiene que las emociones son disposiciones corporales dinámicas que están en la base de las acciones y que toda acción humana se funda en una emoción: «[...] lo que connotamos cuando hablamos de emociones son distintos dominios de acciones posibles en las personas y animales, y a las distintas disposiciones corporales que los constituyen y realizan [...] no hay acción humana sin una emoción que la funde como tal y la haga posible como acto [...] no es la razón lo que nos lleva a la acción sino la emoción» (Maturana, 1990, pp. 20-21).

Igualmente, Ibáñez (2002) señala que las emociones de los estudiantes constituyen un factor determinante en la construcción de sus aprendizajes. Cuando los estudiantes contextualizaron sus emociones favorables, siempre indicaron aspectos que todos consideramos prioritarios para mejorar la calidad de los aprendizajes, como sentirse motivado en las clases, tratar contenidos contextualizados en las propias experiencias cuya aplicación se puede visualizar en la práctica, sentirse valorado como estudiante, poder participar, confrontar distintos puntos de vista, etcétera. Lo contrario ocurre con la contextualización de las emociones desfavorables, aspecto que es confirmado por Turner, Meyer y Schweinle (2003, citados por Monereo, 2007, p. 12) cuando concluyen que los estudiantes se sienten mejor y aprenden cuando son respetados y tratados con afecto y justicia.

Por su parte, Casassus (2008) señala que las personas que no tienen la capacidad de estar conectadas con sus emociones no son capaces de pensar racionalmente. Por ello, uno de los requisitos fundamentales hoy en día es ponerse en el lugar del otro. Asimismo, afirma que a nivel educativo es necesario unir lo emocional con el aprendizaje, pues este depende de las emociones. Agrega además que hay que comprender el mundo de las necesidades y ver en qué medida la educación puede satisfacer esas necesidades personales de afecto, pertenencia e identidad, ya que todas las personas tienen necesidades satisfechas e insatisfechas.

### **¿CÓMO FAVORECER EL APRENDIZAJE DE LOS UNIVERSITARIOS?**

Jensen (2010) nos presenta varias alternativas y sugerencias que puede usar un docente para favorecer el aprendizaje en los universitarios. Una de las más importantes es eliminar la situación amenazante según lo interprete el estudiante. Por ello, tenemos que alentar constantemente a los estudiantes, reconocer lo positivo que ellos hacen y crear un ambiente adecuado, de manera que no sientan el temor de equivocarse. Muchas veces, los profesores tendemos a descalificar o señalar los errores y no utilizar más bien el error como un elemento de aprendizaje. Generalmente estamos utilizando una evaluación que de alguna manera califica y no utilizamos una evaluación formativa.

Por otro lado, es necesario activar y comprometer las emociones positivas, fortalecer al alumno para que sienta que es capaz de seguir aprendiendo, lógicamente a su ritmo porque no todos tenemos el mismo ritmo de aprendizaje. Ello requiere crear una cultura institucional centrada en el aprendizaje y el cuidado. Aprender no significa desligarse de lo que uno ha logrado previamente, de la experiencia o de los aprendizajes previos, sino más bien cómo lo integramos.

Otro punto importante es desarrollar la evaluación formativa; evitar el juzgamiento del proceso de aprendizaje; reconocer el error como una oportunidad para aprender, para identificar justamente aquellos

aspectos que tenemos que cambiar; desarrollar las habilidades metacognitivas que nos ayuden a ver cómo está aprendiendo cada uno de los estudiantes, en qué está fallando y qué puede ser mejor para cada uno. Igualmente, los profesores debemos revisar cuáles son nuestros métodos de enseñanza, reconociendo que hay diferentes estilos de aprendizaje, por lo que tenemos que crear diferentes actividades que respondan a estos estilos. Esto significa que el profesor no solamente debe tener una línea de trabajo o un método sino que debe utilizar diferentes métodos para los distintos aprendizajes<sup>1</sup>.

Es conveniente tratar de establecer redes sociales, ya que todos necesitamos un soporte emocional que brindan los amigos, la familia, los más cercanos. La falta del soporte emocional en casa hace necesario crear una red social —ese capital social que está en una clase— y ayudar al estudiante a que pueda expresar su malestar o su temor. Es necesario evitar el temor de decir que se sienten incapaces o que no han aprendido, por lo que hay que crearles ese espacio para que se expresen abiertamente y poder escucharlos activamente.

Desarrollar estrategias que propicien la indagación, identificación de problemas y el reconocimiento de la necesidad de ejecución de respuestas y generación de conclusiones —basadas en evidencias— que se analizan con el propósito de mejorarlas requiere desarrollar empatía, confianza en la razón y autonomía intelectual, y promover el aprendizaje activo (Hiler & Paul, 2006). Es necesario revisar la función del docente, quien no solamente es el expositor sino el asesor, el amigo que orienta y acompaña en un proceso de aprendizaje, y reconocer que debemos aprender nuevas formas de enseñar para llegar a los alumnos, que es el objetivo de nuestra tarea educativa en todos niveles.

En general, se debe considerar lo que bien señala Casassus (2007), que en la acción pedagógica del docente intervienen dos aspectos cruciales.

---

<sup>1</sup> Para mayor información sobre las diferentes estrategias y técnicas, invitamos a revisar los siguientes artículos de interés: <http://tecnologiaedu.us.es/nweb/htm/pdf/309.pdf> y <http://goo.gl/AohTJ>

Uno es cognitivo: el conocimiento de la materia que tiene el docente. El otro es emocional: la competencia emocional que un docente despliega en la conducción de sus clases. Ello requiere del maestro la capacidad para interpretar el mundo interno de los alumnos que se funda en la observación de lo emocional, gestual, expresivo, responsivo y corporal; y la competencia para intervenir en los procesos de aprendizaje del alumno.

Es necesario crear un clima emocional del aula que la haga estimulante y agradable, compuesto por tres variables: el tipo de vínculo entre docente y alumno, el tipo de vínculo entre los alumnos y el clima que emerge de esta doble vinculación. Además, considerando los aportes de Casassus (2007), podemos identificar por lo menos cinco tipos de relaciones vinculadas al clima emocional propicio para el aprendizaje: relación del profesor con la materia, relación del alumno con la materia, relación del profesor consigo mismo, relación del docente con el alumno y por último la relación que se da entre los alumnos. Por ello, se recomienda a los profesores universitarios integrar los conocimientos del cerebro y las estrategias didácticas dadas anteriormente para aplicarlas a la educación, logrando así contar con competencias que les permitan entender cómo funcionan las emociones en el aprendizaje, no solo en términos generales, sino cómo funcionan en cada adolescente.

## **CONCLUSIONES**

En general, se sugiere favorecer el aprendizaje propiciando experiencias que involucren a los sujetos en su integridad. Esto significa que tanto el alumno como el profesor deben expresarse naturalmente en consonancia con su propio sentir y pensar.

Además, se debe favorecer la investigación que aborde temas relacionados con las emociones y el cerebro y cómo estos afectan el aprendizaje.

Finalmente, es necesario que el adolescente universitario se asuma como objeto de estudio e investigador de su propia realidad, ayudándole a tomar conciencia de sus intereses así como de las distorsiones que bloquean su accionar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Psychological Association (2002). *Developing Adolescents. A Reference for Professionals*. Washington, D.C.: APA.
- Belmonte, Carlos (2007). Emociones y cerebro. *Revista Académica de Ciencias Exactas*, 101(1), 59-68.
- Cabrera, Lidia, José Bethencourt, Miriam González & Pedro Álvarez (2006). Un estudio transversal retrospectivo sobre la prolongación y abandono de estudios universitarios. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 12(1), 129-149.
- Casassus, Juan (2007). El aprendizaje depende de las emociones (entrevista). *Revista de Educación*. Recuperado de: [http://educacion.ucv.cl/prontus\\_formacion/site/artic/20070108/asocfile/ASOCFILE120070108123612.pdf](http://educacion.ucv.cl/prontus_formacion/site/artic/20070108/asocfile/ASOCFILE120070108123612.pdf)
- Casassus, Juan (2008). *Aprendizaje, emociones y clima de aula*. Recuperado de: [http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo18/files/Aprendizaje\\_emociones\\_y\\_clima\\_de\\_aula.pdf](http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo18/files/Aprendizaje_emociones_y_clima_de_aula.pdf)
- Coloma, Carmen (1995). ¿Aprendiendo con sentido o aprendizaje significativo? *Educación*, IV(7), 61-69.
- Coloma, Carmen & Carol Rivero (2012). «El cerebro, las emociones y el aprendizaje». Ponencia realizada en la Red de Cognición, Lima.
- Chabot, Daniel & Michel Chabot (2009). *Pedagogía emocional. Sentir para aprender*. México: Alfaomega.
- Dahl, Ron (2004). *Adolescent Brain Development: A Period of Vulnerabilities and Opportunities*. Pittsburgh: PublMed.
- Damasio, Antonio (1999). *Le sentiment même de soi, corps, émotions, conscience*. París: Odile Jacob.
- Docampo, Montserrat (2002). Influencia del estilo atribucional interno-externo en la indefensión aprendida y en su inmunización. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 55(2), 151-160.
- Ekman, Paul & Wallace Friesen (2003). *Unmasking the Face. A Guide to Recognizing Emotions from Facial Clues*. Cambridge, MA: Malor.
- Goleman, Daniel (1996). *Inteligencia emocional*. Barcelona: Kairos.

- Goodale, Elizabeth (2007). Síntomas cognitivos de la depresión. *RET, Revista de Toxicomanías*, 2, 13-15.
- Healy, Jane (1990). *Endangered Minds. Why Our Children don't Think*. Nueva York: Simon & Schuster.
- Hiler, Wesley & Richard Paul (2006). *27 formas prácticas para mejorar la instrucción. Ideas para promover el aprendizaje activo y cooperativo*. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/27IdeasPracticas.php>
- Hinton, Christina, Koji Miyamoto & Bruno Della-Chiesa (2008). Brain research, learning and emotions: Implications for education research, policy and practice. *European Journal of Education*, 43(1), 87-103.
- Ibáñez, Nolfa (2002). Las emociones en el aula. *Estudios pedagógicos*, 28, 31-45.
- Jensen, Eric (2002). *Environments for learning*. San Diego: The Brain Store.
- Jensen, Eric (2004). *Cerebro y aprendizaje. Competencias e implicaciones educativas*. Madrid: Narcea.
- Jensen, Eric (2010). *Cerebro y aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Johnson, Sara & Robert Blum (2012). Stress and the brain: How experiences and exposures across the life span shape health, development, and learning in adolescence. *Journal of Adolescent Health*, 51, S1-S2.
- Le Doux, Joseph (1994). Emotion, memory and the brain. *Scientific American*, 270(6), 50-57.
- Le Doux, Joseph (2001). Peur et mémoire inconsciente. *Pour la Science*, 31, 104-109.
- Lozano, Luis, Eduardo García & Pedro Gallo (2000). Relación entre motivación y aprendizaje. *Psychothema*, 12(2), 344-347.
- Marquis, Jason (1996). A real brain teaser. *Los Angeles Times*, 17/10/1996, p. B2.
- Maturana, Humberto (1990). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago: Hachette.
- Monereo, Carles (2007). Hacia un nuevo paradigma del aprendizaje estratégico, el papel de la mediación social, del *self* y de las mediaciones. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa*, 13, 497-534.

- Morris, Charles & Albert Maisto (2005). *Introducción a la psicología*. Onceava edición. México D.F.: Pearson.
- Muñoz, Victoria y otros (2011). *Manual de psicología del desarrollo aplicada a la educación*. Madrid: Pirámide.
- Ortiz, Tomás (2011). *Neurociencia y educación*. Madrid: Alianza.
- Papalia, Diane (2005). *Desarrollo humano*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Pizarro, Beatriz (2003). *Neurociencia y educación*. Madrid: La Muralla.
- Purves, Dale y otros (2007). *Neurociencia*. Tercera edición. Madrid: Médica Panamericana.
- Rostan, Carles (2004). *La experiencia infantil y el desarrollo cerebral. III Congreso internacional de educación inicial*. Lima: Centauro.
- Steinberg, Laurence (2005). Cognitive and affective development in adolescence. *Review in Cognitive Science*, 9(2), 69-74.
- Vera, Beatriz (2006). Psicología positiva. Una nueva forma de entender la psicología. *Papeles del Psicólogo*, 27(1), 3-8.
- Willis, Judy (2008). *Estrategias para construir la memoria, la atención y la motivación considerando las investigaciones acerca del cerebro*. Lima: II Encuentro Internacional de Educadores.
- Willis, Judy & Anna Lucía Campos (2008). El cerebro es el rey. *El Educador*, 12, 6.
- Yurgelun-Tood, Deborah (2007). Emotional and cognitive changes during adolescence. *Current Opinion on Neurobiology*, 17(2), 251-257.

# **CEREBRO Y APRENDIZAJE EN LA ADOLESCENCIA: ¿QUÉ FACTORES LO AFECTAN?**

**César Ruiz de Somocurcio**

## **INTRODUCCIÓN**

La etapa adolescente siempre ha sido una preocupación, más aún para los educadores hoy en día porque parece que la brecha se ha ampliado y cuesta más comprender su comportamiento, sumado a un aumento alarmante del índice de enfermedades psiquiátricas en esta etapa, como depresión, drogadicción, suicidio, problemas de alimentación, etcétera, y a la dificultad de entender cómo asume el adolescente las consecuencias de sus decisiones, así como su actitud ante los estudios y la exigencia académica.

Por ello los educadores deben partir por conocer el contexto de los adolescentes, es decir las características de la generación actual que deben potenciar. Esto es parte del reto educativo para lograr desarrollar las habilidades y capacidades del estudiante a fin de que construya con eficiencia el conocimiento. El trabajo con adolescentes no solo implica preocuparse por el nivel cognitivo sino el desarrollo integral con estrategias de atención intrapersonal (emocional) e interpersonal (social).

Los educadores deben conocer los aportes de la neurociencia, que viene dando una mirada innovadora y transformadora a las estrategias de enseñanza-aprendizaje, así como a la atención socioemocional

e integral de los estudiantes. La neuroeducación viene recogiendo las estrategias validadas de la neurociencia, la psicología cognitiva y la educación, ya que existe responsabilidad del educador de conocer cómo funciona el órgano diseñado para el aprendizaje.

### **¿REALMENTE EL CEREBRO DEL ADOLESCENTE ES TAN CAÓTICO COMO SE LO PRESENTA? ¿CUÁL ES EL CONTEXTO DE ESTA GENERACIÓN QUE INICIA EL SIGLO VEINTIUNO?**

Las investigaciones en neurociencia con los aportes de neuroimágenes permiten comprender mejor el comportamiento adolescente al permitir entender los procesos que sigue el cerebro en su desarrollo. Estas investigaciones nos muestran que hace falta un conocimiento del neurodesarrollo y entender que el desarrollo del cerebro no termina con el nacimiento y que su maduración finaliza a los 20 años aproximadamente; que un buen aprendizaje genera un cambio en las redes neuronales y que está asociado a las emociones y sentimientos; comprender que el adolescente procesa la información de manera diferente a un adulto, entender que la mielinización —un proceso natural genéticamente determinado que acelera la respuesta neuronal— es diferente en cada persona y es un indicador de madurez; conocer que el área prefrontal es la que más tarda en mielinizarse —área responsable de integrar funciones de la planificación, la prospectiva, el juicio, sociabilización y la autorregulación—; saber que el proceso de neurodesarrollo, si bien está genéticamente programado, está afectado por el ambiente y la experiencia. Todo este conocimiento en manos de un educador le permitirá innovar la enseñanza-aprendizaje, porque le permitirá entender qué es lo que está transformando.

El aprendizaje es un cambio en las conexiones sinápticas entre neuronas, por lo tanto es un proceso biológico que requiere para ejecutarse una secuencia de mecanismos naturales donde además está sujeto a una serie de factores tanto internos (genéticos) como externos (ambientales y experiencia). Esto nos debe hacer reflexionar y cambiar nuestras

estrategias de enseñanza y evaluación. Conocer que el aprendizaje es un proceso que cambia físicamente el cerebro nos permite entender el concepto de plasticidad cerebral y asumir que este se ve afectado por el estrés, la mala nutrición, la falta de interacción social y los malos hábitos de sueño, entre otros factores.

Es básico por lo tanto para el educador, tener los conocimientos de cómo se desarrolla, cómo se está formando y cuáles son las funciones del cerebro. Comprender que existen áreas específicas responsables de integrar funciones particulares, pero que ningún sector del cerebro funciona independientemente de los demás. Cada función específica concierne a toda una cantidad de regiones que colaboran como parte de una red neuronal dedicada a dicha función.

La investigación y la actualización nos permitirán evitar que una serie de neuro-mitos —como que usamos el 10% del cerebro o que su desarrollo culmina a los 5 años, o que hay que realizar actividades para un hemisferio y luego para el otro o la sobre estimulación— arrastren al educador por una mala interpretación y aplicación de la información.

Por esto, para mejorar la educación de los adolescentes nos debemos comprometer a entender cómo aprende su cerebro y cómo se da su desarrollo, y valorar este conocimiento para innovar y transformar nuestra práctica educativa atendiendo al desarrollo integral.

Hemos planteado que el comportamiento adolescente siempre ha sido un tema de conversación a lo largo del tiempo, pero hoy existe una preocupación generada por el alto índice de enfermedades psiquiátricas como depresión, suicidio, problemas con drogas, problemas de alimentación, etcétera (Gore y otros, 2011), y por la gran cantidad de reflexiones que se leen acerca de esta etapa del desarrollo sobre aparentes decisiones desconcertantes en una ecuación en la que las consecuencias para los adolescentes no tienen el mismo peso que para un adulto. Por estas y tantas razones más, se nota una creciente preocupación en el sector educativo respecto a la actitud que muestran los adolescentes frente al estudio y la exigencia académica.

Reconocemos en los adolescentes dos aspectos que son propios del desarrollo y que no cambian de una generación a otra: por un lado, la fisiología, guiada por el programa genético del individuo; y por otro —que es cambiante—, el entorno social y cognitivo, la experiencia. Por ello, hablar de los adolescentes significa conocer las características del desarrollo y ubicar a la generación en un contexto social y científico tecnológico determinado.

Esta es una generación nativa digital que tiene una forma de leer diferente. Su lectura es hipertextual y no lineal; es especialista en el mundo de las redes sociales y se integra a estas muy temprano, desde los 7 años. El 70% de los niños de 12 años está inscrito en una red social (Ipsos, 2010). Es una generación a la que le gusta la información rápida y al alcance de un clic, tiene poca tolerancia a la frustración y requiere de recompensas inmediatas, así como acceder al aprendizaje de forma más visual y auditiva.

A esta generación digital se le reconoce un impacto negativo de la tecnología, el cual se ha visto asociado a una reducción en la capacidad para establecer relaciones sociales y en los niveles de atención (Blackmore, 2008). Al afectarse los sistemas atencionales estamos reduciendo la capacidad de realizar tareas y ello muchas veces nos obliga a desarrollar en un corto tiempo actividades diversas como si eso resolviera el tema. Se ven afectados los sistemas de recompensa, por lo que requieren refuerzos inmediatos y estímulos constantes. Esto, llevado al ámbito educativo de la evaluación y la calificación, significa que una evaluación debe ser mediata o inmediata para que tenga impacto en el aprendizaje. Small (2008) presenta los estudios de Mori y Nihon, quienes encontraron que al pasar de dos a siete horas al día jugando videojuegos se inhibía la actividad del lóbulo frontal: cuanto más dedicaban los adolescentes a los videojuegos, más se afectaban áreas clave de las partes frontales. Para Greenfield (2007), de la Universidad de Oxford, esto genera un retraso en la madurez de la región prefrontal, ocasionando una infantilización del cerebro que resulta en cortos

períodos de atención, problemas para relacionarse socialmente, falta de capacidad para aceptar un retraso en la recompensa, para considerar los sentimientos de los demás, poner las cosas en perspectiva y comprender el riesgo de determinadas acciones.

Es una generación asociada a la hiper información y la multitarea. Contar con un bombardeo tan grande de información no significa que la sepan manejar. Este es entonces parte de los retos educativos de este siglo para el ámbito cognitivo: desarrollar habilidades y capacidades que apunten a construir con eficiencia el conocimiento y a trabajar construyendo comunidades de aprendizaje. Respecto a la multitarea o *multitasking*, ¿realmente tienen esta capacidad? A este término hay que ponerle especial cuidado. Si bien podemos ver a un adolescente chateando con tres o cuatro personas, escuchando música o buscando información en Internet y hablando por teléfono, eso no significa que cuando tenga que hacer una tarea que requiera más atención podrá hacerla bien. En este sentido, se trata de una mala interpretación del concepto de la multitarea, ya que el sistema atencional funciona activando y desactivando la atención frente a cada evento (Fuentes, 2010), pero cuando el estudiante requiera una mayor concentración en una actividad concreta e importante, se producirá la desatención de los otros eventos. La multitarea se puede ejercitar, pero para cosas que permitan ser resueltas con períodos cortos de atención, por ejemplo, en un videojuego, cuando maneja una escena de carrera de autos con muchos elementos, como la velocidad, el circuito, los cambios, el combustible, los vehículos de la carrera, con la práctica podremos mejorar nuestra performance.

El adolescente necesita empatía por parte del educador y contar con espacios creativos e innovadores, así como ser escuchados en sus cuestionamientos y contar con momentos de reflexión. Es una tarea del docente aceptar la singularidad de esta etapa, que tiene su origen en los genes y en los procesos de adaptación a los cambios tecnológicos y culturales (Dobbs, 2011).

El educador, cuando trabaja con adolescentes, no solo debe precuparse por el nivel cognitivo de su desarrollo, como suele ocurrir en la mayoría de los casos, sino aportar al desarrollo integral, es decir, que incluya en sus estrategias de formación tanto el nivel intrapersonal —en el que contribuirá a construir la autoestima, la autonomía, el auto manejo del tiempo— y el nivel interpersonal —el trabajo en equipo, la buena comunicación, la empatía, etcétera (Anderson, 2011)—. Entonces, ya no es solo una mirada a la cantidad de conceptos que maneja sino también cuánto impactará en su desarrollo emocional y social. Todo esto implica que el docente debe cuidar que los aprendizajes en los adolescentes sean significativos y que permitan ser transferidos para mejorar su calidad de vida.

A esta tarea de educar al adolescente en su formación integral, debemos sumarle la de cerrar la brecha tecnológica que hay entre generaciones y usarla de manera adecuada para promover la autonomía, los espacios de trabajo cooperativo y la reflexión. Para el educador Richard Gerver<sup>1</sup> nunca se ha dado una brecha tan grande entre generaciones como la que hay ahora, a la que atendemos con tecnología del siglo pasado para una generación que nace con la nueva tecnología y que está bombardeada de información multimedia e impacto visual y auditivo. En este mismo sentido nos dice Marcus Vinicius, neurocientífico brasileño, «Somos educadores con tecnología del siglo XIX, educadores del siglo XX y atendiendo estudiantes del siglo XXI»<sup>2</sup>. Entonces, ¿cuál es el rol del educador y de la institución educativa dentro de la formación del estudiante? Recojo las palabras del director de las escuelas de Fe y Alegría del Perú: «Cuando yo recibo un chico en la escuela, tengo que pensar qué le voy a dar dentro de once años que sale de la misma».

---

<sup>1</sup> Entrevista de Eduard Punset a Richard Gerver. «Crear hoy las escuelas del mañana». Ver: <http://www.youtube.com/watch?v=wRmZAgBM32M> o <http://www.youtube.com/watch?v=wRmZAgBM32M#at=70>

<sup>2</sup> Entrevista a Marcus Vinicius. Revista «Mi Hogar», *El Comercio*, 9/9/2012.

La universidad debe aportar estrategias para cerrar la brecha tecnológica y de formación docente y atender a la prospectiva del estudiante, reflexionando sobre la pregunta planteada en términos de qué manera aportamos a atender las expectativas de los alumnos cuando salgan de la universidad y se lancen al mundo profesional.

### **RECORDANDO CONOCIMIENTOS BÁSICOS SOBRE EL CEREBRO**

A fines del siglo veinte, la tecnología de neuroimágenes, el estudio de los patrones de actividad neuronal y el conocimiento del neurodesarrollo y la maduración del cerebro revelaron que los cerebros adolescentes tardan en desarrollarse por completo y tienen diferencias con los de los adultos. Las investigaciones muestran que el cerebro adolescente se activa de manera distinta que el adulto para ciertas tareas. Durante el desarrollo, entre los 11 y 25 años, el cerebro sufre una reorganización de sus conexiones y redes neuronales y pasa por un proceso de mielinización de los axones, con lo cual la transmisión del impulso nervioso viaja cien veces más rápido. Además, se observa en el cerebro adolescente la poda o *prunning*, en la que las conexiones más usadas se fortalecen, mientras las menos usadas sufren su destrucción. La mielinización es un cambio físico en la maduración del cerebro que avanza desde la parte posterior, el tronco encefálico, favoreciendo primero la maduración de la zona motora, visual y auditiva, hasta que finalmente termina en la región frontal, área responsable de la planificación, el juicio y la autorregulación (Wallis, 2009). Este proceso de neurodesarrollo, si bien está genéticamente programado, también puede ser afectado por el ambiente (nutrición, estrés tóxico, experiencias).

El desarrollo del cerebro depende tanto de la genética como de las experiencias con el ambiente. La genética define el plan de desarrollo y cómo se determinan nuestros cableados cerebrales básicos, que están asociados con nuestros procesos cognitivos y las habilidades de aprendizaje que vamos desarrollando a lo largo de la vida a partir

de la experiencia. Entonces, la genética define, pero los que determinan son la experiencia y el ambiente, y esto nos marca aspectos importantes. La interacción genes-ambiente muestra la vulnerabilidad de las personas frente a diferentes factores, inclusive a factores ambientales de riesgo, como son el entorno estresante, la desnutrición, los malos hábitos de sueño, el maltrato emocional y social, entre otros (Keating, 2011).

Recordemos que los circuitos están formados por diferentes redes y tipos de neuronas. Las neuronas son células especializadas en la transmisión de la señal eléctrica y tenemos cien mil millones de ellas aproximadamente. Además, tenemos cincuenta veces más células gliales que acompañan a las neuronas y las apoyan en su mantenimiento (Barres, 2008).

El cerebro de un adulto pesa como término medio alrededor de 1.4 kg, es decir aproximadamente entre el 2 y el 5% del peso corporal total. En el momento de nacer el cerebro ya está altamente desarrollado y tiene alrededor de un cuarto del peso que alcanzará en la edad adulta, a pesar de que el peso corporal total sea aproximadamente un décimo del peso normal de un adulto. Cuando nace un niño, su cerebro ya contiene los cien mil millones de células cerebrales especializadas, las «neuronas» o «materia gris», que componen el cerebro adulto. Las mayores concentraciones se encuentran en el cerebelo y la «corteza», que forma las capas superficiales del cerebro. Cada hemisferio comprende cuatro lóbulos (frontal, parietal, occipital y temporal) con distintas funciones. Dentro de cada lóbulo, además, existen varias otras subregiones que poseen funciones específicas. De los cuatro lóbulos, los frontales son los más grandes. Las áreas del lóbulo frontal están asociadas con una serie de procesos que van desde el control motor hasta «funciones ejecutivas» tan complicadas como la planificación y la toma de decisiones. En el lóbulo parietal se sitúan el procesamiento de las informaciones táctiles y la creación de representaciones corporales en el espacio tridimensional que nos rodea. El lóbulo occipital sirve para procesar las informaciones visuales e incluye áreas específicamente vinculadas al procesamiento de

atributos tales como el color y el movimiento. Por último, el lóbulo temporal contiene las áreas que son responsables del procesamiento de las informaciones auditivas y sociales, y en este lóbulo también se hallan estructuras subcorticales importantes para el aprendizaje y la memoria, y asimismo para las emociones. Aunque existen áreas específicas responsables de funciones particulares, ningún sector del cerebro funciona jamás independientemente de los demás; cada función específica concierne toda una cantidad de «regiones» que colaboran como partes de una red neuronal dedicada a dicha función (Dommett, 2012).

Nuestro cerebro, que representa el 2% de nuestra masa corporal, consume el 20% de la energía, o sea, la quinta parte de nuestro consumo. Es un indicador interesante, por un lado, del impacto que tiene una buena nutrición diaria para el funcionamiento del cerebro y los procesos cognitivos como la atención, que requiere de energía. Un cerebro mal alimentado o mal oxigenado tendrá dificultades para mantener la atención y por lo tanto para lograr un aprendizaje.

Las neuronas no funcionan de manera aislada sino que siguen procesos de formación de redes e interconexiones (sinapsis) que son las que al final nos van a permitir realizar los procesos cognitivos que tienen que ver con el aprendizaje propiamente dicho. Las conexiones pasan por la formación de redes neuronales cuya base son las comunicaciones eléctricas (sinapsis eléctrica) y químicas (sinapsis química), estas últimas asociadas con neurotransmisores.

Podemos inferir que el aprendizaje está asociado a la formación de las redes neuronales que se comunican a través de sus conexiones sinápticas; al proceso de aprendizaje le reconocemos un nivel neuronal, nivel que caracterizará a todo el proceso cognitivo, desde que entra la información, se procesa y sale como comportamiento. Esto hace que cada nuevo aprendizaje promueva cambios en las redes neuronales gracias a la plasticidad cerebral, fenómeno que nos permite adaptarnos al entorno y fortalecer estas redes conforme vamos repitiendo o evocando un conocimiento aprendido.

Este nivel neuronal pone al aprendizaje como un proceso biológico, físico y químico. Por tanto, es un proceso que tiene un tiempo y espacio para llevarse a cabo y que requiere de una serie de factores genéticos y del entorno, como la alimentación, sueño, manejo del estrés, entre otros, para que se dé de manera adecuada. Cuando se da un aprendizaje, se está dando una modificación neuronal, el cerebro se está modificando. Este cambio no solo ocurre a nivel de conexiones sinápticas y redes neuronales sino que también incluye un incremento de las células de soporte (glías) y las redes capilares, esto último por el aumento de energía y oxígeno requeridos por el cerebro. Cuanto más cambia el entorno, más plástica debe ser la conducta, por lo que la plasticidad es una respuesta característica de nuestro sistema nervioso que se mantiene durante todo el ciclo de vida.

Si la genética define el proceso y cableado neuronal básico y la experiencia y el ambiente lo determinan, entonces los procesos cognitivos como el aprendizaje están asociados a los mecanismos naturales del neurodesarrollo y maduración y a las experiencias de adaptación. Esto nos permite entender y afirmar que cada cerebro es único e irrepetible y diferente en su proceso de aprendizaje.

Por otro lado, lo que aprendemos es almacenado en la memoria y todo comportamiento tiene como referente a la memoria, por lo que no hay aprendizaje sin memoria, ni memoria sin aprendizaje:

Aprendizaje y memoria son dos procesos estrechamente ligados y en cierto modo coincidentes, como las dos caras de una misma moneda. Están además presentes en muchos otros procesos cerebrales, como la percepción sensorial, las emociones o el lenguaje, por lo que los especialistas tienen dificultades para referirse a alguno de ellos con independencia del otro o para discernir su presencia o participación específica en una función cerebral o conductual. La memoria —gente, lugares y sucesos— define lo que cada uno de nosotros somos y da a nuestra vida un sentido de continuidad (Morgado, 2005).

El estudio de enfermedades y trastornos sufridos por individuos y las investigaciones que los neurocientíficos han venido aportando nos han demostrado que no tenemos una sola memoria sino un sistema de memorias. Esto es importante para un educador porque nos permite entender cómo es que se da el aprendizaje en el estudiante y que el aprendizaje de un concepto no se da de la misma manera que un procedimiento motor, con lo cual obliga a replantear las estrategias de enseñanza.

Cuando promovemos un aprendizaje este no es almacenado en la memoria de manera inmediata, salvo que sea producto de una gran emoción o de una sensación, sino que pasa primero por una memoria de corto plazo, que almacena pocos datos y por poco tiempo, integrando nueva información con experiencias anteriores para luego pasar a la memoria de largo plazo, que guarda una gran cantidad de conocimientos, y por tiempo indefinido, y que se consolida durante el sueño. La memoria de corto plazo es la que nos permite retener la información que acabamos de percibir; es frágil, transitoria y muy vulnerable a cualquier interferencia. El mejor ejemplo suele ser cuando nos dan un número telefónico, el cual olvidamos luego de marcarlo o también lo olvidamos si nos distraemos en el proceso de marcado. En cambio, la memoria de largo plazo es un sistema para almacenar una gran cantidad de información durante un tiempo indefinido. Es esta memoria la que nos permite saber quiénes somos, dónde vivimos, la lengua que hablamos, los conocimientos necesarios para ejercer nuestra profesión y recordar los eventos o episodios de nuestra vida. El cerebro es un órgano diseñado para aprender y memorizar, proceso gradual denominado consolidación, donde la memoria a corto plazo produce las modificaciones en las redes neurales que dan origen a la memoria a largo plazo.

Los estudios de la memoria de corto plazo, en particular la llamada memoria de trabajo, muestran que está muy asociada con una región del cerebro llamada corteza prefrontal, la que según Morgado (2005)

está conectada con una red de neuronas que se asocia a las áreas temporal (hipocampo), parietal, premotora y límbica (amígdala), lo que significa que la corteza prefrontal participa en la organización y procesamiento de las informaciones involucradas tanto en el proceso de almacenamiento como en el de evocación de los conocimientos en la memoria. La región prefrontal es la responsable del control cognitivo al administrar el proceso ejecutivo de la información, guiar el comportamiento y estar implicada en la interacción entre los diversos procesos cognitivos, como la atención, la percepción, la memoria, el razonamiento y el lenguaje. Por su parte, la región límbica le aporta la carga emocional a todo aprendizaje que se consolida, lo que permite darle un significado de agradable o desagradable a la experiencia de aprendizaje.

### **UNA MIRADA AL CEREBRO ADOLESCENTE**

Como mencionamos anteriormente, la corteza prefrontal, ubicada en el lóbulo prefrontal, tiene mucha relevancia porque está asociada a funciones muy importantes para el aprendizaje, como la capacidad de planificar las metas, tomar decisiones, tener previsión (mirada prospectiva), la autorregulación emocional, el aprendizaje social y la función motora. En términos de desarrollo, esta región del cerebro es la última en mielinizarse, y sumado al hecho de que las hormonas sexuales están muy activas en el cerebro adolescente, se generan diferencias en la activación de las regiones del cerebro entre un adolescente y un adulto frente a un mismo estímulo. Por ejemplo, ante una respuesta emocional, en un adulto se activa más la región prefrontal, mientras que en un adolescente la amígdala (Wallis, 2009). Esto toma importancia en el aprendizaje si lo vinculamos con la maduración y el comportamiento de los adolescentes, ya que estamos hablando de una región del cerebro que no estará totalmente desarrollada sino a los 20 años aproximadamente. Esto no significa que un adolescente no pueda cumplir con las funciones cognitivas o de comportamiento propuestas, sino que

la forma como perciben las situaciones o responden a las actividades puede tener en algunos casos una carga emocional diferente o pueden asumir las situaciones de riesgo con una percepción totalmente diferente a la de un adulto. A nivel de neuroimágenes se observa que los adolescentes procesan las operaciones matemáticas de manera diferente a un adulto. Lo mismo se observó en los procesos de la cognición social y la capacidad empática (Burnett & Blackmore, 2009).

Otra región del cerebro importante para comprender el comportamiento del adolescente es donde se encuentra la amígdala, núcleo de neuronas conocido por participar en las emociones; es la región que responde de manera primaria a las situaciones de temor y rabia. Frente a una situación emocional, los adolescentes procesan la información más con la amígdala, mientras que un adulto lo hace más con la razón, activando la región prefrontal. Por ello, muchas veces los adolescentes actúan primero y reflexionan después. La región prefrontal, que favorece la autorregulación, no está totalmente madura y esto retrasa la respuesta, aunque no impide reflexionar o asumir responsabilidades.

La amígdala es la encargada de darle un sello emocional a las experiencias y junto al sistema de recompensa y la corteza prefrontal participa en la activación del sistema atencional para responder a la expectativa que la actividad de aprendizaje despierta. Por ejemplo, cualquier actividad a la que nos enfrentamos despierta una expectativa asociada a una carga emocional que activa los diferentes procesos cognitivos: si la experiencia es positiva, la atención se mantiene y se activa el sistema de recompensa, permaneciendo así la conducta de aprendizaje; si es negativa, se perderá la atención y por ende la conducta.

El hipocampo es el área del cerebro ubicada en la región temporal responsable del acceso a la memoria de largo plazo. Este va activando las redes neuronales de los diferentes sistemas de memoria hasta la consolidación del nuevo aprendizaje. Si bien la activación del proceso cognitivo se da por la experiencia, la consolidación no es un proceso inmediato sino que se sabe que ocurre durante el sueño. Por esta razón los estudios

del sueño están siendo muy importantes en los últimos años. Los problemas en los hábitos de sueño no solo afectan el aprendizaje sino el estado emocional y los hábitos de alimentación (Carter & Frith, 2010).

Los cambios en el cerebro adolescente se dan en patrones de maduración predecibles desde la parte posterior (occipital) hacia la parte anterior (frontal). A los 11 años en las niñas y a los 12.5 en los niños, aproximadamente, se inicia la poda sináptica que permitirá reforzar las redes neuronales activadas y hacer más eficientes los circuitos neuronales al mielinizarse. La mielina es una grasa que actúa como aislante y evita la pérdida de energía en la transmisión nerviosa, acelerando este proceso unas cien veces. El período de mielinización es crucial para el aprendizaje, ya que permite la consolidación de los circuitos asociados a los procesos cognitivos. Como mencionamos, es un proceso que sigue patrones diferentes, por ejemplo los centros del lenguaje adquieren su mayor cantidad de mielina a los 13 años, pero la región frontal termina su proceso a los 20 años aproximadamente. Para Dobbs (2011), la consolidación del sistema nervioso —maduración— producto de la mielinización reduce la flexibilidad, por eso luego de los 13 años resulta más difícil aprender una segunda lengua. Es importante anotar que la plasticidad cerebral es un proceso que si bien se mantiene toda la vida, será más plástico en la primera infancia y menos durante el proceso de envejecimiento.

## FACTORES DIVERSOS QUE AFECTAN AL CEREBRO ADOLESCENTE

Hemos visto hasta ahora lo importante que es conocer los aportes de la neurociencia al conocimiento de los procesos de aprendizaje y al desarrollo adolescente para comprender su comportamiento, ahora nos toca dar una mirada a los factores del contexto, que lo influyen y lo afectan.

El primer factor es el llamado *estrés tóxico*, que afecta cada día más a la población adolescente y del que contamos con datos aún diversos y dispersos. En un informe de la gerencia de salud pública de Arequipa,

que recoge el diario *La República*, se afirma que el estrés afecta a uno de cada diez adolescentes en nuestro medio<sup>3</sup>. Se afirma también que el estrés afecta al 10% de los adolescentes entre los 13 y 17 años debido al trabajo escolar, los padres, las relaciones románticas, los amigos problemáticos y los hermanos jóvenes (Center for Adolescent Health, 2006).

El estrés es un proceso de desestabilización temporal frente a un fenómeno externo; se activa cuando estamos expuestos a una situación que el cerebro interpreta como una situación amenazante, para lo cual desencadena la producción de la hormona liberadora de corticotropina hipotalámica, que estimula al hipotálamo a producir la hormona corticotropina la cual, a su vez, actuará sobre la glándula suprarrenal para producir adrenalina y cortisol. Esto da como resultado cambios en el organismo, como el aumento de la presión arterial y la frecuencia cardíaca que nos prepararán para la acción. Cuando la situación de estrés pasa, el hipocampo detiene la producción de la hormona liberadora de coticotropina para que el cuerpo vuelva a su estado normal. Pero cuando el estrés se hace crónico, este exceso de cortisol genera una disminución en el tamaño de las neuronas de algunas regiones del cerebro, tales como el hipocampo y la corteza prefrontal, afectando por un lado la capacidad de regulación del circuito del estrés y por el otro a la memoria y la atención. También se ha visto que disminuye la actividad de estas áreas (hipocampo y prefrontal) afectando la toma de decisiones, es decir, la capacidad de poder elegir entre una respuesta arriesgada o una segura. En el estrés crónico la amígdala —estructura que tiene que ver con la respuesta a la agresión, el miedo y la ansiedad— aumenta su tamaño, lo que afectará el control emocional por el área prefrontal (Galván & McGlennen, 2012).

---

<sup>3</sup> *La República*, 29/3/2010. Boletín de epidemiología de la gerencia de Salud Pública de Arequipa.

Las formas en que una persona responde al estrés pueden ser muy diferentes. Ya que se ha visto que tiene una base genética y depende de las experiencias anteriores. Normalmente, un factor estresante, tal como un proyecto académico, enciende el circuito de estrés, y se vuelve a apagar cuando el factor estresante desaparece. Esto puede cambiar, impidiendo que el circuito del estrés se apague por diferentes motivos, como factores estresantes repetidos o incapacidad de un individuo para adaptarse a nuevas situaciones angustiantes, afectando también a los diversos ritmos biológicos, el sueño, los hábitos de alimentación, el sistema inmunológico y el estado emocional y social.

La nutrición es otro factor que juega un rol importante en el aprendizaje, no solo porque aporta la base molecular para sintetizar los neurotransmisores y moléculas que se requieren para un buen funcionamiento celular sino porque aporta la energía necesaria para los procesos cognitivos que, como la atención y la memoria, están asociados a este.

A pesar de que la masa cerebral corresponde al 2% de la del cuerpo, este gasta el 20% o la quinta parte de la energía que consume, lo que significa que es muy sensible a todo lo que ingerimos como alimento. Al cerebro no solo lo afecta la desnutrición sino la mala nutrición, es decir una dieta desbalanceada. Greenfield (2007) recoge del fisiólogo J. Stein que la desnutrición genera deficiencia en el desarrollo de los fetos, bebés y niños pequeños. En nuestro medio los trabajos de Pollitt (1982) ya muestran datos alarmantes sobre el impacto de la desnutrición crónica en el desarrollo de la inteligencia en los niños durante la primera infancia. En estudios realizados en Australia sobre una mala alimentación en una población de 1799 adolescentes de 14 años cuya dieta es rica en saborizantes y aditivos, 115 presentaron TDAH (trastornos por déficit de atención e hiperactividad) estableciendo una correlación clara entre la dieta diaria y los procesos cognitivos (Gordon & Yee, 2012). Hay que cuidar que los adolescentes que van a estudiar

lo hagan con un desayuno adecuado, ya que de lo contrario esto afectará su aprendizaje al incidir sobre la atención y su estado de ánimo.

El movimiento, la actividad física y la manipulación son básicos para un buen aprendizaje. Las investigaciones muestran cómo las funciones cognitivas pueden cambiar en el tiempo y cómo la actividad física influencia en la estimulación y buena performance del cerebro. Asimismo, las funciones cognitivas ejecutivas, de autorregulación, de manejo espacial y de velocidad de respuesta mejoran con la actividad física (Hertzog y otros, 2009). Existe una interdependencia entre el cerebro y el cuerpo no solo por lo que significa una buena alimentación y oxigenación sino porque esta favorece la renovación neuronal, así como la presencia de factores químicos producidos en el músculo que viajan a través de los axones (Ayan, 2011). La manipulación aporta al aprendizaje y al desarrollo del pensamiento abstracto. La actividad física para un adolescente aporta un complemento importante para su desarrollo integral, el educador debe asegurar el diseño de actividades de aprendizaje con manipulación y movimiento.

En los últimos años el sueño ha tomado especial importancia porque se ha visto que juega un rol importante en la consolidación del aprendizaje —adquirido durante la vigilia— al organizar y distribuir la información en la memoria (Peigneux, 2004). Además, se sabe que el sueño permite reponer la energía química del cuerpo, la restauración neuronal, el desarrollo de los patrones endocrinos naturales (hormona del crecimiento, prolactina y cortisol), eliminar las sustancias nocivas que se producen en el cerebro durante la vigilia, reparar los tejidos del cuerpo y la neurogénesis. Por otro lado, la privación del sueño afecta al organismo y al cerebro al ocasionarle estrés, deterioro de la memoria, la atención, el aprendizaje y al hacer más lenta la respuesta frente a un estímulo (Aguilar y otros, 2012). Dormir debe formar parte de la rutina diaria y con ello garantizar no solo el aprendizaje sino la salud emocional.

Hemos hecho un viaje rápido por algunos eventos del desarrollo adolescente que provienen de los aportes de la neurociencia, marcando el énfasis en el cerebro, donde hemos visto algunos aspectos que los educadores deben tener en cuenta en su quehacer profesional, como entender que hay que atender a la integralidad del desarrollo y no solo lo cognitivo. También, que existe la necesidad de que los docentes aprendan acerca de los aportes que la neurociencia está dando a la educación, porque se trata de introducir una nueva forma de encarar la educación y de conocer el cerebro de quien aprende y de quien enseña.

El cerebro humano es un órgano capaz de enseñar de una generación a otra, incrementando la información recibida y perfeccionando los procesos cognitivos. Esto significa que debemos encontrar un nuevo equilibrio entre los avances del conocimiento y los desafíos de una educación en un mundo que marcha hacia el desarrollo integral de la persona, y sumar la neurociencia educacional a la psicología, la pedagogía y la tecnología, que ya forman parte del quehacer educativo.

No deseo terminar este texto sin anotar un párrafo de Anna Lucía Campos, pionera de la neurociencia educacional y de la formación de neuroeducadores en el Perú, publicado en la revista de la OEA:

Para mejorar la calidad de la educación, los países necesitan adoptar propuestas innovadoras. Es allí donde surge la Neuroeducación como una de las propuestas a ser tomadas en cuenta. Innovar es transformar, es apostar por una educación para el siglo XXI. Por tal razón, es de vital importancia implementar en nuestras aulas, nuevos componentes que abran camino a un nuevo modelo de práctica pedagógica, un modelo que considere la armonía entre el cerebro, el aprendizaje y desarrollo humano (Campos, 2010, p. 13).

Por esto, para mejorar la educación de los adolescentes, nos debemos comprometer a entender cómo aprende su cerebro, cómo se da su desarrollo y valorar este conocimiento para innovar en nuestra práctica educativa atendiendo a su desarrollo integral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, Luis, Grace Espinoza, Enver Oruro & Rey León (2012). *Breves consideraciones sobre el papel del sueño en la memoria y el aprendizaje*. Lima: Cerebrum.
- Anderson Koenig, Judith (2011). *Assessing 21st Century Skills: Summary of a Workshop*. Washigton D.C.: National Academy of Sciences.
- Ayan, Steve (2011). Ejercicio corporal para la mente. *Mente y Cerebro*, 47, 22-31.
- Barres, Ben A. (2008). The mystery and magic of Glia: A perspective on their roles in health and disease. *Neuron*, 60(3), 430-440.
- Blackmore, Sarah-Jayne (2008). The social brain in adolescence. *Nature Review Neuroscience*, 9, 267-277.
- Burnett, Stephanie & Sarah-Jayne Blackmore (2009). The development of adolescent social cognition. Values, empathy, and fairness across social barriers. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1167, 51-56.
- Campos, Anna Lucia (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. Organización de los Estados Americanos. *La Educ@ción. Revista Digital*, 143, 1-14.
- Carter, Rita & Christopher D. Frith (2010[1998]). *Mapping the Mind*. Oakland: University Of California Press
- Center for Adolescent Health, John Hopkins Bloomberg School of Public Health (2006). *Confronting Teen Stress, Meeting the Challenge in Baltimore City. A Guide for Parents, Teachers and Youth Service Providers*. Baltimore: Center for Adolescent Health.
- Dobbs, David (2011). Cerebro adolescente. Fotografías de Kitra Cahana. *National Geographic Brasil*, 12, 46-69.
- Dommett, Ellie (2012). La estructura del cerebro humano. En John Oates, Annette Karmiloff-Smith y Mark H. Johnson (eds.), *El cerebro en desarrollo*. Serie «La primera infancia en perspectiva» (vol. 7). Milton Keynes, Reino Unido: The Open University.
- Fuentes, L. (2010). *Manual de psicología de la atención*. Madrid: Síntesis.

- Galván, Adriana & Kristine M. McGlennen (2012). Daily stress increases risky decision-making in adolescents: A preliminary study. *Developmental Psychobiology*, 54(4), 433-440.
- Gordon Millichap, J. & Michelle M. Yee (2012). The diet factor in attention deficit/hyperactivity. *Pediatrics*, 129, 1-8.
- Gore, Fiona M., Paul J. N. Bloem, George C. Patton, Jane Ferguson, Véronique Joseph, Carolyn Coffey, Susan M. Sawyer & Colin D. Mathers (2011). Global burden of disease in young people aged 10–24 years: A systematic analysis. *The Lancet*, 377(9783), 2093-2102.
- Greenfield, Susan (2007). *El poder del cerebro*. Barcelona: Crítica.
- Hertzog, Christopher, Arthur F. Kramer, Robert S. Wilson & Ulman Lindenberger (2009). Fit body, fit mind? *Scientific American Mind*, 20(4), 24-31.
- Ipsos Apoyo Opinión y Mercado (2010). Perfil del usuario de redes sociales. *Marketing Data*, 10(171).
- Keating, Daniel P. (ed.) (2011). *Nature and Nurture in Early Child Development*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Morgado, Ignacio (2005). Psicobiología del aprendizaje y la memoria. *Cuadernos de Información y Comunicación*, 10, 221-233.
- Peigneux, Philippe, Gwenaëlle Melchior, Christina Schmidt, Thanh Dang-Vu, Mélany Boly, Steven Laureys & Pierre Maquet (2004). Memory processing during sleep mechanism and evidence from neuroimaging studies. *Psychologica Belgica*, 44(1-2), 121-142.
- Pollit, Ernesto (1982). *Desnutrición, inteligencia y política social*. Lima: Studium.
- Small, Gary (2008). *El cerebro digital: cómo las tecnologías están cambiando nuestra mente*. Barcelona: Urano.
- Wallis, Claudia (2009). The wild world of a teen brain. En *Your Brain: A User's Guide*. Nueva York: Time Books.

# **SUEÑO, APRENDIZAJE, MEMORIA Y RENDIMIENTO ACADÉMICO EN LA ADOLESCENCIA**

**V. Pablo Gutiérrez Galarza**

## **RESUMEN**

Investigaciones actuales sobre el sueño se aproximan a la caracterización del ritmo circadiano de estudiantes adolescentes universitarios y su posible influencia en el aprendizaje y rendimiento académico. Los últimos avances en neurociencias no solo explicarían qué sucede mientras el individuo duerme sino también cómo la activación de las diversas áreas cerebrales permite la consolidación de la memoria. Toda esta información debe ser considerada en el ámbito académico de los centros de formación universitaria con el fin de favorecer el aprendizaje de los estudiantes adolescentes.

En este artículo se presentan, en primer lugar, las características del sueño como estado del ciclo sueño-vigilia, y las características electrofisiológicas y su importancia en la regulación homeostática del individuo. En un siguiente apartado se abordan diversos estudios que relacionan al sueño con el aprendizaje y el rendimiento académico de estudiantes adolescentes. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones a partir de la revisión de estos estudios. Asimismo, se rescata la importancia de poner en práctica una cultura de higiene de sueño que permita vivir con calidad.

## INTRODUCCIÓN

Los adolescentes, en especial aquellos que cursan estudios en centros universitarios o instituciones, tienden a variar sus horarios del sueño, modificación ocasionada básicamente por factores propios del desarrollo o ambientales como la realización de una tarea o el estudio para un control de lectura, examen, etcétera, lo que podría afectar su calidad de vida y rendimiento académico. De ahí la importancia, para los profesionales que tienen una proximidad a esta población, de conocer cómo estas alteraciones del sueño afectan el desempeño académico.

A lo largo de la historia, el sueño ha sido objeto de fascinación, principalmente por la dificultad en la comprensión de los procesos psicofisiológicos que ocurren durante ese estado. Diversas teorías, que van desde el ocultismo hasta perspectivas más fisiológicas, han tratado de explicar por qué ocurre este fenómeno. Hoy en día, con el avance de las neurociencias y de los diversos equipos de ayuda diagnóstica se ha logrado una aproximación a la comprensión de la actividad cerebral durante este estado y su importancia en la fisiología humana.

Antiguamente se pensaba que el sueño era un estado de descanso y desconexión con el medio. En la actualidad, los estudios nos demuestran que durante el sueño ocurren diversos procesos, entre ellos: (i) la regulación la homeostasis de nuestro organismo, lo que permite el funcionamiento físico diario; y (ii) la consolidación de circuitos neuronales que favorecerían el aprendizaje.

Estudios desde la psicología y la medicina brindan información valiosa que permite comprender la importancia del sueño en el desarrollo humano y social. Diversas asociaciones, en especial las asociaciones de medicina del sueño a nivel mundial, se encargan de investigar la funcionalidad del sueño y promover campañas de higiene de sueño. Con ello, se pretende que las personas no solamente duerman una cantidad determinada de horas, sino que dichas horas les brinden una mejor calidad de vida.

El objetivo de este artículo es mostrar la importancia del sueño como estado que permite la regulación de diversas funciones fisiológicas y psicológicas que favorecerían el aprendizaje de los estudiantes de educación superior. Para ello se presentará en primer lugar una revisión fisiológica del sueño como fenómeno orgánico, que abarca su definición e importancia, el ciclo circadiano y las estructuras anatómicas involucradas. En segundo lugar, se presentará la relación del sueño con el aprendizaje y su repercusión a nivel académico en la educación superior.

## **SUEÑO Y CICLO CIRCADIANO**

El sueño es definido como un estado reversible y autorregulado, caracterizado por la reducción en la actividad motora voluntaria, disminución de la respuesta a cualquier estímulo y una postura estereotípica particular (Fuller, Gooley & Saper, 2006). Esta definición, basada en criterios comportamentales, cuyas características observables se deben a una suspensión del estado de conciencia o a una secuencia de estados encefálicos controlados por el tronco cerebral (Purves y otros, 2006) se complementa con la definición basada en el criterio electro-fisiológico sustentado en los resultados del electroencefalograma, la electrooculografía y la electromiografía (Chokroverty, 2010). De acuerdo a los resultados de estas pruebas se define si la persona está durmiendo y en qué fase y estadio del sueño se encuentra. Desde un punto de vista bioquímico, se puede observar que en el sueño hay una disminución del metabolismo energético (procesos bioquímicos que requieran el uso de energía), lo que conlleva a un menor gasto de la energía almacenada (Oruro y otros, 2012).

Dormir permite la regulación homeostática de nuestro organismo; por ejemplo, se recuperan los niveles encefálicos de glucógeno que han disminuido durante el estado de vigilia (Purves y otros, 2006). El glucógeno es una molécula grande formada por moléculas más pequeñas

denominadas moléculas de glucosa. La glucosa es la fuente energética de nuestro organismo. Durante el estado de vigilia, el glucógeno del encéfalo se va degradando conforme se activan diversos circuitos neuronales. Al llegar la noche, los niveles de glucógeno disminuyen y es durante el estado de sueño que se recuperan. Si la persona no duerme, los niveles de glucógeno no llegarán a recuperarse adecuadamente y esto afectaría la comunicación neuronal (sinapsis).

No puede entenderse el sueño si no se entiende la vigilia y viceversa; por ello es importante estudiarlos como un ciclo continuo inseparable regido por un ritmo biológico denominado ritmo circadiano. Un ritmo biológico implica la recurrencia de uno o varios fenómenos en un intervalo de tiempo determinado (Mora & Sanguinetti, 1994, citados por Márquez de Prado, 2004), cuyas características están determinadas genéticamente y suponen una adaptación frente al medio (Márquez de Prado, 2004). En el organismo, los ritmos biológicos pueden variar de acuerdo al período de tiempo en que se producen. Los ritmos circadianos incluyen fenómenos que se repiten usualmente cada veinticuatro horas (este ciclo puede variar entre veinte y veintiocho horas), por ejemplo, la temperatura, la liberación de melatonina y el ciclo sueño-vigilia (García Fernández, 1994, citado por Márquez de Prado, 2004). La base anatómico-funcional del ciclo sueño-vigilia se encuentra en un área particular del cerebro, denominado núcleo supraquiasmático, ubicado en el hipotálamo (Merrow, Spoelstra & Roenneberg, 2005).

Existen algunos cambios fisiológicos regulados por este «reloj biológico» que ocurren en el transcurso del día y que se relacionan con las horas de sueño (Purves y otros, 2006). Por ejemplo, durante la noche, la temperatura corporal disminuye y la secreción de la hormona de crecimiento aumenta. Asimismo, durante la noche los niveles de cortisol disminuyen para aumentar en las primeras horas de la mañana, lo que se relaciona con la preparación del organismo para el estado de vigilia y alerta.

Diversos estudios experimentales con animales han demostrado la importancia del ciclo sueño-vigilia. Por ejemplo, ratas privadas de sueño pierden peso, a pesar de tener una adecuada ingesta de alimentos; dejan de regular su temperatura corporal, aumentando varios grados; desarrollan infecciones e incluso pueden llegar a morir (Purves y otros, 2006). Estos cambios se deben a un desequilibrio en la regulación biológica dada por el núcleo supraquiasmático.

El ciclo sueño-vigilia puede variar de un individuo a otro (Merrow y otros, 2005) y depende de factores genéticos, ambientales y del desarrollo humano (Roenneberg y otros, 2004). En relación a los factores genéticos, se ha observado que el ciclo circadiano está regulado por la interacción de diez genes aproximadamente (Ebisawa, 2007). La alteración en alguno de estos genes ocasionaría que algunas personas se despierten más temprano de lo habitual y prefieran realizar actividades durante las primeras horas de la mañana o durante el día, mientras que otros preferirían dormir más por la mañana y realizar sus actividades durante la tarde y preferentemente durante la noche.

Sin embargo, dichas variaciones también podrían ser explicadas por factores ambientales como el estilo de vida, el aprendizaje cultural sobre las horas de sueño, las demandas sociales, entre otros. Del mismo modo, las enfermedades alteran este ritmo, lo que conlleva a cambios que pueden ser momentáneos o permanentes.

Con respecto a los factores propios del desarrollo humano, el ciclo sueño-vigilia varía a lo largo del ciclo de la vida (Roenneberg y otros, 2004). Mientras en la niñez el individuo tiende a acostarse y despertarse más temprano, en la adolescencia se acuesta y levanta más tarde. A los 20 años aproximadamente el individuo llega a su máximo nivel de vigilia; es decir, puede estar despierto varias horas durante la noche sin tener la necesidad de dormir, lo que se manifiesta con anterioridad en las mujeres. Posterior a esta edad, el reloj biológico comienza nuevamente a regularse y las personas tienden a acostarse más temprano. Esto explicaría por qué a algunos adultos les es difícil mantenerse despiertos

durante la noche y les extraña que antes solieran hacerlo sin ningún inconveniente, ya sea para realizar actividades académicas, laborales o recreativas.

El término *cronotipo* es empleado para determinar la preferencia individual al realizar actividades y descansar en el transcurso del día (Merrow y otros, 2005). Este cronotipo usualmente se estabiliza en la etapa adulta. Los seres humanos tienden a ser generalmente diurnos; sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, pueden presentarse variaciones en algunas personas. Existen dos términos coloquiales para referirnos a las variaciones más comunes, las personas búho y las personas alondras (Collado-Ardón y otros, 2001). Las primeras prefieren realizar actividades durante la noche y acostarse más tarde, mientras que las personas alondras se despiertan muy temprano y prefieren trabajar por las mañanas (lo que se denomina a primera hora), porque sienten que su rendimiento es mejor en esas horas. El porcentaje de personas búhos y alondras no es muy elevado. De acuerdo a Lehkuniec (2010), de 7% a 16% de las personas son búhos y solamente el 1% son alondras.

Esta información sobre el ciclo sueño-vigilia, cómo se regula a lo largo de la vida y las variaciones que pueden haber ya en la vida adulta, permite comprender algunos comportamientos de los estudiantes adolescentes. Los estudiantes que ingresan en la universidad tienen en promedio 18.9 años (Asamblea Nacional de Rectores, 2010). Dada la etapa de desarrollo en la que se encuentran y la exposición a un mayor número de estímulos ambientales, la tendencia del horario de sueño llevará al adolescente a acostarse y dormir más tarde. El sueño del adolescente también se ve interrumpido por las obligaciones sociales, como son las clases en la universidad. Algunas de ellas se programan a tempranas horas y puede observarse que algunos estudiantes tienden a dormirse, participan menos o presentan mayor dificultad para comprender los temas que se discuten (el rendimiento académico y su relación con el sueño serán explicados más adelante).

A todo esto, se debe agregar también que hay un porcentaje pequeño de estudiantes que por su cronotipo búho no van a poder desempeñarse adecuadamente en las mañanas, por lo que se debe promover la diversidad de horarios académicos en turnos que permitan a los estudiantes elegir aquellos en los cuales van a rendir mejor de acuerdo a sus características individuales. Esto favorecería el aprendizaje de los estudiantes.

Hasta este punto se ha revisado la importancia de comprender el ciclo sueño-vigilia en el desarrollo humano, lo que nos permite entender el comportamiento de los estudiantes adolescentes. A continuación se describe la fisiología de este ciclo, cuáles son las fases del sueño y la importancia de cada una de ellas para el aprendizaje.

## **FISIOLOGÍA Y FASES DEL SUEÑO**

El núcleo supraquiasmático es el encargado de controlar el ciclo sueño-vigilia. La información de la intensidad de luz en el ambiente es recibida por un grupo de células que se encuentran en la retina denominadas células ganglionares, las cuales contienen un fotopigmento denominado melanopsina (Purves y otros, 2006). Cuando estas células captan la luz, la melanopsina cambia su estructura molecular, lo cual desencadena una serie de modificaciones al interior de la célula que finaliza con el envío de información de la intensidad de la luz al núcleo supraquiasmático. Cuando la intensidad de luz disminuye, esta información es recibida por el núcleo supraquiasmático y comienza un circuito neuronal que concluye en la glándula pineal.

La glándula pineal, al recibir esta información, comienza la producción de melatonina, una sustancia química que es liberada a la circulación sanguínea, dirigiéndose al tronco cerebral, donde se encuentran los núcleos anatómicos encargados de regular la vigilia. Estos núcleos comienzan a disminuir su función y se inicia el estado de sueño. Por tanto, la luz es un sincronizador del ciclo sueño-vigilia (Carlson, 2006). Si bien la luz permite regular este ciclo, hoy en día

la presencia de luz artificial puede alterar la percepción de oscuridad o noche por parte de las células ganglionares y, por ende, de nuestro ciclo circadiano (Roenneberg, 2013).

Roenneberg (2013) menciona que a pesar de tener un reloj biológico interno regulado por la luz, la industrialización y con ello el avance de la luz eléctrica y la poca exposición a luz solar en diversas ciudades han producido cambios en el ciclo sueño-vigilia. A ello se agregan las variaciones sociales y culturales que influyen en el tiempo que dedicamos a dormir. Posiblemente el ser humano ya no se acuesta a la hora en la que se acostaba hace cien años, pero se sigue despertando a la misma hora. Estas consideraciones deben tomarse en cuenta para entender el comportamiento diurno de las personas, en este caso los estudiantes universitarios.

El sueño tiene dos fases caracterizadas por la presencia de movimientos oculares lentos o rápidos y ondas electroencefálicas particulares (Purves y otros, 2006). La fase en la cual están presentes los movimientos oculares rápidos se denomina fase REM (*Rapid Eye Movement*). Por el contrario, la fase de movimientos oculares lentos se denomina fase no-REM.

El sueño no-REM se divide en tres estadios (N1, N2 y N3) de acuerdo a la Academia Americana de Medicina del Sueño (Iber y otros, 2007). Esta clasificación se basa en los parámetros electrofisiológicos resultantes del estudio polisomnográfico. El estadio N1 corresponde al período de somnolencia. En el estadio N2 hay una disminución de la frecuencia de las onda electroencefalográficas y un aumento de su amplitud. Asimismo, aparece un grupo de puntas intermitentes denominado husos del sueño (*sleep spindles* en inglés), que surgen como resultado de las interacciones entre las neuronas del tálamo y la corteza cerebral (Purves y otros, 2006). En el estadio N3 o sueño profundo, los husos disminuyen, así como la frecuencia y la amplitud de las ondas electroencefalográficas.

A nivel físico, el sueño no-REM se caracteriza por movimientos oculares lentos de rotación, la disminución del tono muscular y de los movimientos corporales (Purves y otros, 2006). Además, se observa una disminución de la frecuencia cardiaca y respiratoria, presión arterial, temperatura e índice metabólico.

Por el contrario, en el sueño REM se observa un aumento de la frecuencia cardiaca y la presión arterial, así como de los niveles metabólicos (Purves y otros, 2006). Además, movimientos oculares rápidos, constricción pupilar, parálisis de grupos musculares grandes y contracción de los músculos más pequeños en los dedos de manos y pies. A nivel electroencefalográfico, se presentan registros similares al estado de vigilia, lo que indicaría que durante esta fase hay una alta actividad eléctrica, infiriéndose que hay un aumento en la comunicación neuronal.

Un ciclo de sueño, conformado por la fase no-REM y la fase REM, dura aproximadamente entre 90 y 110 minutos (Purves y otros, 2006), de los cuales diez minutos corresponden a la fase REM (Chokroverty, 2010). Durante el período que una persona duerme, se presentan entre cuatro y cinco ciclos de sueño (Stevens y otros, 2011). La duración de la fase no-REM y REM varía en el transcurso del sueño. Durante el primer tercio del sueño predominan las ondas lentes (período N3 de la fase no-REM) y en el último tercio la fase REM (Chokroverty, 2010).

## **LAS HORAS DE SUEÑO**

A lo largo de la vida las horas de sueño disminuyen. A diferencia de la vejez, en sus primeros años de vida el individuo duerme más. Usualmente el adulto tiene un promedio de siete horas y media de sueño (Chokroverty, 2010; Purves y otros, 2006), ello significa que existe un factor funcional que determina su duración. Durante el sueño, el cerebro presenta una reestructuración que es mayor durante la infancia, niñez y adolescencia y que al parecer se relacionaría con el sueño REM.

Esto se puede concluir puesto que las horas del sueño no-REM disminuyen muy poco a lo largo de la vida. En el adulto, el sueño REM representa entre el 20 y 25% del tiempo total de sueño (Stevens y otros, 2011), porcentaje que varía a lo largo de la vida (Purves y otros, 2006; Ramos, 1998). Al nacimiento, el sueño REM es de ocho horas, a los 20 años, de dos horas y en la vejez solamente de 45 minutos.

Los recién nacidos requieren dieciséis horas de sueños; los niños entre 3 y 5 años, once horas; y los adolescentes, de ocho a diez horas (Stevens y otros, 2011). Esta distribución nos indica que durante la adolescencia los individuos disminuyen el tiempo total de sueño (Ramos, 1998) lo que no significa una menor necesidad sino una mayor tendencia diurna al mismo. Como se explicó anteriormente, esta tendencia se ve interrumpida por las actividades académicas, lo que no permite que se completen las horas necesarias, disminuyendo en cantidad y calidad. Es así que la mayoría de adolescentes tienden a acostarse muy tarde por la madrugada y completar sus horas de sueño durante la mañana.

## LAS FUNCIONES DEL SUEÑO

El cerebro necesita descanso después de realizar diversas actividades mentales (Carlson, 2006). Durante la vigilia el cerebro utiliza sus reservas energéticas para realizar las diversas funciones que tiene. Es por ello que el sueño tiene una función reparadora. Además, durante este estado se consolidan las tareas aprendidas (Purves y otros, 2006) y se fortalece la actividad sináptica asociada a las experiencias recientes, consolidándose la memoria.

La importancia del sueño se ha determinado a partir de estudios relacionados con su deprivación, la cual trae consecuencias a corto y largo plazo (Chokroverty, 2010). Los efectos a corto plazo corresponden a la alteración en la atención y concentración, mala calidad de vida con aumento de la tasa de ausentismo, baja productividad académica y laboral, así como aumento de accidentes en el hogar, laborales

y de tránsito. En relación a las consecuencias a largo plazo se observa un aumento de la morbilidad y mortalidad por accidentes automovilísticos, enfermedades coronarias, insuficiencia cardiaca, hipertensión arterial, obesidad, diabetes mellitus tipo 2, accidente cerebrovascular, alteraciones de la memoria y depresión.

La relación entre el sueño y el aprendizaje (de diversas actividades) es uno de los temas actuales de investigación. A continuación se presentan diversos estudios al respecto, así como la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes adolescentes y las horas de sueño.

### **MEMORIA, APRENDIZAJE Y SUEÑO**

El sueño ha sido relacionado con la memoria o capacidad para almacenar información a corto o largo plazo (Purves y otros, 2006). Se han evidenciado, por ejemplo, problemas de retención en sujetos privados de sueño por 36 horas (Harrison & Horne, 2000). Sin un adecuado período de sueño las funciones del hipocampo (estructura cerebral relacionada con la memoria) normalmente decaen, por lo tanto, hay una disminución en la habilidad para recordar nuevas experiencias (Walker, 2009; Yoo y otros, 2007).

Como punto de partida, es importante definir aprendizaje y memoria. Desde las neurociencias, aprendizaje y memoria son dos procesos que no pueden desligarse. El aprendizaje es el proceso por el cual el sistema nervioso adquiere nueva información, esta adquisición produce cambios en el comportamiento, mientras que memoria es el proceso de codificación, almacenamiento y recuperación de la información aprendida (Purves y otros, 2006). En algunos casos, la memoria es considerada como el resultado del aprendizaje (Kandel, Schwartz & Jessell, 2001). Por tanto, cuando se hable de memoria y de aprendizaje se está refiriendo a un proceso continuo. Si la información no ha sido codificada, almacenada y no puede recuperarse, se puede decir que no ha sido aprendida.

La memoria de trabajo es la interfaz de almacenamiento temporal donde se combina la información actual con los conocimientos de la memoria a largo plazo (Woolfolk, 2010) y permite al individuo recordar brevemente información nueva y a su vez organizarla y asociarla con la almacenada anteriormente. Se ha observado que la memoria de trabajo se perjudicaría si la persona no duerme. Al respecto, se realizó un estudio en el cual los participantes tuvieron que memorizar dígitos y repetirlos en un orden determinado (Kopasz y otros, 2010). Las personas que no durmieron una noche presentaron dificultades para realizar este ejercicio o responder a la evaluación, lo que indicaría que la memoria de trabajo es afectada por la restricción de sueño. La memoria de trabajo permite, por ejemplo, que podamos comprender un texto, al asociar la información que recién se lee con la ya leída. Lo mismo sucede cuando esta se presenta de forma oral. En una clase, el estudiante debe retener la nueva información e incorporarla a la almacenada, establecer asociaciones y esquematizarla. Todo ello ocurre en la memoria de trabajo. Si el estudiante no duerme las horas que debería, tendrá dificultades para realizar estos procesos, ya sea al estudiar para un examen, participar en una clase mientras el profesor brinda una explicación o al realizar una actividad grupal.

Con respecto a la memoria a largo plazo, esta puede ser implícita (no declarativa) o explícita (declarativa). La primera se relaciona con el aprendizaje y entrenamiento de procedimientos motores, mientras la segunda se relaciona con el conocimiento de personas, lugares, objetos, así como el significado de cada uno de ellos. La memoria explícita, a su vez, se divide en memoria episódica, relacionada a la experiencia personal, y memoria semántica, relacionada al conocimiento objetivo, como por ejemplo la información académica que se adquiere en la universidad. Se han realizado diversos estudios que buscaron relacionar la consolidación de la memoria implícita o explícita y el sueño. Esto ha permitido llegar a diversas conclusiones sobre la importancia del sueño en el aprendizaje. Por ejemplo, se sabe

que es necesario dormir para consolidar la memoria procedimental (Walker & Stickgold, 2006).

Se han hecho diversos estudios sobre la memoria procedimental. Se ha observado que es mejor aprender este tipo de actividades antes de dormir y se ha dado una importancia especial en el estadio del sueño no-REM. Asimismo, se ha relacionado al aprendizaje procedimental con los husos del sueño del estadio N2 del sueño no-REM (Fogel & Smith, 2006). En aquella persona que ha aprendido un procedimiento aumenta el número de husos del sueño, así como la duración del estadio N2.

Con respecto a la consolidación de memoria semántica y el efecto benéfico del sueño para evitar la interferencia, Ellenbogen, Hulbert, Stickgold, Dinges y Thompson-Schill (2006) realizaron un estudio con adultos jóvenes, quienes fueron divididos en dos grupos. A cada grupo le fue entregada una lista de pares de palabras, las cuales no tenían relación entre ellas. La indicación fue memorizar dicha lista. Un grupo realizó esta tarea a las 9 a.m. y otro a las 9 p.m. Después de doce horas se realizó una primera evaluación. Los participantes que durmieron (memorizaron la lista a las 9 p.m.), retuvieron mayor información que aquellos que no. Inmediatamente después, ambos grupos tuvieron que memorizar otra lista de pares de palabras. Después de doce horas, fueron evaluados nuevamente. Aquellos que habían dormido la noche anterior recordaron más pares de palabras de la primera lista que los que aprendieron la lista en la mañana ( $p < .001$ ). Con ello, los autores concluyen que dormir favorecería la consolidación de la memoria semántica y disminuiría la interferencia al memorizar nueva información.

Fenn, Nusbaum y Margoliash (2003) realizaron una investigación que permitió relacionar una sílaba creada por un programa sintetizador de voz y su representación gráfica. La sílaba estaba conformada por una consonante, una vocal y otra consonante. El idioma empleado fue el inglés. Los participantes tenían en promedio 20 años y ninguno había utilizado un programa similar antes. La dificultad en este programa

es que una persona no acostumbrada tiene problemas para entender las palabras o sílabas elaboradas por el sintetizador de voz. La tarea demandaba que los participantes escucharan una sílaba y pudieran escribirla utilizando el teclado de la computadora. Se consideraba correcto si la sílaba escrita correspondía a la sílaba expresada por el programa. Los participantes fueron divididos en dos grupos. Un grupo era evaluado a las 9 a.m., posteriormente tenían una hora de práctica y finalmente eran evaluados doce horas después (9 p.m.). Solamente durante la hora de práctica los participantes recibían retroinformación de su respuesta. El segundo grupo realizó las mismas actividades pero la hora de evaluación inicial era a las 9 p.m., posteriormente tenían su hora de práctica y la evaluación post práctica se realizaba a las 9 a.m., después de dormir. Todo ello durante dos días. Las personas que durmieron presentaron un mejor desempeño para identificar la expresión gráfica de las sílabas escuchadas. Por lo que los autores concluyen que dormir tiene un efecto benéfico en el aprendizaje.

Se ha relacionado al sueño también con la capacidad para establecer relaciones entre conceptos. Por ejemplo, si una persona aprende que para dirigirse de un punto A hacia un punto B debe utilizar la línea 2 del Metropolitano y para dirigirse del punto B hacia un punto C debe utilizar también la línea 2 del Metropolitano, se puede deducir que si esa persona desea dirigirse del punto A al punto C debe utilizar solamente la línea 2. Al parecer este tipo de aprendizaje se favorecería con las horas de sueño. Ellenbogen, Hu, Payne, Titone y Walker (2007) evaluaron la habilidad para establecer inferencias en jóvenes entre 18 y 30 años. Para ello dividieron a los participantes en tres grupos. A todos los grupos se les presentó de manera virtual seis objetos de diversos colores (A, B, C, D, E, F). Dichos objetos fueron presentados en pares (A-B, B-C, C-D, D-E, E-F) de manera aleatoria y los participantes establecieron relaciones de orden (A > B, B > C, C > D, D > E, E > F). Posteriormente, se les pidió a los participantes que establecieran relaciones entre dos objetos visuales que ellos no habían relacionado con anterioridad,

por ejemplo A y D. Un grupo fue reevaluado a los veinte minutos; otro a las doce horas, sin período de sueño; y otro a las doce horas, con período de sueño. Se observó que los sujetos que durmieron después del entrenamiento tuvieron un mejor desempeño en la reevaluación que aquellos que no durmieron o aquellos que fueron reevaluados a los veinte minutos. Con este estudio, los autores concluyeron que dormir es un factor importante para poder establecer relaciones e inferencias.

Una discusión que surge en relación al sueño y aprendizaje es el horario de aprendizaje frente a las rutinas de sueño. Holz y colaboradores realizaron un estudio con cincuenta adolescentes mujeres de entre 16 y 17 años (Holz y otros, 2012). Las participantes fueron divididas en dos grupos, un grupo que aprendió en la tarde (*afternoon group*) y otro grupo que aprendió en la noche (*evening group*). Ambos grupos permanecieron en el laboratorio durante ocho días. Durante la primera noche no se realizó ninguna actividad. Al día siguiente, ambos grupos fueron entrenados en dos actividades de aprendizaje. La primera actividad consistió en memorizar 46 pares de palabras semánticamente relacionadas. Esta actividad forma parte de la evaluación de la consolidación de la memoria declarativa. La segunda actividad correspondió al aprendizaje de una secuencia de dígitos en un teclado de computadora como parte de la evaluación de la consolidación de la memoria procedimental. Para el primer grupo estas actividades se realizaron a las 3 p.m. y para el segundo a las 9 p.m. Ambos grupos dormían en el laboratorio entre las 10:30 p.m. y las 7:30 a.m. La evaluación de aprendizaje se realizó en tres momentos: (i) inmediatamente después del aprendizaje de las dos actividades, (ii) a las veinticuatro horas y (iii) a los ocho días. Durante el día 2 y el día 7, los participantes siguieron practicando ambas actividades en los horarios asignados. Se observó que a las veinticuatro horas, el grupo de la noche tuvo mejor resultado que el grupo de la tarde en la evaluación procedimental; sin embargo, en la evaluación de la consolidación de memoria declarativa, el grupo de la tarde puntuó más alto. A los ocho días, el grupo de la noche tuvo

mejor resultado en la actividad procedural que el grupo de la tarde y no se observaron diferencias significativas en la consolidación de la memoria declarativa.

En relación a la consolidación de la memoria declarativa, Gais, Lucas y Born (2006) realizaron un estudio con estudiantes adolescentes de entre 17 y 18 años para probar que la habilidad para recordar palabras es mejor cuando se duerme después del aprendizaje. El estudio consistió en dos experimentos. En el primero se exploró si dormir pocas horas después de haber aprendido contenidos declarativos (las actividades de aprendizaje se realizaron en la noche) o después de catorce horas de vigilia (las actividades de aprendizaje se realizaron en la mañana) favorecería la consolidación de la memoria declarativa. Para ello se dividió a doce participantes en dos grupos. Cada grupo debió aprender veinticuatro pares de palabras, una palabra en inglés y su traducción en alemán en diez minutos. Un grupo realizó esta actividad a las 8 a.m. y el otro a las 8 p.m. Se evaluó inmediatamente después de la actividad de aprendizaje, a las 24 horas y a las 36 horas, observándose que los participantes del grupo de la noche recordaban más pares de palabras que los que aprendieron en la mañana ( $p < .01$ ), al ser evaluados inmediatamente después de memorizar la lista de palabras. Sin embargo, no se observaron diferencias en los resultados de las evaluaciones posteriores. El segundo experimento exploró si dormir después de haber aprendido favorecería la consolidación de la memoria declarativa. Para ello se dividió a catorce estudiantes varones en dos grupos. Ambos grupos realizaron la misma actividad de aprendizaje que en el primer experimento. En esta ocasión la hora de aprendizaje fue las 8 p.m. Posterior a ello, un grupo pudo dormir y otro fue privado de sueño por diez horas. Durante el período de deprivación se realizaron actividades lúdicas. Las evaluaciones se realizaron inmediatamente después de la actividad de aprendizaje, a las 24 horas y a las 48 horas. Al evaluarse a las 24 horas no hubo diferencias significativas entre ambos grupos. No obstante, al ser evaluados a las 48 horas, los participantes que pudieron dormir

recordaron más pares de palabras que aquellos que fuerondeprivados de sueño ( $p < .05$ ).

A partir de estos estudios se puede entender la importancia del sueño en el aprendizaje de cierto tipo de actividades. Por un lado, dormir favorecería la consolidación de la memoria procedimental y declarativa y la capacidad para establecer relaciones entre conceptos. Por otro lado, dormir favorecería la retención de nueva información y la capacidad para relacionarla con la almacenada previamente. Si bien estos estudios tienen características particulares, se podrían establecer algunas inferencias en el ámbito educativo. Que los estudiantes duerman las horas requeridas de acuerdo a sus necesidades individuales va a permitir que tengan un desempeño adecuado en sus clases y en las actividades académicas que realicen.

Hoy en día se puede afirmar que dormir favorecería la consolidación de los circuitos neurales involucrados en la codificación, almacenamiento y recuperación de la información (Walker & Stickgold, 2006). Sin embargo, una de las interrogantes que ha surgido es cuál fase del sueño favorecería el aprendizaje. Esto particularmente relacionado a la cantidad de horas que uno debería dormir. Se sabe que la primera mitad del sueño (aproximadamente las primeras cuatro horas) tienen un predominio del sueño profundo (N3) y la segunda mitad (las siguientes cuatro horas) tienen un predominio de la fase REM del sueño (Diekelmann & Born, 2010).

A partir de los últimos estudios con respecto al sueño han surgido dos hipótesis: (i) la hipótesis del proceso dual y (ii) la hipótesis del proceso de doble paso (Diekelmann & Born, 2010; Maquet, 2001). En la primera hipótesis relacionan a la fase no-REM y la fase REM con un tipo de memoria. La fase N3 del sueño no-REM se asocia con la consolidación de la memoria explícita y al sueño REM con la consolidación de la memoria implícita, mientras que la segunda hipótesis sugiere que la consolidación de la memoria requiere que se presente siempre el sueño de ondas lentas (estadio N3) seguido del sueño REM.

Asimismo, se ha observado que la fase N2 del sueño podría favorecer la consolidación de la memoria procedimental con un aumento de husos del sueño (Diekelmann & Born, 2010). Los husos del sueño pueden desencadenar eventos celulares claves en la plasticidad neuronal que favorecerían la consolidación de la información motora aprendida (Walker & Stickgold, 2006). Por tanto, no podría afirmarse que un solo estadio del sueño está involucrado en la consolidación de la memoria. Al parecer cada fase tiene un rol importante que favorece el aprendizaje.

La mayoría de estudios se han realizado con el sueño nocturno; sin embargo, al parecer las siestas o sueño diurno también podrían favorecer el aprendizaje. Se ha observado que períodos cortos de sueño durante el día serían beneficiosos en la consolidación de la memoria (Walker & Stickgold, 2006). Tucker y colaboradores realizaron un estudio en el que hallaron que las siestas que no llegan al sueño REM son beneficiosas en la consolidación de la memoria declarativa (Tucker y otros, 2006). A través de este estudio ellos quisieron suprimir el efecto del sueño REM en el aprendizaje. Walker y Stickgold (2005) mencionan un estudio realizado por Mason (2004) en el que los participantes aprendieron una secuencia de teclado. La mitad de ellos durmieron durante 60 a 90 minutos en el día después de la actividad de aprendizaje y se observó que estos participantes presentaron un mejor rendimiento que aquellos que no habían dormido. Sin embargo, el rendimiento casi se equipara luego de veinticuatro horas, siendo mayor en aquellos que durmieron durante el día. Al parecer durante ese tiempo de sueño ya habría el sueño REM, lo que favorecería el aprendizaje procedimental. Asimismo, se ha observado que el aprendizaje de habilidades perceptuales puede ser favorecido por las siestas de 60 a 90 minutos que incluyan sueño de ondas lentas (N3) y sueño REM (Mednick y otros, 2002; Mednick, Nakayana & Stickgold, 2003).

Estos últimos estudios no hacen más que indicar la importancia del sueño en el aprendizaje. Si bien las siestas son beneficiosas, se debe tener cuidado de que se produzcan en personas con algún tipo de trastorno

del sueño, en especial cuando se trata de insomnio, en el cual se debe evitar siestas prolongadas que completen un ciclo de sueño (Asociación Peruana de Medicina del Sueño, 2011; University of Maryland Medical Center, 2010).

## **SUEÑO Y RENDIMIENTO ACADÉMICO**

Un adecuado hábito de sueño no se relaciona necesariamente con las horas destinadas a dormir sino con la calidad del mismo. Es decir, las horas de sueño deben permitir que la persona realice sus actividades durante el día siguiente. Por tanto, se debe promover en los estudiantes un hábito de sueño que les permita recuperarse del cansancio del día y prepararlos para la realización de las actividades académicas. En esta sección se revisarán algunos estudios con respecto al sueño y su relación con el rendimiento académico.

Al respecto, Currcio, Ferrara y De Gennaro (2006) realizaron una revisión de diversas investigaciones. Dentro de sus conclusiones mencionan que dormir durante la primera noche después de haber aprendido una tarea favorecería la consolidación de la información aprendida. Asimismo, aquellos estudiantes que tienen un hábito de pocas horas de sueño presentan más dificultades académicas. Esto se complementa con la relación entre el hábito de sueño y los resultados obtenidos en las evaluaciones académicas. Además, se ha observado que una restricción moderada del sueño durante varios días puede afectar el funcionamiento ejecutivo de niños y adolescentes, lo que perjudica el desempeño académico (Currcio y otros, 2006).

Existe el síndrome de retraso del sueño (Brown, Soper, & Buboltz, 2001), de su nombre en inglés *delayed sleep phase syndrome*, el cual se presenta más en universitarios y consiste en dormir menos durante los días de semana y dormir más durante el fin de semana. Se ha observado que estos estudiantes tienen un menor rendimiento académico que aquellos que tienen un hábito de sueño constante (Currcio y otros, 2006).

BaHammam, Alaseem, Almeneessier y Sharif (2012) realizaron un estudio con seiscientos estudiantes de medicina, a quienes se les preguntó sobre sus hábitos de sueño, su percepción de la calidad de sueño, hábitos de consumo de cigarros y alcohol, síntomas de trastornos afectivos, así como datos demográficos. Entre los resultados se menciona que percibir que uno ha dormido el tiempo suficiente y sentir que ha descansado, así como el no consumir tabaco, predicen un buen rendimiento académico en la universidad. Ellos concluyen que una disminución de las horas de sueño, acostarse tarde durante los días de semana y un aumento de las horas de sueño durante el día se asocian negativamente con el rendimiento académico. Asimismo, encontraron que una disminución de dos horas de sueño diario se relaciona con algunos síntomas de depresión, dificultad para concentrarse en las actividades académicas y cambios en el estado de ánimo.

La calidad del sueño incluye, además de las horas continuas destinadas a dormir, sentirse descansado, no tener interrupciones, poder dormir rápidamente, entre otras características. Esta calidad se ha relacionado con el rendimiento académico de adolescentes. Cousins, Bootzin y Gregory (2009) realizaron un estudio con 56 estudiantes adolescentes de secundaria, de entre 14 y 18 años, y observaron que los estudiantes que tenían un alto rendimiento en matemáticas se demoraban menos en conciliar el sueño y se despertaban menos durante la noche.

Un aspecto a considerar es el cambio que el adolescente atraviesa al pasar del colegio a la universidad. Ingresar a una institución de educación superior implica cambios en el estilo de vida de los estudiantes. Uno de esos cambios corresponde al ciclo sueño-vigilia. Peszka, Mastin y Harsh (2009) realizaron un estudio con 89 ingresantes a la universidad de entre 17 y 20 años de edad. Antes de comenzar las clases del primer año se evaluó su calidad de sueño, la cual reflejaría la que mantuvieron en secundaria. Al finalizar el primer año fueron evaluados nuevamente. Se solicitaron las notas obtenidas el último año de secundaria y las notas del primer año de estudios universitarios. Se observó que aquellos

estudiantes que se mantenían despiertos durante la noche para estudiar y realizar tareas tuvieron un menor rendimiento que sus pares. Asimismo, el rendimiento de estos estudiantes disminuyó en comparación a las notas y promedios obtenidos en secundaria. Los autores concluyen que la calidad del sueño tiende a disminuir en el primer año universitario y con ello podría también afectarse el rendimiento académico de los estudiantes.

Jan, Chou y Yang (2009) investigaron si la calidad del sueño influye en la motivación académica de los estudiantes adolescentes. Para ello, realizaron un estudio con 1308 estudiantes de los tres últimos años de secundaria, quienes fueron evaluados con respecto a su motivación académica e higiene de sueño. Asimismo, se solicitaron sus notas académicas con el fin de establecer relaciones de las variables con las notas. Se observó que los estudiantes nocturnos tienden a tener una menor motivación académica y un menor rendimiento académico.

Hoy en día se observa un aumento en la cantidad de elementos tecnológicos que emplean los adolescentes y adultos. Muchos de ellos se encuentran en la habitación, como el televisor, DVD, Blu-ray, teléfono celular con diversas aplicaciones, laptop, PC, tablet, dispositivos para escuchar música, consolas de videojuegos, etcétera. Dehmler (2009) realizó un estudio con adolescentes de secundaria de entre 14 y 16 años y observó que el uso nocturno de aparatos tecnológicos retrasa la hora de inicio del sueño en los días de semana. Además, este retraso en la hora de sueño afecta la calidad del mismo y se asocia con una disminución en el rendimiento académico. Los elementos más utilizados por los adolescentes asociados al retraso de la hora de sueño son las PC de escritorio y laptop y el uso de celulares «inteligentes». Asimismo, se observó que la mayoría de estudiantes que reportan una mala calidad de sueño duerme con el televisor encendido.

Estos estudios permiten comprender la importancia del sueño en el rendimiento académico de los adolescentes, quienes no deben dormir un número determinado de horas, sino las horas que su organismo

requiere para poder realizar correctamente las diversas actividades académicas del día. Además, deben ser conscientes de que el no dormir para poder estudiar o realizar una tarea no va a permitir que se aprenda sino por el contrario, no se establecerían los circuitos neurales de consolidación de memoria y la información podría ser alterada por la interferencia producida al aprender nueva información.

### **SUEÑO Y EDUCACIÓN SUPERIOR: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Algunos estudiantes universitarios tienen una disminución de las horas del sueño producto de circunstancias ambientales (Currcio y otros, 2006). Por ejemplo, utilizan horas que serían dedicadas para dormir en la realización de actividades académicas. Por tanto, dormir menos horas no implica necesariamente que los estudiantes requieran menor tiempo de sueño. Existe una variación en el ciclo circadiano que implica un aumento matutino de las horas de sueño (Ramos, 1998). Esta variación llega a su máximo nivel a los 20 años aproximadamente. Es decir, a esa edad los estudiantes podrían estar despiertos hasta altas horas de la noche; sin embargo, también requerirán mayor tiempo para dormir en el día.

El desarrollo del sueño a lo largo de la vida es un tema que ha sido investigado desde hace muchos años. Sin embargo, muchas veces no se observa que sea considerado en los programas académicos y laborales que se ofrecen. Los horarios matutinos pueden ser beneficiosos para la mayoría de estudiantes, pero no necesariamente para todos. Se debería hacer estudios que permitan comparar el rendimiento de los estudiantes que llevan cursos en un horario matutino y en un horario vespertino. Probablemente, llevar un curso a las siete de la mañana puede que no sea recomendable para estudiantes adolescentes. Si se conoce que tienen un requerimiento de sueño de ocho a nueve horas aproximadamente y que tienden a dormirse más tarde, los cursos podrían comenzar recién

a las diez de la mañana. A veces los horarios académicos están definidos por la disposición de los profesores y no por las características de los estudiantes.

Estudiar en una institución superior implica muchos cambios en el individuo, cambios académicos, sociales y personales. Las diversas actividades del estudiante en la universidad constituyen factores ambientales que podrían influir en su horario de sueño. Si el estudiante no es consciente de la importancia de las horas de sueño puede presentar algunas dificultades académicas, como para asistir a la clase, concentrarse, memorizar conceptos, relacionar ideas, etcétera; es decir, tendrá dificultades para aprender, lo que se verá reflejado en sus notas.

La dificultad para organizarse es uno de los factores que influye en la calidad del sueño. A esto se deben sumar los patrones de conducta adquiridos a lo largo de la vida, que no necesariamente son los más adecuados en relación al sueño. Es importante poder ayudar al estudiante en la organización de sus actividades académicas y no académicas. Dentro de esa organización deben planificarse las horas de sueño, no solamente durante los días de clase, sino también durante el fin de semana, para que no ocurra el síndrome de retraso de sueño (Brown, Soper & Buboltz, 2001).

Se ha observado a lo largo de este capítulo la importancia del sueño y su repercusión en el aprendizaje. Esta información debe ser de conocimiento de la comunidad universitaria, tanto de autoridades y docentes como de estudiantes y personal administrativo. Esto implica un cambio en las concepciones sobre el papel del sueño en el rendimiento académico de los estudiantes y en las actividades laborales del personal que trabaja en la institución. Las características del sueño (hora de acostarse, hora de conciliación del sueño, despertares nocturnos, entre otros) deben ser parte de una evaluación periódica de bienestar y promoción de la salud que debe brindarse en toda institución. Debemos identificar a los estudiantes con bajo rendimiento académico y considerar como una variable el tiempo y la calidad de sueño y recomendarles

programas de tutoría que incluyan la calidad de sueño como uno de los temas a orientar.

El sueño sigue siendo un enigma, a pesar de que cada vez está mucho más aclarado. Es necesario transmitir esta información a los profesionales que trabajan directamente estos temas con los estudiantes y trabajadores para que puedan integrarlos en los programas de tutoría o en el acompañamiento laboral. Asimismo, es necesario seguir investigando para aportar a la literatura nacional e internacional conocimiento que permita promover una cultura de higiene de sueño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asamblea Nacional de Rectores, Instituto Nacional de Estadística e Informática (2010). *II Censo Nacional Universitario*. Lima: Asamblea Nacional de Rectores.
- Asociación Peruana de Medicina del Sueño (2011). «Recomendaciones para un buen dormir». APEMES, Asociación Peruana de Medicina del Sueño. Recuperado de: [http://www.apemesperu.com/dsm2011\\_files/Page736.htm](http://www.apemesperu.com/dsm2011_files/Page736.htm) (fecha de consulta: 15/2/2013).
- BaHammam, Ahmed S., Abdulrahman M. Alaseem, Abdulmajeed A. Alzakri, Aljohara S. Almeneessier & Munir M. Sharif (2012). The relationship between sleep and wake habits and academic performance in medical students: A cross-sectional study. *BMC Medical Education*, 12(61).
- Brown, Franklin, Barlow Soper & Walter Buboltz (2001). Prevalence of delayed sleep phase syndrome in university students. *College Student Journal*, 35(3), 472-475.
- Carlson, Neil R. (2006). *Fisiología de la conducta*. Madrid: Pearson Educación.
- Chokroverty, Sudhansu (2010). Overview of sleep & sleep disorders. *Indian Journal of Medical Research*, 131(2), 126-140.
- Collado-Ardón, Rolando, Raúl Aguilar, Juan Luis Álvarez-Gayou, Carlos Campillo, Pablo Kuri, Alfonso Martín, Rodolfo Nava, Irma Pérez, Pablo Valdés & Ángel Vera (2001). El cambio de horario y la salud. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 44(5), 216-220.

- Cousins, Jennifer, Richard Bootzin & Alice Gregory (2009). The relationship of weekday and weekends sleep on academic performance in adolescents. *Sleep, Abstract Supplement*, 32, A104.
- Curccio, Giuseppe, Michele Ferrara & Luigi De Gennaro (2006). Sleep loss, learning capacity and academic performance. *Sleep Medicine Reviews*, 10, 323-337.
- Dehmler, Kristin (2009). «Adolescent technology usage during sleep-time: Does it influence their quality of sleep, attention difficulties and academic performance». Tesis para optar el grado de maestría en el Rochester Institute of Technology, Nueva York.
- Diekelmann, Susanne & Jan Born (2010). The memory function of sleep. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(2), 114-126.
- Ebisawa, Takashi (2007). Circadian rhythms in the CNS and peripheral clock disorders: Human sleep disorders and clock genes. *Journal of Pharmacology Science*, 103, 150-154.
- Ellenbogen, Jeffrey, Justin C. Hulbert, Robert Stickgold, David F. Dinges & Sharon L. Thompson-Schill (2006). Interfering with theories of sleep and memory: Sleep, declarative memory, and associative interference. *Current Biology*, 16, 1290-1294.
- Ellenbogen, Jeffrey, Peter T. Hu, Jessica D. Payne, Debra Titone & Matthew Walker (2007). Human relational memory requires time and sleep. *PNAS*, 104(18), 7723-7728.
- Fenn, Kimberly M., Howard C. Nusbaum & Daniel Margoliash (2003). Consolidation during sleep of perceptual learning of spoken language. *Nature*, 425, 614-616.
- Fogel, Stuart M. & Carlyle T. Smith (2006). Learning-dependent changes in sleep spindles and stage 2 sleep. *Journal of Sleep Research*, 15, 250-255.
- Fuller, Patrick M., Joshua J. Gooley & Clifford B. Saper (2006). Neurobiology of the sleep-wake cycle: Sleep architecture, circadian regulation, and regulatory feedback. *Journal of Biological Rhythms*, 21(6), 482-493.
- Gais, Steffen, Brian Lucas & Jan Born (2006). Sleep after learning aids memory recall. *Learning and Memory*, 13, 259-262.
- Harrison, Yvonne & James Horne (2000). Sleep loss and temporal memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 53(1), 271-279.

- Holz, Johannes, Hannah Piosczyk, Nina Landmann, Bernd Feige, Kai Spielgelhalder, Dieter Riemann, Christoph Nissen & Ulrich Voderholzer (2012). The timing of learning before night-time sleep differentially affects declarative and procedural long term memory consolidation in adolescents. *Plos One*, 7(7).
- Iber, Conrad, Sonia Ancoli-Israel, Andrew Chesson & Stuart Quan (2007). *The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events*. Westchester: American Academy of Sleep Medicine.
- Jan, Y., S. Chou & C. Yang (2009). The effect of circadian preference and daytime sleepiness on academic performance may be mediated by academic motivation in senior high school students. *Sleep, Abstract Supplement*, 32, A57.
- Kandel, Eric, James H. Schwartz & Thomas M. Jessell (2001). *Principios de neurociencia*. Madrid: McGraw-Hill.
- Kopasz, Marta, Barbara Loessl, Magdalna Hornyak, Dieter Riemann, Christoph Nissen, Hannah Piosczyk & Ulrich Voderholzer (2010). Sleep and memory in healthy children and adolescents. A critical review. *Sleep Medicine Reviews*, 14, 167-177.
- Lehkuniec, Estela (2010). Trastornos del sueño. En F. Micheli, *Neurología* (pp. 479-490). Madrid: Médica Panamericana.
- Maquet, Pierre (2001). The role of sleep in learning and memory. *Science*, 294(5544).
- Márquez de Prado, Blanca (2004). «Ritmos circadianos y neurotransmisores: estudios en la corteza prefrontal de la rata». Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Mednick, Sara C., Ken Nakayama, José L. Cantero, Mercedes Atienza, Alicia A. Levin, Neha Pathak & Robert Stickgold (2002). The restorative effect of naps on perceptual deterioration. *Nature Neuroscience*, 5(7), 677-681.
- Mednick, Sara, Ken Nakayama & Robert Stickgold (2003). Sleep-dependent learning: A nap is as good as a night. *Nature Neuroscience*, 6(7), 697-698.
- Merrow, Martha, Kamiel Spoelstra & Till Roenneberg (2005). The circadian cycle: Daily rhythms from behaviour to genes. *EMBO Reports*, 6(10), 930-935.

- Oruro, Enver, Grace Espinoza, Leyter Potenciano & Luis Aguilar (2012). Dinámica adaptativa del comportamiento del sueño: aproximaciones a un modelo básico. En R. Alarcón, *Avances en neurociencias del sueño* (pp. 83-104). Lima: Universidad Femenina del Sagrado Corazón.
- Peszka, Jennifer J., David F. Mastin & John Harsh (2009). Chronotype, sleep hygiene, and academic performance in high school and college. *Sleep, Abstract Supplement*, 32, A55.
- Purves, Dale, George J. Augustine, David Fitzpatrick, William C. Hall, Anthony-Samuel Lamantia, James O. McNamara & S. Mark Williams (2006). *Neurociencia*. Madrid: Médica Panamericana.
- Ramos, M. J. (1998). *Sueño y procesos cognitivos*. Madrid: Síntesis.
- Roenneberg, Till (2013). El reloj que llevamos dentro. Entrevista de E. Punset en *Redes para la ciencia*, 7/2/2013.
- Roenneberg, Till, Tim Kuehnle, Peter P. Pramstaller, Jan Ricken, Miriam Havel, Angelika Guth & Martha Merrow (2004). A marker for the end of adolescence. *Current Biology*, 14(24), R1038-R1039.
- Stevens, M. Suzanne, Carmel Armon, Francisco Talavera, Jose Cavazos & Selim Benbadis (2011). «Normal sleep, sleep physiology, and sleep deprivation». Medscape. Recuperado de: [http://emedicine.medscape.com/article/1188\\_226-overview](http://emedicine.medscape.com/article/1188_226-overview) (consulta: 5/2/13).
- Tucker, Matthew, Yasutaka Hirota, Erin Wamsley, Hiuyan Lau, Annie Chaklader & William Fishbein (2006). A daytime nap containing solely non-REM sleep enhances declarative but not procedural memory. *Neurobiology of Learning and Memory*, 86(2), 241-247.
- University of Maryland Medical Center (2010). *Sleep Hygiene: Helpful Hints to Help your Sleep*. Sleep Disorder Center. Recuperado de: [http://www.um.edu/sleep/sleep\\_hyg.htm](http://www.um.edu/sleep/sleep_hyg.htm) (consulta: 30/3/2013).
- Walker, Matthew (2009). *The role of sleep in cognition and emotion* (pp. 168-197). Nueva York: New York Academy of Sciences.
- Walker, Matthew & Robert Stickgold (2005). It's practice, with sleep, that makes perfect: Implications of sleep-dependent learning and plasticity for skill performance. *Clinics in Sport Medicine*, 24(2), 301-317.
- Walker, Matthew & Robert Stickgold (2006). Sleep, memory, and plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, 139-166.

Woolfolk, Anita (2010). *Psicología educativa*. México D.F.: Pearson.

Yoo, Seung-Schik, Peter T. Hu, Ninad Gujar, Ferenc Jolesz & Matthew Walker (2007). A deficit in the ability to form new human memories without sleep. *Nature Neuroscience*, 10(3), 385-390.

**INFLUENCIA DE LAS REDES DE PARENTESCO Y LAS REDES  
DE AMISTAD EN LAS EXPECTATIVAS DE FORMACIÓN  
POST SECUNDARIA DE ESTUDIANTES DE QUINTO  
DE SECUNDARIA<sup>1</sup>**

**Martín Santos**

**RESUMEN**

Este artículo analiza la influencia directa e indirecta de las redes familiares y de amistad de estudiantes de quinto de secundaria en sus expectativas de formación post secundaria. La perspectiva teórica de este estudio articula el análisis de redes sociales, la noción de trayectoria y el enfoque longitudinal. Se aplicó una encuesta en cinco colegios públicos y privados de Lima Metropolitana. Asimismo, se entrevistó a una submuestra de estudiantes de estos colegios. En este artículo se ha utilizado una parte de la información cualitativa generada en la investigación. Se encontró que en familias de precaria situación económica, las redes de parentesco tienen una influencia variable en las trayectorias académicas de los estudiantes. En uno de los casos estudiados, la familia nuclear y extensa pudo construir un entorno propicio para que la alumna

---

<sup>1</sup> Agradezco a la Dirección de Gestión de la Investigación (DGI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú por haber financiado esta investigación, así como el valioso apoyo de Andrés Pérez, asistente de la investigación.

cultive competencias indispensables para un buen rendimiento académico (por ejemplo, el hábito de la lectura). Sin embargo, en otro de los casos analizados esto no fue posible. Ahora bien, la trayectoria académica y las competencias e intereses desarrollados por los estudiantes han condicionado aquello que consideran alcanzable con respecto a qué y dónde estudiar al terminar la secundaria. Al mismo tiempo, los casos presentados sugieren que la trayectoria académica no determina las expectativas de formación post secundaria de los estudiantes. Esto se debe a que estos movilizan sus redes sociales de parentesco y amistad en este proceso de tránsito a la educación superior. Estas redes sociales operan a través de los mecanismos de influencia y difusión.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años de secundaria los estudiantes empiezan a transformar sus aspiraciones («me gustaría ser o hacer») en expectativas de lo que realistamente creen poder alcanzar («esto es lo que puedo ser o hacer»). En este contexto, las principales preguntas que este artículo busca responder son las siguientes:

- a) ¿Qué papel juegan las redes sociales de parentesco en la trayectoria escolar seguida por los estudiantes en primaria y secundaria?
- b) ¿Pueden estas redes de parentesco contribuir positivamente al rendimiento académico de los estudiantes pese a las limitaciones económicas familiares?, ¿bajo qué condiciones?
- c) ¿Las redes familiares y las redes de amistad formadas en el colegio (secundaria) afectan las expectativas de formación post secundarias de estudiantes de quinto de secundaria?, ¿de qué maneras? ¿Cuáles son los mecanismos?

En ese contexto, este artículo estudia al adolescente tardío en edad de cursar estudios de educación superior desde una perspectiva sociológica.

## **PERSPECTIVA TEÓRICA**

### **El desafío del análisis de redes sociales**

La perspectiva del análisis de redes sociales concibe el mundo social como un entramado cambiante de redes sociales interconectadas. Una red social es la estructura que emerge de las relaciones sociales entre actores, que pueden ser individuales o colectivas (Wellman, 1988; Doreian, 2001). Las redes sociales constituyen un contexto para la acción social. Existen dos aspectos fundamentales de las redes sociales: su estructura y su contenido (Christakis & Fowler, 2009; Santos, 2009; Santos, 2010). La estructura se refiere al patrón que emerge de los lazos sociales entre actores. Por su parte, el contenido se refiere al tipo de relación social que vincula a los actores en una red social (por ejemplo, amistad, parentesco, relación laboral). El tipo de relación social (contenido de la red) condiciona los recursos que pueden circular en la red. Por ejemplo, en una red de amigos puede circular información acerca de quiénes son los mejores profesores en determinados cursos escolares; en una red de enamorados pueden circular enfermedades de transmisión sexual; en una red de supervivencia económica puede darse un intercambio de favores y circulación de bienes bajo una lógica de reciprocidad.

Las redes sociales son importantes porque nos ayudan a lograr algo que no podríamos alcanzar por nuestros propios medios. Al mismo tiempo, las redes sociales pueden afectarnos negativamente: depresión, obesidad, pánico financiero, violencia, son fenómenos que no se pueden entender a cabalidad sin tener en cuenta la influencia que la red de la que formamos parte ejerce en lo que somos y hacemos. En consecuencia, las redes sociales son un contexto para la acción, pues proveen oportunidades y límites, recursos y riesgos.

### **El concepto de trayectoria**

La noción de trayectoria ha sido propuesta en la sociología para dar cuenta del nexo entre la agencia del actor y los condicionamientos

histórico-estructurales. Así, para Pierre Bourdieu (1984) los individuos no se mueven al azar en el espacio social sino que más bien a un volumen determinado de capital (económico, cultural y social) le corresponde un haz de trayectorias probables. A su vez, estas trayectorias tienen mayores probabilidades de conducir a determinadas posiciones sociales (y no a otras). En otras palabras, dados un punto de partida y una trayectoria que se despliega, no todos los puntos de llegada son igualmente probables. Por su parte, Stephen Ball (2003, pp. 6-7) establece el nexo entre trayectoria y clase social: «La clase es también una trayectoria, un camino a través del tiempo y el espacio, una historia de transacciones [...]»<sup>2</sup>. Posiciones de clase similares son sostenidas y experimentadas de diferente manera, y tienen diferentes historias». Como puede observarse a partir de Bourdieu y Ball, el concepto de trayectoria permite recuperar la dimensión temporal en el análisis y establece el nexo entre biografía e historia, acción y estructura. Asimismo, permite iluminar la heterogeneidad de la experiencia, puesto que las trayectorias son distintas aun dentro de una misma clase social.

### **La perspectiva longitudinal**

Dado que tanto las redes sociales como las trayectorias educativas (y laborales) cambian a través del tiempo, en esta investigación se plantea la necesidad de una perspectiva longitudinal, la cual es muy poco usada en el Perú. ¿En qué consiste esta perspectiva? La idea es seguir a los actores sociales y sus relaciones en diferentes puntos en el tiempo, para así poder dar cuenta de los cambios y las continuidades en el objeto de estudio. Así por ejemplo, un investigador puede regresar cada año a una comunidad urbana para observar cómo han cambiado sus estrategias de sobrevivencia, sus redes sociales y los desafíos que enfrentan. Existen estudios longitudinales cuantitativos y cualitativos. Los primeros hacen uso de métodos estadísticos; los segundos de instrumentos como las

---

<sup>2</sup> Ball recoge la idea de «historia de transacciones» de Michael Walzer.

entrevistas en profundidad semi estructuradas y la observación participante. El Estudio Nacional Longitudinal de Salud Adolescente de los Estados Unidos constituye un ejemplo de estudio longitudinal cuantitativo. Esta investigación ha sido diseñada para seguir cada cinco años aproximadamente a una muestra de personas (representativas del país) que en el año 1994 eran estudiantes de secundaria. La última ronda de recojo de datos se realizó en el año 2008, cuando los encuestados tenían entre 24 y 32 años de edad. Por su parte, el estudio Class Reunion (reencuentro de clase) de Lois Weis (2004) es un ejemplo de estudio longitudinal cualitativo. En el año 1985 esta autora entrevistó a 41 estudiantes de secundaria, hombres y mujeres blancos de clase trabajadora norteamericana, con el objetivo de entender la construcción de sus identidades de clase, género y raza en la escuela, en la familia y al compás de cambios acelerados en la economía local y mundial. Quince años después (2000), Weis volvió a contactar a estas personas para estudiar en perspectiva longitudinal cómo sus identidades de clase, género y raza habían sido recreadas en el contexto de una reestructuración de la economía mundial, así como para identificar sus trayectorias educativas y laborales. La autora encontró que, en su mayoría, estas personas seguían siendo de clase trabajadora, aunque también encontró casos de movilidad social ascendente. En suma, el diseño longitudinal de su investigación le permitió dar cuenta de los cambios y continuidades en las identidades de clase, raza y género, y en los itinerarios educativos y laborales de sus entrevistados.

En el Perú contamos con pocas investigaciones longitudinales. Una de ellas es el estudio Niños del Milenio<sup>3</sup>, el cual busca entender las causas y consecuencias de la pobreza en la niñez de cuatro países: Perú, Etiopía, India y Vietnam. En cada uno de los países participantes se seguirá la vida de dos grupos de niños y niñas por un período de quince años. El primer grupo está compuesto por alrededor de dos mil niños

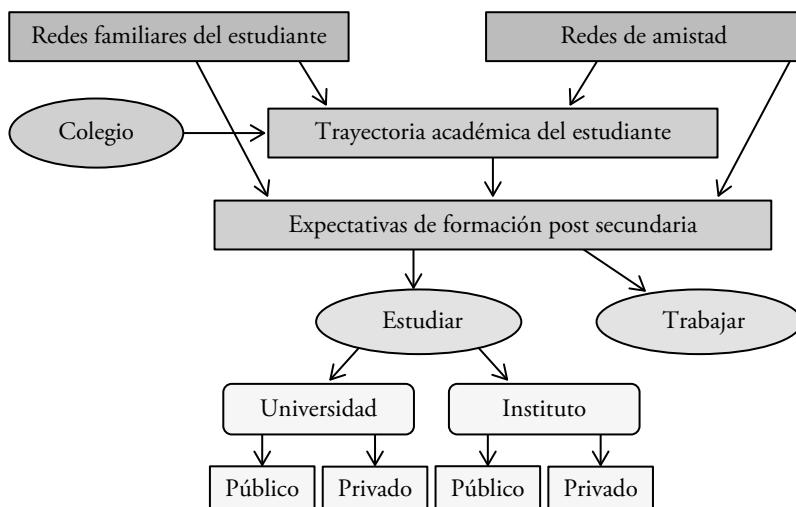
---

<sup>3</sup> Más información en <http://www.ninosdelmilenio.org/>

que tenían entre seis y diecisiete meses en el año 2002, cuando se recolectaron los datos por primera vez. El segundo está compuesto por alrededor de mil niños que tenían entre 7 y 8 años el año 2002. Cuando se realice la última ronda de recojo de datos, en el año 2016, los del grupo menor tendrán entre 14 y 15 años, y los del grupo mayor, entre 21 y 22 años. En el Perú las tres primeras rondas de encuestas se realizaron en los años 2002, 2006 y 2009. La cuarta ronda se realizó en 2013 y la quinta (y última) en 2016. El diseño longitudinal de esta investigación permite entender procesos como la transmisión intergeneracional de la pobreza, las transiciones de la niñez a la adolescencia y de esta a la vida adulta, el acceso a la educación superior, entre otros temas.

Ahora bien, es importante señalar que en los últimos años diversos investigadores vienen tratando de articular el análisis de redes sociales con la noción de trayectoria y la perspectiva longitudinal (Bidart & Lavenu, 2005; Bidart & Cacciuttolo, 2012; Bourdon, 2009; Goyette, 2010). Finalmente, en la figura 1 se presentan a modo de síntesis los nexos entre los principales conceptos teóricos del presente estudio.

**Figura 1. Modelo teórico**



## METODOLOGÍA

### Datos e instrumentos de medición

La investigación en la que se basa el presente artículo utilizó la metodología desarrollada por el National Longitudinal Study of Adolescent Health (Estudio Longitudinal Nacional de Salud Adolescentes)<sup>4</sup>, la cual permite medir con precisión las redes sociales de amistad de los estudiantes. En una primera etapa (de mayo a julio de 2011), y a partir del registro de centros educativos del Ministerio de Educación, se seleccionaron cinco colegios de nivel secundario de Lima Metropolitana. Se utilizaron como criterios de selección el carácter público o privado del centro educativo y la pensión (para el caso de los colegios privados). Dos colegios fueron mayoritariamente de sector social bajo, dos de sector medio y uno de sector medio-alto (véase la tabla 1).

**Tabla 1. Estructura de la muestra intencional de colegios de Lima Metropolitana**

| Colegio | Gestión                    | Distrito               | Composición según género |
|---------|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| 1       | Pública                    | San Juan de Miraflores | Mixto                    |
| 2       | Pública de gestión privada | San Juan de Lurigancho | Mixto                    |
| 3       | Privado                    | Los Olivos             | Mixto                    |
| 4       | Privado                    | San Miguel             | Mixto                    |
| 5       | Privado                    | Surco                  | Mixto                    |

<sup>4</sup> Esta base de datos, conocida en el mundo académico como «Add Health», ha sido diseñada para seguir a través del tiempo a una muestra representativa de estudiantes de nivel secundario de los Estados Unidos. La primera ronda de datos fue tomada en 1994 y la última en el año 2008, cuando los estudiantes tenían entre 24 y 32 años. Add Health contiene información sobre la situación económica, social, psicológica y física de los encuestados, así como datos contextuales acerca de su barrio, escuela, redes sociales y relaciones afectivas. Para más información, véase: <http://www.cpc.unc.edu/projects/addhealth>

En cada colegio seleccionado se aplicaron cuestionarios auto administrados a todos los estudiantes de quinto de secundaria. La encuesta incluía una diversidad de temas: información general sobre el estudiante y su familia, vida escolar, expectativas acerca del futuro educativo y laboral post secundario, tiempo libre, uso de Internet y Facebook, redes sociales de amistad, entre otros. Dado que se encuestó a todos los estudiantes de quinto de secundaria de los colegios seleccionados, se pudo reconstruir la red global (o exocéntrica) de dicho nivel de estudios. El tamaño total de la muestra fue de 716 casos, mientras que el promedio de edad fue de 16 años.

En una segunda etapa (de julio a setiembre de 2011) se seleccionó de esta muestra, tomando como criterios el género y el rendimiento académico (tercio inferior y tercio superior), a una submuestra de dieciséis estudiantes (cuatro estudiantes por colegio, siete hombres y nueve mujeres)<sup>5</sup>. Estos estudiantes fueron entrevistados con el objetivo de conocer en profundidad su socialización primaria y secundaria, su entorno familiar, su condición laboral y sus expectativas de formación post secundaria. Asimismo, se indagó por las redes sociales de amistad establecidas en la familia, la escuela, el barrio y la Internet (Facebook)<sup>6</sup>. Como puede verse, el hilo conductor de la investigación vincula el papel del entorno (redes sociales) con un momento particular del ciclo vital (adolescencia tardía) en el que se toman decisiones cruciales con respecto al futuro educativo, las cuales están condicionadas por la trayectoria del estudiante en primaria y secundaria. En este artículo se ha utilizado la información cualitativa producida en la investigación.

---

<sup>5</sup> Lamentablemente, uno de los colegios que aceptó participar en la encuesta no dio facilidades para la realización de las entrevistas. Por esta razón no se pudo entrevistar a los estudiantes de ese centro educativo.

<sup>6</sup> En el año 2013 se entrevistará a una muestra de cincuenta estudiantes (tendrán 18 años para entonces), compuesta por veinte estudiantes que fueron entrevistados el año 2011, así como por otros treinta que participaron en la encuesta inicial. La idea es identificar cambios y continuidades en sus redes sociales así como documentar las características de sus trayectorias educativas y laborales post secundarias.

## **REDES, TRAYECTORIAS Y EXPECTATIVAS DE FORMACIÓN POST SECUNDARIA: ESTUDIOS DE CASO**

A continuación se presentan dos casos<sup>7</sup> que nos permiten entender los nexos entre las redes sociales (familiares y amicales), la trayectoria académica y las expectativas de los estudiantes acerca de su futuro educativo. Se presentará información acerca de tres temas básicos: relación familia-educación, trayectoria académica y expectativas de formación post secundaria. En cada eje temático se trata de entender cómo funcionan las redes sociales.

### **Caso 1: Fabiola**

Fabiola tiene 16 años y estudia en un colegio público de gestión católica ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho, en la ciudad de Lima. Toda su vida ha vivido en el barrio Los Geranios del mencionado distrito. Su casa, que cuenta con los servicios de agua y electricidad y cuyo piso es en su mayor parte de cemento, está ubicada en las faldas de un cerro. Su hogar está conformado por cuatro personas: sus padres, ella (que es la hermana mayor) y su hermana menor.

El papá de Fabiola, que es oriundo de Arequipa, solo terminó la secundaria y actualmente trabaja como auxiliar de oficina en una compañía de limpieza. Fabiola y su padre conversan frecuentemente; también ven juntos partidos de fútbol por televisión. Ella dice llevarse bien con él. La madre de Fabiola, que nació en Huancavelica y se crió en La Oroya, estudió para ser técnica en contabilidad<sup>8</sup> y actualmente es ama de casa. Fabiola y su mamá conversan con frecuencia.

---

<sup>7</sup> Extraídos de la muestra cualitativa de dieciséis casos. Todos los nombres propios usados en la presentación de los casos son ficticios a fin de garantizar la confidencialidad de la información.

<sup>8</sup> La mamá de Fabiola concluyó esta carrera, sin embargo, no pudo obtener su título debido a problemas económicos.

Ella tiene mucha confianza en su progenitora para hablar de diversos temas («le cuenta todo»), la considera su mejor amiga y le pide consejo cuando lo necesita. Las limitaciones económicas siempre han estado presentes en la familia de Fabiola a causa de la inestabilidad laboral del padre, y luego, cuando este consiguió un trabajo estable, debido al hecho de que la madre tuvo que dejar su trabajo para dedicarse al cuidado de la hija menor, quien padece de hiperactividad.

### a) Relación familia-educación

Pese a su difícil situación económica, la familia nuclear y extensa de Fabiola ha promovido un contexto propicio para el aprendizaje de orientaciones, capacidades y habilidades fundamentales para un buen desempeño académico en la escuela. Así, sus padres solían hablar con ella desde pequeña sobre la importancia de estudiar («[me decían] que todos los logros que yo voy a hacer van a ser en parte, para mí, ¿no?»).

Asimismo, para hacer sus tareas Fabiola usaba, cuando niña, los libros que le regalaban sus primos mayores. Esto debido a que no tenía muchas enciclopedias en su casa. Por otro lado, su madre colecciónaba obras literarias editadas por periódicos limeños, las cuales se adquirían por un costo módico. De niña Fabiola veía leer frecuentemente a su madre, lo cual despertó su interés por la lectura. Además, su mamá le hablaba acerca de la importancia de la lectura para su desarrollo personal: «[...] y lo que a mí me gustó fue que mi mamá me decía: “Si lees, vas a ser más culto [sic]... vas a tener más tema de conversación”, entonces, por eso a mí me empezó a gustar a leer, y aparte siempre la veía a ella que leía, leía, leía».

Su madre le sugería a Fabiola libros que podía leer, mientras que su padre no lo hacía así; sin embargo, Fabiola lo veía leyendo la revista *Selecciones* y con el tiempo ella empezó a leer las «historias» allí contenidas. Su tía (por el lado materno) y su primo le daban libros para leer. Una de las primeras obras que recuerda haber leído es un libro de autoayuda de Carlos Cuauhtémoc Sánchez, el cual le fue sugerido

por la mencionada tía. Posteriormente perdió interés en los libros de autoayuda y descubrió otros géneros y obras como *El gato negro* de Edgar Allan Poe y *Harry Potter*.

Los primos de Fabiola por el lado materno, quienes le regalaban sus libros escolares, han constituido un grupo de referencia para ella. Cuando ellos se preparaban para postular a la universidad<sup>9</sup>, ella escuchaba lo que decían acerca de las universidades limeñas y el nivel de dificultad del examen de admisión. Ante sus dudas sobre si podría ser como sus primos, su padre le inculcaba el valor de la educación como medio seguro de superación en la vida y crecimiento personal: «[...] siempre a veía mis primos que estudiaban, ¿no? Yo siempre decía, ¿no?, yo veía sus cosas y decía: “¿Yo podré hacer así cuando sea grande, me saldrán esas cosas?”. Entonces mi papá me decía: “Pero, si tú estudias, sí vas a lograr todo lo que quieras”, me decía que estudiar era muy importante para el futuro, ¿no? [...] como persona y para crecer también como persona».

Asimismo, sus padres alentaban a Fabiola a seguir el ejemplo de una de sus primas mayores, quien era percibida como «bien dedicada» e «inteligente», y había ocupado los primeros puestos de rendimiento académico<sup>10</sup>. El esfuerzo personal como vía para el logro y el éxito: «Entonces me decían: “Si tú te esfuerzas, vas a lograr todo lo que quieras, mediante los estudios, se puede lograr todo. Una persona que lee, una persona que sabe, siempre va a sobresalir sobre las demás”».

Sus padres (sobre todo su madre) y primos (que vivían al costado de su casa) ayudaban a Fabiola en sus tareas escolares durante la primaria. Esa era también una ocasión para averiguar cómo le iba en sus estudios y para indagar sobre sus profesores. Tanto en primaria como

---

<sup>9</sup> En el Perú hay que dar un examen de admisión para ingresar a las universidades públicas y privadas, aunque también existen otras modalidades de ingreso más acotadas dirigidas a los estudiantes de buen rendimiento académico durante la secundaria.

<sup>10</sup> Esta prima, mayor que Fabiola, estudió en el mismo colegio secundario que esta.

en secundaria, sus padres monitorearon su rendimiento y trayectoria académica. Ellos asistían a las reuniones de padres familia convocadas periódicamente por el colegio<sup>11</sup>.

En suma, pese a sus limitaciones económicas, la familia (nuclear y extensa) de Fabiola, sobre todo por la rama materna, se las ha agenciado para construir un entorno favorable<sup>12</sup> para el aprendizaje de competencias indispensables para su buen desempeño académico. Así, su madre, tíos y primos parecen haber influido en los hábitos de estudio y gusto por la lectura de Fabiola al haber construido una atmósfera que orientaba su actuación (el discurso de la educación como condición básica para el logro personal) y al haber funcionado como una red que ella podía movilizar y en la cual se podía apoyar para acceder a los recursos necesarios (libros, cómo hacer las tareas) para su quehacer educativo, y también como un grupo de referencia que le servía como modelo a seguir.

### b) Trayectoria académica

Fabiola ha estudiado en el colegio Vida y Amor la primaria y la secundaria. Actualmente se encuentra cursando el último año de educación secundaria. Se siente identificada con su centro educativo, pues considera que imparten valores y reglas de comportamiento a los estudiantes y les hacen sentir que importan. En primaria uno de sus cursos preferidos era lenguaje. Su profesora más recordada de este nivel de estudios no solo les daba información básica a sus alumnos sino también suplementaria. En secundaria sus cursos predilectos se diversificaron: ya no

<sup>11</sup> Como veremos en el siguiente apartado, Fabiola ha tenido un buen rendimiento académico a lo largo de toda su vida escolar. Por esta razón, sus padres no han tenido necesidad de ir al colegio por propia iniciativa para indagar por su desempeño académico.

<sup>12</sup> Así, por ejemplo, pese a que Fabiola no cuenta en su casa con todos los bienes de los que gozan familias de mejor situación económica (por ejemplo una lavadora o un teléfono fijo), ella sostiene que sí cuenta con un lugar tranquilo para estudiar y hacer sus tareas del colegio.

solamente lenguaje, sino también historia, educación cívica, matemática y física. Asimismo, Fabiola gustaba de asistir los sábados a su colegio para realizar actividades extra académicas con sus compañeros. Así nos dice: «[...] A mí siempre me había gustado estar en el colegio [...] y entonces como mi primo también estaba en mi mismo colegio, íbamos juntos, volvíamos juntos [...]. Me gustaba, como también estaban mis compañeros, íbamos, y era una forma más de vernos todos los días y jugar, ¿no?, jugábamos también ahí».

Fabiola ha tenido un buen desempeño académico a lo largo de toda su vida escolar, ocupando los primeros puestos de rendimiento. Le ha ido bien tanto en los cursos de letras (como lenguaje) como en los cursos de números (matemática)<sup>13</sup>. Sin embargo, tiene una mayor inclinación por los primeros debido al gusto por la lectura de obras literarias que cultivó en su hogar. Por otro lado, ella indica que no ha tenido mayores problemas con sus compañeros y profesores, y menos aún sanciones disciplinarias.

En síntesis, Fabiola ha tenido una trayectoria académica destacada debido al entorno propicio para el aprendizaje de competencias construido por su familia (nuclear y extensa), a su compromiso con los estudios y al clima de respeto y estímulo al aprendizaje fomentado por su colegio.

### c) Expectativas de formación post secundaria

Fabiola espera poder ingresar a la universidad luego de terminar su último año de educación secundaria. Hasta tercero de secundaria pensaba estudiar periodismo. Sin embargo, después de informarse mejor ha encontrado que la carrera de Derecho requiere un repertorio de competencias y habilidades que ella ha venido cultivando (por ejemplo, el hábito de la lectura). Además, y esto es crucial para Fabiola, el Derecho

---

<sup>13</sup> La oposición «cursos de letras»/«cursos de números» está profundamente arraigada en el sentido común, en los esquemas de percepción (*habitus*) de los estudiantes peruanos.

le permitiría realizar su vocación de servicio a los demás. En su percepción, ella podría hacer algo contra las injusticias<sup>14</sup>:

Ehh... nunca me han gustado las injusticias; bueno, un día sí tuve un problema con un profesor porque cometió una injusticia, yo defendí a mi compañera, y no le gustó [...] Hay muchas cosas que a veces... los profesores son injustos, ¿no?, pero te tienes que callar porque tú eres el alumno [...] y nunca tienes razón (risas), y entonces tenía que quedarme callada, y no me gusta eso, no me gusta quedarme callada, ante nada, entonces, creo que por medio de eso [del Derecho] puedo hacer algo ¿no? [...] Yo quiero que cuando me muera, me recuerden por algo, quiero hacer algo, no sé, hacer algo por el sistema judicial que está tan criticado [...].

Fabiola vislumbra dos posibilidades con respecto a las universidades donde estudiaría: la Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Fabiola ha buscado información en Internet sobre estas universidades. La primera es una universidad privada de reconocido prestigio. En principio, esta universidad está fuera de las posibilidades económicas de su familia; sin embargo, ocurre que existe un convenio entre el colegio de Fabiola y esta universidad. Gracias a este convenio, la Universidad Católica otorga becas de estudio (luego de un proceso de postulación) a los mejores alumnos del colegio de Fabiola. En el caso de la Universidad de San Marcos, Fabiola la considera también una universidad de prestigio; además su primo, que estudia allí ingeniería industrial, le ha dado buenas referencias del nivel académico de las carreras de letras. Para Fabiola esta universidad está más al alcance de las posibilidades económicas de su familia.

---

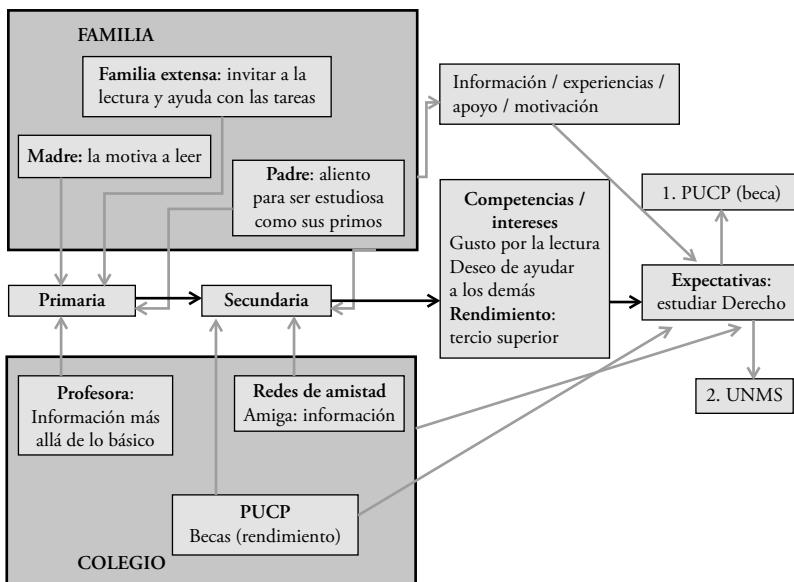
<sup>14</sup> Asimismo, debido a su gusto por la lectura, a Fabiola le gustaría estudiar literatura cuando ya esté ejerciendo su profesión de abogada.

Fabiola conversa frecuentemente con sus padres y también con una de sus mejores amigas acerca de su futuro (qué estudiar y dónde) al terminar el colegio. Sus padres confían en ella y la apoyan en las decisiones que viene tomando. Además, su red de parentesco (primos mayores por el lado materno) ha constituido una despensa de información y experiencias desde que ella cursaba los últimos años de la primaria.

A pesar de que su colegio le ha dado una buena base académica, Fabiola considera que esto no es suficiente para poder ingresar a la universidad. Por esta razón ella está preparándose por su cuenta. Para ello está utilizando los libros que sus primos usaron cuando se prepararon para ingresar a la universidad. Ella desearía estudiar en una academia particular que la prepare para ingresar, sin embargo, su madre le dicho que no hay dinero para ello. Al momento de la entrevista Fabiola manifestó una confianza moderada en que podría ingresar a cualquiera de las universidades de su preferencia. En particular, debido a su buen rendimiento académico, ella consideraba que tenía posibilidades de obtener la beca de la Universidad Católica. Ahora bien, en caso no la obtuviera, para ella estaba claro que tendría que desechar esta opción por el factor económico; en ese supuesto, apuntaría sus naves a la Universidad de San Marcos, más accesible a la economía familiar.

El presente año el autor de este trabajo de investigación tuvo conocimiento de que Fabiola había ganado una de las becas otorgadas por la Universidad Católica a los mejores estudiantes de su colegio. Un nuevo paso adelante en su promisoria trayectoria educativa. Fabiola espera estar realizando una maestría cuando tenga 30 años. Asimismo, se imagina trabajando como abogada en un juzgado, en la sección de casos civiles. A modo de síntesis del caso presentado, véase la figura 2.

**Figura 2. Fabiola: redes, trayectoria educativa y expectativas de formación post secundaria**



### Caso 2: Carla

Carla tiene 16 años y estudia en el mismo colegio público de gestión católica que Fabiola. Toda su vida ha vivido en el barrio de Los Pinos del distrito de San Juan de Lurigancho. Ella considera al lugar donde vive como movido, debido a la presencia de pandilleros que se pelean entre ellos y roban a terceros. No se siente a gusto viviendo en su barrio debido a la violencia asociada a las pandillas. Considera que en su barrio las personas de su edad (varones pandilleros) constituyen «malas influencias». Para Carla, sus vecinos, mayores que ella, sí constituyen «buenas influencias» (buenos ejemplos). Sin embargo, debido a la diferencia de edad, no son parte de su red personal de amistades.

De ahí que solamente tenga dos amigas en su barrio. La mayoría de sus amistades han sido forjadas en el colegio o en otros barrios o zonas aledañas. Así, por ejemplo, se ha hecho amiga de algunos mototaxistas que viven «más arriba» (con respecto a su casa), quienes al parecer eran conocidos de su padre y le conversaban («y los mototaxistas me hacían el habla pues... Y ellos vivían por arriba. Y así me hice amiga de ellos...»).

Su casa, cuyo piso es en su mayor parte de cemento, cuenta con los servicios de agua y electricidad. Su hogar está conformado por sus padres y cuatro hermanos. Ella es la hija menor, su hermana mayor vive en el Cusco con su propia familia. El papá de Carla es oriundo de Arequipa y no terminó la secundaria. Se desempeñaba como mecánico en su taller de automóviles hasta que le robaron sus máquinas, lo que motivó que fuera a trabajar a otro taller. Carla tiene una relación ambivalente y difícil con su padre. De un lado, ella iba al taller a ayudarlo, con lo cual estaba cerca de él algunas horas del día. Asimismo, de vez en cuando juegan cartas. De otro lado, dado que su papá solía insultar y pegarle a su madre, se generó un clima de violencia en la casa desde que Carla y sus hermanas eran pequeñas. En ocasiones el padre de Carla le decía «basura» a su esposa, quien lo ha denunciado varias veces ante la Policía. Además, Carla percibe que su papá ha cambiado su trato con respecto a ella desde que pasó a la adolescencia. Antes, cuando era pequeña, «la adoraba»; ahora que tiene 16 años controla sus salidas y le grita cuando no le sirve la comida o cuando ella llega tarde de la casa de sus amigas («Y cuando no está mi mamá, me... disculpe la palabra, mi papá me gramputea»). Dada esta situación, Carla tiene deseos de irse de su casa, pero una de sus hermanas la disuade de tomar esta decisión. La propia mamá de Carla contempla la posibilidad de irse de la casa, pero prefiere esperar hasta que su hija cumpla la mayoría de edad. Carla no desea que sus padres se separen.

Por su parte, la madre de Carla es de Cajatambo y no concluyó la primaria<sup>15</sup>. Actualmente es ama de casa, aunque a veces sale a vender manzanas con miel en paraderos o fiestas de la zona. Carla considera que mantiene una buena relación con su madre, aunque a veces «le contesta», de lo cual luego se arrepiente y le pide disculpas. A veces las dos salen de compras a Metro, momento que se convierte en un paseo para ambas, aunque en estas salidas no llegan a conversar sobre nada personal.

Las limitaciones económicas se han acentuado en la familia de Carla debido a que, como quedó dicho líneas arriba, unos ladrones robaron las máquinas del taller de mecánica de su papá. Esto ha afectado de manera considerable la economía familiar. Por ejemplo, dejaron de pagar el servicio de Internet que tenían en casa. En palabras de Carla: «[...] porque a mi papá le robaron hace poco su taller... Y disminuyó la economía de mi casa, la parte económica de mi familia... Disminuyó bastante [...]».

#### a) Relación familia-educación

La madre de Carla le ha hablado desde chica acerca de la importancia de estudiar («Mi mamá siempre me ha dicho estudia nomás»). Este mensaje también ha sido expresado de forma implícita, cuando sus padres le decían que iba a ser doctora o policía<sup>16</sup>, lo cual le agradaba escuchar. Carla recuerda que cuando niña utilizaba los «libros antiguos» de sus hermanos mayores para hacer sus tareas escolares. Asimismo, una hermana mayor, profesora de educación inicial, le leía un libro de cuentos. Por otro lado, Carla no recuerda que sus padres le hayan leído cuentos o periódicos. Eso sí, ella recuerda vívidamente que sus padres le contaban cuentos de su tierra natal, como «El hombre sin cabeza».

---

<sup>15</sup> En la encuesta realizada a todos los estudiantes de quinto de secundaria de su colegio, Carla indicó que su mamá estudió una carrera técnica, pero no la terminó.

<sup>16</sup> Sus padres le empezaron a decir esto desde el día en que, siendo niña, actuó en ese rol en las actuaciones de su colegio.

También recuerda claramente que su papá les cantaba canciones a ella y a otra de sus hermanas. Asimismo, cuando niña, su mamá le compró a Carla una enciclopedia que traía un CD con imágenes que atrajeron su atención.

Durante la primaria, una hermana mayor ayudaba a Carla a hacer algunas tareas escolares. Asimismo, su papá y hermano mayor le hacían los dibujos que le pedían en sus primeros años de estudios. Por otro lado, la mamá de Carla era la que iba al colegio a indagar por sus notas o comportamiento. Su papá iba más bien a recoger su libreta de notas.

En suma, pese a sus limitaciones económicas<sup>17</sup> la familia nuclear, dentro de sus posibilidades, parece haber ayudado a Carla a desarrollar algunas orientaciones y competencias básicas para el desempeño escolar: le transmitieron explícita e implícitamente la importancia de la educación y los estudios; la introdujeron en el universo de la lectura y la escritura mediante la lectura de cuentos; la iniciaron en el mundo de la expresión artística cuando dibujaban para ella; le abrieron las puertas del mundo audiovisual cuando ponían en sus manos un disco compacto que incluía ilustraciones asociadas a una enciclopedia que adquirió su madre. Ahora bien, a diferencia de los padres de Fabiola (caso anterior), quienes eran lectores frecuentes de libros y revistas e inculcaron el hábito de la lectura en su hija, los padres de Carla se mueven principalmente en el mundo de la oralidad. Reparemos en que era la hermana mayor la que le leía libros de cuentos a Carla, no sus padres. Por esta razón no aparecen en la narrativa de Carla como lectores frecuentes que la hayan estimulado con su ejemplo a ser una lectora habitual de libros o novelas. Por otro lado, en el caso de Carla la violencia doméstica es una coordenada clave de su historia familiar y está presente en el relato que aquella hace de su desempeño académico, como veremos a continuación.

---

<sup>17</sup> En la encuesta realizada a todos los estudiantes de quinto de secundaria de su colegio, Carla señaló que no contaba con un lugar tranquilo para estudiar y hacer sus tareas.

### b) Trayectoria académica

Carla empezó a estudiar en el colegio Vida y Amor en quinto grado de primaria. El paso a su nuevo centro educativo fue experimentado por ella como un *shock*, debido a que el nivel de enseñanza era más exigente que en su colegio anterior. Quedaron así al descubierto las falencias de la enseñanza que recibió antes. Es así que repitió quinto grado de primaria. En palabras de Carla:

Pero me chocó bastante cuando entré al Vida y Amor 4, repetí quinto... En mi otro colegio no me enseñaban bien. Y en cuarto ya no me enseñaban bien, y en quinto, en quinto cuando fui al Vida y Amor 4 me chocó bastante, porque la enseñanza era bien avanzada. Por ejemplo, cuando la profesora decía «Busquen las palabras en el diccionario». Eh, yo este... no sabía, no sabía qué buscar en el diccionario, no sabía qué buscar en la Biblia nada, no sabía nada. Y la profesora pues este... jalé, jalé el año. Desaprobé.

Los cursos preferidos de Carla durante la primaria eran matemáticas, comunicación y arte. Sin embargo, según su percepción, la violencia de su padre en contra de su madre la afectó, al introducir incertidumbre y desasosiego en su vida diaria, al tiempo que fue perdiendo motivación e interés en lo académico. El siguiente testimonio de Carla es altamente instructivo a este respecto:

En primaria [mis cursos preferidos eran] matemáticas, comunicación y arte... ¡Ah! matemática me gustaba los números... Me gustaba sumar, restar, multiplicar, yo aprendí al tercer grado, tercero, segundo, aprendí multiplicación, mi mamá me dice que yo era bien rápida en aprender... Me gustaba la multiplicación, división, de ahí ya me fui... fui bajando porque mi papá mucho, mucho este... violencia hacía en mi casa, y ya no me importaba mucho [...] Yo cuando iba al colegio decía... como siempre en la mañana se ataca a mi mamá, me preocupaba por mi mamá. Ahí fui bajando estos años... en primaria y secundaria. Los primeros años de secundaria [...].

Sus cursos preferidos en secundaria fueron comunicación, ciencias sociales y arte («Y este... arte, arte siempre me gustó»). Nótese que ya no menciona a la matemática<sup>18</sup>. De hecho, Carla experimentó dificultades para aprobar esta asignatura en primero y cuarto de secundaria. ¿Cómo las enfrentó? En primero de secundaria, a sugerencia de su madre, tomó clases adicionales de matemática con el mismo profesor que le enseñaba en el colegio. Por su parte, como preparación para quinto de secundaria, un estudiante de ingeniería de *software* (quien luego se hizo amigo suyo) le dio clases de matemática.

¿Cómo es la relación de Carla con su colegio? Ella se siente a gusto debido a las amistades que ha podido cultivar así como por la buena enseñanza de algunos de sus profesores. En síntesis, Carla experimentó dificultades al pasar al colegio Vida y Amor en quinto de primaria. Una coordenada clave es la violencia doméstica, que parece haber afectado su motivación y dedicación a los estudios. En secundaria va a estar ubicada en el tercio inferior de rendimiento académico. Ella considera que su rendimiento es malo. Carla desaprobó el curso Ciencia, Tecnología y Ambiente en primero de media. Lo pasó en el ciclo vacacional. Carla nunca ha tenido problemas disciplinarios. En cuarto de secundaria tuvo una nota desaprobada en conducta debido a que llegaba tarde al colegio, pues vive lejos de este.

Ahora bien, Carla ha desarrollado diversos intereses, gustos y auto imágenes sobre lo que sabe hacer. Así, le gusta dibujar y decorar, aunque no se considera tan buena. Asimismo, le gusta usar la computadora. En particular, disfruta haciendo fotomontajes con ayuda de un *software* especializado. Por ejemplo, la foto de su perfil en Facebook consiste en su rostro superpuesto sobre el torso desnudo del jugador de fútbol David Beckham. Carla se consideraba una persona tímida y callada hasta antes de cursar quinto de secundaria. Sin embargo, siente que ahora

---

<sup>18</sup> La polaridad letras/números, profundamente enraizada en el sentido común de los estudiantes peruanos, subyace a los cambios observados en las asignaturas preferidas de Carla.

se ha soltado. De hecho, no se queda callada cuando siente que hay una injusticia en el marco de una relación de autoridad:

Le había tirado en la cabeza a un alumno... Sí, a mi amigo. Entonces yo como estaba atrás de él, me paré y le dije a la profesora: «Tú no tienes ningún derecho de golpear a mi amigo», le dije, y me dijo: «Es que da cólera porque está hablando de más». «Pero profesora, usted no tiene ningún derecho», le comencé a decir, y todos mis amigos me aplaudieron.

En suma, Carla ha tenido dificultades durante su trayectoria académica: repitió de año cuando la cambiaron al colegio Vida y Amor, ha padecido con las matemáticas en la secundaria, entre otros. Pese a ello, no se ha rendido; más bien, ha movilizado sus redes familiares para hacer frente a los problemas de rendimiento. En conjunto, podemos decir que Carla (a diferencia de Fabiola) está más orientada al mundo audiovisual (Internet) que a los universos de la lectura de libros y de las matemáticas.

### c) Expectativas de formación post secundaria

Carla espera estudiar diseño gráfico en Cibertec cuando concluya la secundaria. La posibilidad de seguir una carrera universitaria parece estar fuera de su horizonte de corto y mediano plazo. Sin embargo, le gustaría estudiar administración de empresas como segunda carrera en la Universidad de San Marcos. Al momento de la entrevista ella mostraba un conocimiento elemental de lo que implica estudiar diseño gráfico. Básicamente se había informado a través de la lectura de los folletos que le entregaron representantes de Cibertec cuando visitaron su colegio. Por otro lado, todavía no había buscado información en Internet sobre esta carrera.

Ahora bien, ¿cómo influyen (si acaso) las redes de parentesco y de amistad de Carla en sus expectativas de formación post secundaria? El papá de Carla la apoyaba en su decisión de estudiar diseño gráfico.

En cambio, su mamá trataba de animarla a seguir una carrera universitaria («Y cómo se llama... pero a mi mamá no le gusta, mi mamá me dice que no estudie eso, porque es algo técnico, tienes que entrar a la universidad me dice»)<sup>19</sup>. En este contexto, Carla se muestra firme en hacer prevalecer su vocación o interés por el diseño gráfico: «Pero yo le digo: “Mami ya, si yo entro a la universidad, hago algo, por ejemplo de profesora, a mí no me gusta mami, porque si a mí me gustaría yo pondría todo de mí y rápido saldría de la universidad, pero no me gusta mami” [...]. Pero yo le digo desde ahorita a mi mamá que voy a estudiar diseño gráfico sí o sí, le digo».

Carla conversaba con sus amigos y amigas más cercanos sobre si estudiarían después de terminar la secundaria y qué carrera esperaban seguir. De hecho, ella estaba al tanto de las expectativas de sus amigos. Isabel, una de las amigas más cercanas de Carla, la ha alentado a seguir adelante con los estudios superiores: «O sea ella me dice: “tienes que estudiar”, y nosotros nos imaginamos pues, ¿no? [...] Vamos a estudiar juntas, así nos decíamos».

Asimismo, su amiga Kimberly le enseña cosas prácticas relacionadas al uso de la computadora —como manejar el teclado más rápido— que son requisitos indispensables para la carrera que Carla espera seguir. Por su parte, su amigo Johan (aunque no tan cercano como Isabel o Kimberly), quien también piensa seguir diseño gráfico, trabaja haciendo gigantografías y le ha hablado acerca del mundo en el que se mueve: «Sí, él [su amigo Johan] me dijo que había... o sea no había estudiado, pero estaba trabajando en eso con un primo que sí había estudiado. Y él me dijo que estaba trabajando en diseño gráfico. O sea haciendo publicaciones, esos letreros, pero no esos letreros sino... gigantografías. Él me dice: “Siempre tienes que concentrarte en tu creatividad”».

---

<sup>19</sup> Nótese la oposición técnico (supuestamente de menor valor) vs. universitario (supuestamente de mayor valor).

Existen actores en la red personal de Carla que si bien no constituyen amigos cercanos, sí funcionan como «lazos débiles» (Granovetter, 1973) que pueden brindarle información o consejos relevantes para su futuro. Así, Carla nos dice:

[...] este año me habló un ingeniero que estaba estudiando, un chico. Estaba estudiando ingeniería de *software*. Se hizo amigo en vacaciones porque él me enseñaba matemáticas. Me estaba enseñando matemáticas para quinto... él me estaba hablando, ¿no? Y yo le digo, como a mí me gusta de computadoras, me gusta la computación. Me dijo «métete a ingeniería de *software*». Y yo le dije a mi papá eso, y mi papá me dijo: «ya está bien hija, tú solamente dime y yo voy a pagar», me dijo [...].

Carla piensa que sus profesores pueden ser más influyentes en sus decisiones de futuro que sus padres. Esto porque aquellos les cuentan a los alumnos lo que les ha costado llegar a ser profesores. Existe una narrativa del esfuerzo y el sacrificio que parece haber calado en Carla:

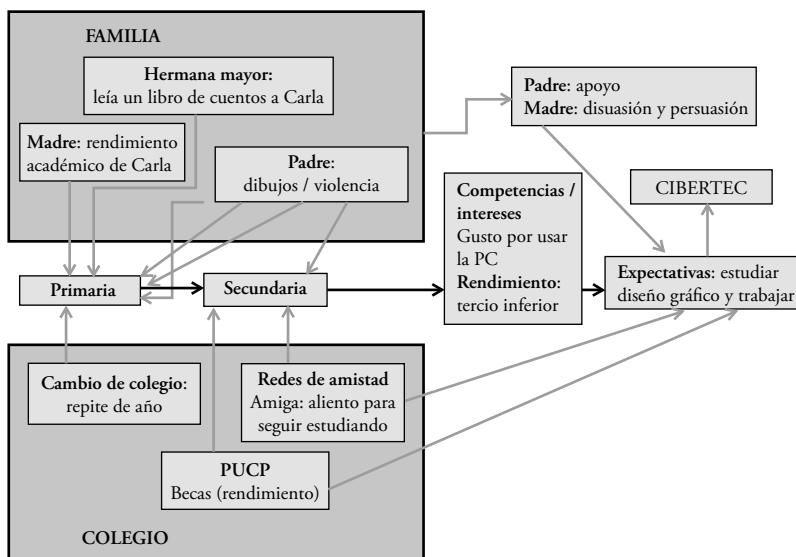
Mis profesores. Sí porque mi papá no me habla mucho de eso; mi mamá me hablará solamente que estudie... Nada más. Pero mis profesores me dicen cómo es para... o sea me ayudan, ¿no? Me dicen este... qué cosaquieres estudiar [...] O sea me aconsejan bastante. Que tengo que estudiar bastante para así salir adelante. O sea me dan ejemplos como decir: «o quieras estar como esas personas que venden caramelos, esos que venden así en sus puestos del mercado», eso me dicen. Otros que dicen: «¿prefieres salir con tu domingo siete<sup>20</sup> o ir a estudiar?» nos dicen. Y yo le digo, «obvio que estudiar», le digo [...] Mi profesora de comunicación del año pasado, nos contaba su historia de cómo ella pasó, ¿no? Y a mí me daba así como decir, me daba como decir pena, de cómo ha sufrido, de cómo uno sufre cuando uno quiere lograr su sueño, ¿no? Sus metas. Nos contaba a todos. Y verdaderamente me alentaba más, porque si la profesora lo hizo, todos podemos, así seamos pobres, no tengamos nada, ¿no? Pero la profesora nos alentaba bastante con sus historias que decía [...].

---

<sup>20</sup> Es decir, salir embarazada.

En caso concreto su anhelo de estudiar en Cibertec, Carla espera pagar sus estudios con el apoyo económico de sus padres y una de sus hermanas que ya trabaja. Asimismo, piensa «reirse» dando clases a niños de los primeros años de primaria. ¿Cómo imagina Carla su futuro? En diez años se imagina con enamorado, con salud, con una profesión (habrá terminado de estudiar diseño gráfico). Asimismo, espera contar con un trabajo seguro en una empresa del rubro publicaciones (por ejemplo, la revista *Somos*) donde pueda diagramar. Por otro lado, dentro de quince años espera haber estudiado administración de empresas en la Universidad de San Marcos<sup>21</sup>. A modo de síntesis del caso presentado, véase la figura 3.

**Figura 3. Carla: redes, trayectoria educativa y expectativas de formación post secundaria**



<sup>21</sup> Nótese la influencia del ideal materno de «estudiar en la universidad».

## COMPARACIÓN DE LOS CASOS PRESENTADOS

### a) Diferentes historias y tramas familiares

En términos socioeconómicos, las familias de Fabiola y Carla pertenecen a un mismo sector. Se trata de familias cuyas historias han estado marcadas por la precariedad económica. Sin embargo, existen también diferencias importantes: la trayectoria educativa de los padres no es la misma. Así, los padres de Fabiola alcanzaron un mayor nivel educativo que los de Carla. Es más, la madre de Fabiola estudió una carrera técnica, pero no pudo obtener el título debido a razones económicas. Es decir, la progenitora de Fabiola ha tenido experiencias dentro del campo de la educación superior, las cuales, probablemente, le han permitido desarrollar un capital cultural<sup>22</sup> no disponible para quienes no han concluido la primaria o secundaria. Al mismo tiempo, la historia educativa de la madre de Fabiola tiene la forma de una meta truncada, pues no pudo obtener el título. Esto puede explicar la intensidad con la cual la madre de Fabiola ha apoyado y alentado el proceso educativo de su hija. Se trata de esfuerzos sistemáticos orientados a ayudar a Fabiola a llegar más lejos que su madre. Por otro lado, pese a que los padres de Carla no concluyeron la primaria y secundaria, o precisamente por ello, alientan a que su hija siga estudios superiores. De hecho, mientras que Carla desea estudiar diseño gráfico en un instituto superior tecnológico (y su padre la apoya), su madre trata de persuadirla para que estudie una carrera universitaria.

---

<sup>22</sup> El capital cultural (Bourdieu, 1984) se refiere a todas aquellas prácticas, bienes simbólicos (por ejemplo, un título educativo) y competencias desigualmente distribuidas en una sociedad, las cuales son positivamente valoradas por las instituciones sociales. Por ejemplo, hablar con fluidez y claridad, o escribir bien, son competencias que el sistema educativo premia. Dado que según Bourdieu, estas prácticas, bienes y competencias son normalmente realizadas, poseídas o puestas en acción por las clases dominantes de una sociedad, las instituciones sociales consagran los estándares de apreciación de las cosas (gusto) de estas últimas. Es como si las instituciones estuvieran «sesgadas» en sus criterios de evaluación de prácticas, bienes simbólicos y competencias.

La comunicación, la confianza mutua y el papel de la violencia constituyen otra coordenada que permite distinguir las historias y tramas familiares. En el caso de Fabiola, la relación de esta con sus padres está caracterizada por la comunicación y la confianza mutua. Por ejemplo, Fabiola considera a su madre «su mejor amiga». Se trata de un vínculo que contribuye positivamente al proceso educativo de Fabiola. En contrapartida, la relación de Carla con su padre es tensa, difícil y está atravesada por el conflicto interpersonal. Más aún, la violencia doméstica (física y simbólica) ejercida por el padre contra su madre, pero también contra sus hijas (incluida Carla), ha marcado la historia familiar y ha afectado negativamente el proceso educativo de Carla.

### **b) Redes, trayectorias y expectativas de formación post secundaria**

Es muy importante indicar que en los casos presentados encontramos diferentes tipos de relaciones sociales: parentesco, amistad, lazos débiles (relaciones de «conocidos»). Asimismo, se trata de relaciones que tienen eficacia en múltiples dimensiones: problemas personales, trayectoria educativa, expectativas sobre el futuro educativo y laboral, tareas del colegio, entre otras.

Ahora bien, la red de parentesco funciona de diferente manera en los casos de Fabiola y Carla. En el primer caso, la familia nuclear y extensa (por la rama materna) construyó un entorno propicio para que Fabiola cultive competencias relacionadas al mundo de la escritura (por ejemplo, el hábito de la lectura de libros). Este ha sido un factor que ha contribuido positivamente al rendimiento académico de Fabiola y a la trayectoria educativa que esta fue construyendo a lo largo de sus estudios escolares. En el segundo caso, la familia nuclear, dentro de sus posibilidades, parece haber ayudado a Carla a iniciarse en el universo de la lectura y la escritura (mediante la lectura de cuentos) y en el mundo de la expresión artística (cuando dibujaban para ella); asimismo, le abrieron las puertas del mundo audiovisual (al poner en sus manos un disco compacto que incluía ilustraciones asociadas a una enciclopedia que adquirió su madre).

Ahora bien, queda claro que la familia de Carla solo pudo iniciarla en los universos antes mencionados, mas no logró crear un entorno que la estimulara y le permitiera cultivar las competencias y habilidades relevantes. Así, por ejemplo, Carla manifiesta que desde pequeña le gustaba «dibujar y decorar». Sin embargo, este interés suyo no fue estimulado de forma sistemática por su familia. ¿A qué se debe la diferencia en la posibilidad de cultivar los intereses de Fabiola y Carla? Como quedó dicho líneas arriba, en términos económicos las familias de Fabiola y Carla tienen características parecidas. Ahora bien, la red social de la familia extensa de Fabiola parece ser más densa que la de Carla; es decir, sus miembros estarían más interconectados, lo cual favorece la circulación de recursos. Por otro lado, los padres de Fabiola tienen una historia educativa que les ha permitido desarrollar competencias como el hábito de la lectura, el cual funciona como capital cultural que han podido transmitir y ayudar a cultivar a su hija Fabiola. Muy distinto es el caso de los padres de Carla, quienes dada su trayectoria educativa no han podido transmitir y ayudar a cultivar a su hija algún saber que cuente como «capital cultural» en el mundo escolar.

La trayectoria académica que han seguido Fabiola y Carla ha sido afectada, en consecuencia, por la forma compleja en que sus respectivas familias se han relacionado con su proceso educativo, y por los recursos materiales y simbólicos que aquellas han podido poner a su disposición.

Ahora bien, la trayectoria académica y las competencias e intereses desarrolladas por Fabiola y Carla han condicionado su horizonte de lo posible, aquello que consideran alcanzable con respecto a qué y dónde estudiar al terminar la secundaria. Mientras Fabiola espera estudiar Derecho en la Universidad Católica, Carla espera estudiar diseño gráfico en Cibertec. Al mismo tiempo, los casos presentados sugieren que la trayectoria académica condiciona, pero no determina, aquello que estos estudiantes esperan hacer (y cómo lograrlo) al concluir la secundaria. Esto es así porque estos alumnos movilizan sus redes sociales en este proceso de tránsito a la educación superior.

Ahora bien, ¿cuáles son los mecanismos a través de los que operan las redes sociales de los estudiantes? De un lado, tenemos un mecanismo de influencia. Por ejemplo, cuando Fabiola y Carla recurren a sus amigos y conocidos para informarse, pedir una opinión o un consejo. En otras situaciones, la influencia se da de forma espontánea (no buscada). Por ejemplo, cuando Fabiola observaba a su madre leyendo o Carla a su padre dibujando. De otro lado, tenemos el mecanismo de difusión, por el cual un recurso como la información viaja a través de una red social. Por ejemplo, cuando Carla recibe información de su amigo Johan, quien a su vez la obtuvo de un primo suyo que estudia diseño gráfico.

### **REFLEXIONES FINALES: COGNICIÓN, APRENDIZAJE Y REDES SOCIALES**

En este artículo se ha investigado la influencia de las redes familiares y amicales de estudiantes de quinto de secundaria en sus trayectorias educativas y sus expectativas de formación post secundaria. ¿Tiene este tema alguna relación con procesos cognitivos y de aprendizaje? La respuesta es afirmativa. Recordemos los casos de Fabiola y Carla. En el primero, la estudiante participaba de redes de parentesco que creaban un clima propicio para el aprendizaje, el desarrollo de competencias («Fabiola, lee esta novela») y el buen rendimiento académico. En el segundo, si bien los padres y hermanos de la alumna lograron iniciarla en el desarrollo de ciertas competencias básicas, no pudieron ayudarla a cultivar dichas capacidades. Es más, la violencia doméstica del padre contra la madre de Carla es algo que ella recuerda vívidamente de sus años infantiles («¿le estará pegando a mi madre en este momento?») y probablemente afectó su rendimiento académico. En consecuencia, estudiar, aprender, el trabajo de la mente, del cerebro, es muy distinto dependiendo del entorno, de las condiciones de vida, de las redes sociales en las que están inmersos los adolescentes.

Ahora bien, la sociología (y no solo el análisis de redes sociales) nos propone entender el aprendizaje como una relación social en la que se intercambian ideas, información, discursos, afectos, entre otros elementos. Este intercambio se da en el marco de redes sociales de diferente estructura y complejidad. En este proceso se construyen auto imágenes e imágenes del «otro». Por ejemplo, profesores y estudiantes construyen imágenes mutuamente referidas (por ejemplo, buen/mal estudiante, buen/mal profesor). Cuando estas imágenes son asumidas por los actores así etiquetados, pueden pasar a definir su identidad. Este proceso de etiquetaje mutuo está a su vez relacionado al fenómeno del poder y la autoridad en la medida en que en muchas situaciones hay un actor que está en mejor posición para etiquetar e imponer su etiqueta al otro. Es importante tener en cuenta que estas definiciones mutuas influyen en las imágenes que los actores (por ejemplo, los estudiantes) se hacen de sí mismos (auto imágenes) y por esta vía van acotando aquello que consideran posible de alcanzar. Si un alumno es definido públicamente como «repitente», esto va influir en lo que percibe como alcanzable («yo no soy para los estudios»). En este contexto, este artículo puede ser leído como una invitación a incorporar una mirada relacional de los procesos cognitivos y de aprendizaje en los valiosos estudios de neurociencia y disciplinas afines (Kuhn & Pease, 2006). La sugerencia es concebir el proceso de aprendizaje como una red de poder.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ball, Stephen J. (2003). *Class Strategies and the Education Market: The Middle Classes and Social Advantage*. Londres y Nueva York: Routledge Falmer.
- Bidart, Claire & Daniel Lavenu (2005). Evolutions of personal networks and life events. *Social Networks*, 27, 359-376.
- Bidart, Claire & Patrice Cacciuttolo (2012). Combining qualitative, quantitative and structural dimensions in a longitudinal perspective. The case of network influence. *Quality and Quantity*, 47(5), 2495-2515.

- Bourdieu, Pierre (1984). *Distinction: A Social Critique of the Judgement of Taste*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bourdon, Sylvain (2009). Relaciones sociales y trayectorias biográficas: hacia un enfoque comprensivo de los modos de influencia. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 16, 159-177.
- Christakis, Nicholas A. & James H. Fowler (2009). *Connected: The Surprising Power of Our Social Networks and How They Shape Our Lives*. Nueva York: Little, Brown and Co.
- Doreian, Patrick (2001). Causality in social network analysis. *Sociological Methods & Research*, 30, 81-114.
- Giordano, Peggy C. (2003). Relationships in adolescence. *Annual Review of Sociology* 29, 257-281.
- Goyette, Martin (2010). Dinámicas relationales de las transiciones a la vida adulta. Complementariedad entre redes, apoyos y soportes. *Redes. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 18, 83-107.
- Kuhn, Deanna & María Angélica Pease (2006). Do children and adults learn differently? *Journal of Cognition and Development*, 7, 279-293.
- Santos, Martín (2009). «Linking structure and content: Friendship networks and academic achievement». Tesis Doctoral, Universidad de Wisconsin, Madison.
- Santos, Martín (2010). Análisis de redes sociales y rendimiento académico: lecciones a partir del caso de los Estados Unidos. *Debates en Sociología*, 35, 7-44.
- Stanton-Salazar, Ricardo D. & Stephanie Urso Spina (2005). Adolescent peer networks as a context for social and emotional support. *Youth & Society*, 36, 379-417.
- Wasserman, Stanley & Katherine Faust (1994). *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Weis, Lois (2004). *Class Reunion. The Remaking of the American White Working Class*. Nueva York y Londres: Routledge.
- Wellman, Barry (1988). Structural analysis: From method and metaphor to theory and substance. En Barry Wellman y S. D. Berkowitz, *Social Structures: A Network Approach* (pp. 19-60). Cambridge: Cambridge University Press.



# **APLICACIONES EN LA EDUCACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LOS SISTEMAS EXPERTOS**

**Manuel Tupia Anticona**

## **INTRODUCCIÓN**

El presente artículo discurre sobre la relación entre la inteligencia artificial, la educación superior y la adolescencia. Para tal fin, presenta en una primera parte conceptos teóricos sobre inteligencia artificial, de manera que el lector pueda identificar la conexión que existe entre esta rama de la ciencia de la computación y las neurociencias; luego muestra las aplicaciones prácticas de la inteligencia artificial a la educación, específicamente a los procesos educativos en los cuales participan adolescentes tardíos. Finalmente, se identifica el papel de las computadoras en el sistema educativo y en especial el de los sistemas tutoriales inteligentes; cómo funcionan los tutores basados en *software* y cómo podrían estos dar solución a necesidades de los estudiantes adolescentes que no puedan acceder a consultas a docentes durante el horario habitual de clases.

## INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

La inteligencia artificial es una rama de la ciencia de la computación que estudia la resolución de problemas mediante el uso de algoritmos basados —en cierta forma— en el proceso del razonamiento humano o el comportamiento inteligente en general. El entendimiento de esta definición está supeditado a la comprensión de los conceptos tanto de razonamiento como de inteligencia humana. Por razonamiento humano entendemos ordenar las ideas en la mente para llegar a una conclusión sobre una cuestión particular, y por inteligencia la capacidad de entender o comprender y resolver problemas (Rich, Knight & Nair, 2009). Desde la psicología cognitiva, Moshman (2011) define al razonamiento como el pensamiento dirigido a llegar a conclusiones justificables, mientras Coon y Mitterer (2012) indican que inteligencia es la capacidad global de pensar en forma racional, obrar con un propósito y enfrentar exitosamente el ambiente.

Aunque estas definiciones ayudan a acercarse al entendimiento de los conceptos que se encuentran detrás de la acepción «inteligencia artificial», la discusión continúa, más aún cuando entre los propios expertos persiste la confusión entre toda la ciencia y una de sus muchas ramas: la robótica.

Lo que sí queda claro es el objetivo de la inteligencia artificial: la resolución de problemas mediante el empleo de algoritmos<sup>1</sup> computacionales que apliquen cierta forma, razonamiento o comportamiento inteligente, no necesariamente humano. No se refiere a la construcción exclusiva de autómatas o robots, como suele entenderse de manera equivocada.

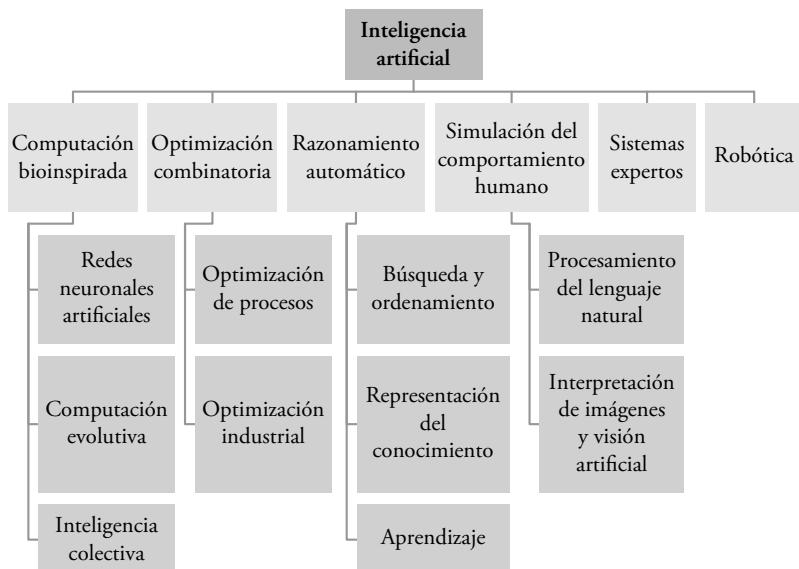
---

<sup>1</sup> Conjunto de pasos lógicos y finitos, en el tiempo y el espacio, que permiten resolver un problema haciendo uso de un programa de computadoras.

Se han definido seis ramas de la inteligencia artificial (ACM, 2012), cinco de las cuales se pueden apreciar en la figura 1:

- a) computación bioinspirada: simulación de la forma de razonamiento de los seres humanos y demás seres inteligentes, como por ejemplo la inteligencia colectiva, que aplica algoritmos basados en el comportamiento inteligente de seres vivos;
- b) optimización combinatoria: combinaciones de elementos de los dominios de un problema de tal manera que se formen configuraciones que cumplan determinadas características que resuelven dicho problema;
- c) razonamiento automático: proceso de automatización del conocimiento que incluye métodos de búsqueda, formas de representación del conocimiento, simulación del proceso de aprendizaje y del razonamiento humano, entre otros;
- d) simulación del comportamiento humano: reproducción casi exacta de cierto comportamiento biológico, incluye tanto el reconocimiento de imágenes como el de patrones de voz;
- e) sistemas expertos: implementación de sistemas de información basados en el conocimiento de un experto humano —para la resolución de problemas que en la actualidad solamente puede resolver dicho experto—; subrama en la que se pueden encontrar múltiples aplicaciones de la inteligencia artificial a la educación; y
- f) robótica: análisis, diseño e implementación de autómatas.

Figura 1. Ramas de la inteligencia artificial (ACM, 2012)



La simulación de tareas cotidianas —imitación sensorial humana, tareas formales, áreas académicas y las tareas de expertos— son algunas áreas donde se han ido aplicando las técnicas, metodologías, algoritmos y sistemas basados en conceptos propios de la IA (Tupia, 2009). En la simulación de dichas tareas se cubren aspectos como la percepción visual, el reconocimiento de patrones gráficos, la biometría (reconocimiento de huellas, iris, palmas, voz), el lenguaje natural (comprensión, generación y traducción), los procesos de razonamiento y aprendizaje y la creación de autómatas. En las tareas formales se construyen juegos (por ejemplo ajedrez, damas, entre otros), herramientas de soporte matemático (para la demostración de teoremas, para el cálculo simbólico, etcétera) y aplicaciones computacionales (verificación de programas, aprendizaje automático: chips de distintos tipos de máquinas electrónicas). Finalmente, en las tareas de expertos, áreas de ingeniería (diseño, detección de fallos, planificación, ordenamiento,

simulación de comportamiento, codificación y decodificación, seguridad de datos, monitoreo de actividades, etcétera), medicina (diagnóstico, tratamiento, creación de prótesis, etcétera) y administración, economía y finanzas (ventas, comportamiento del mercado, análisis financiero, estimaciones y simulaciones, contabilidad, gestión, toma de decisiones etcétera) (Tupia, 2009).

## **RELACIÓN ENTRE NEUROSCIENCIAS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y NEUROCOMPUTACIÓN**

Para simular el proceso de razonamiento humano, la inteligencia artificial ha analizado el funcionamiento del cerebro —que empezó a concebirse como un órgano especializado en el procesamiento de información—, el cual mediante el accionar de las neuronas, podría compararse con la ejecución de las operaciones que realizan los computadores. Así, cada neurona funcionaría como un microprocesador capaz de transformar las señales de entrada que recibe de otras neuronas y transmitir a su vez información a otras neuronas (Harnish, 2001).

A partir de la estructura de la neurona natural los investigadores en inteligencia artificial plantearon primero modelos artificiales de neuronas a través de modelos matemáticos y, luego, mediante la implementación de sistemas computacionales que simulaban el comportamiento de ratas de laboratorio que estuvieron sujetas a pruebas básicas tales como salir de un laberinto, encontrar pequeños pedazos de comida escondidos en algún ambiente, etcétera (McCulloch & Pitts, 1943).

La formalización matemática de los comportamientos que se observan en el sistema nervioso y en el funcionamiento del cerebro es el principio básico de la neurociencia computacional, al explicar cómo se da el procesamiento y tratamiento de la información visual, táctil u olfativa así como la memoria y aprendizaje (Eliasmith & Anderson, 2004). Para lograr estos fines se pueden utilizar los modelos matemáticos que plantea la inteligencia artificial sobre las neuronas.

Específicamente el proceso de aprendizaje —en tanto es un proceso cerebral cognitivo— puede ser estudiado, simulado y caracterizado haciendo uso de las herramientas neuro tecnológicas que ofrece la inteligencia artificial entre las que se incluyen las simulaciones de modelos neuronales, los computadores biológicos y aparatos para interconectar el cerebro con sistemas electrónicos con los que se logra medir y analizar la actividad cerebral (Koch, 2004).

Los estudios más recientes sobre el cerebro presentan múltiples niveles y congregan diferentes disciplinas como puede notarse desde el punto de vista fundamentalmente biológico o molecular hasta aspectos más específicos como el conductual y cognitivo, y en donde incluso pueden hacerse presentes los procesos de aprendizaje (Ramos, 2014). Profundizando en los niveles más altos, la neurociencia cognitiva aparece como un nuevo enfoque para el entendimiento de los procesos del cerebro y de la conciencia desde perspectivas biológicas y psicológicas que seguramente brindará nuevas luces sobre los procesos mentales implicados en el comportamiento (Redolar, 2014). La neurociencia explora campos tan diversos como la operación de neurotransmisores en la sinapsis, los mecanismos biológicos responsables del aprendizaje, el control genético del desarrollo neuronal desde la concepción, la operación de redes neuronales, la estructura y funcionamiento de redes complejas involucradas en la memoria, la percepción, el habla, etcétera.

Es aquí donde se puede notar la relación entre neurociencias, inteligencia artificial y neurocomputación: al querer estudiar el funcionamiento del cerebro desde diferentes perspectivas (neurociencias), los expertos pueden echar mano de la neurocomputación y, por ende, de diversas herramientas tecnológicas como las que les puede proporcionar la inteligencia artificial.

## **LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA A LA EDUCACIÓN**

En este apartado se realizará un recorrido por dos de las aplicaciones de la inteligencia artificial en la educación, tales como los sistemas tutoriales inteligentes y los sistemas de enseñanza inteligentes distribuidos a través de Internet. Se presentarán las principales consideraciones de diseño desde un punto de vista técnico y metodológico, y las técnicas que se utilizan para crear el proceso de adaptación del sistema al usuario. Finalmente, se describen las más modernas tendencias en este campo de aplicación.

La aplicación de la inteligencia artificial (IA) a la educación constituye actualmente un campo de creciente interés donde se trata de aplicar las técnicas inteligentes al desarrollo de sistemas de enseñanza asistida por computadores con el propósito de construir sistemas de enseñanza inteligentes. En esta área de investigación multidisciplinar se combinan la pedagogía, la psicología, las ciencias cognitivas, la multimedia y la informática en general, aportando su visión en la implementación de sistemas inteligentes que den soporte a actividades relacionadas con los procesos de enseñanza (Metcalfe, 2011).

Las primeras incursiones en el campo se pueden rastrear desde el proyecto PLATO (*Programmed Logic for Automated Teaching Operations*) de la Universidad de Illinois (Smith & Sherwood, 1976). Debido a la aparición y masificación de uso de microcomputadores, apareció una mayor cantidad de aplicaciones con fines educativos a nivel universitario, y a fines de la década de 1970 estos sistemas adquirieron la denominación de CBT (*Computer Based Training*). Es aquí donde comienza el aporte real de la IA, procurando la construcción de CBT que intentaba simular el razonamiento o la lógica humana, y surge así en esa década una nueva gama de sistemas: los denominados tutoriales inteligentes de instrucción asistida por ordenadores.

## LOS SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES (STI)

Los sistemas tutoriales inteligentes presentan características como la capacidad de adaptación y modelamiento de aprendizaje para distintos tipo de alumnos (Stankov, Glavinic & Rosic, 2010). Mientras un *software* educativo tradicional —que puede tener más bien un carácter lúdico y que son los que normalmente se utilizan a nivel escolar— es creado para satisfacer una necesidad particular y depende de los temas a desarrollar y de las características del grupo de alumnos a los cuales está dirigido, un STI modela un conjunto de principios instruccionales mediante mecanismos de representación del conocimiento propios de la inteligencia artificial, lo suficientemente generales para ofrecer una instrucción efectiva a través de un conjunto de tareas de enseñanza. Esto hace que los STI están fuertemente relacionados a la psicología cognitiva del aprendizaje, es decir al proceso de cómo es realizado el aprendizaje por el alumno (Caballe, Xhafa & Abraham, 2012).

Los CBT no siguen un único modelo instruccional teórico, pues en muchos casos se pretende emular las interacciones que pueden ocurrir entre un alumno y un profesor en un aula de clase. Intentan crear un entorno de aprendizaje más motivador que anime al alumno a la autoexploración del dominio de enseñanza y, así, que el alumno colabore en su propio proceso de aprendizaje. Por el contrario, los STI contienen un modelo pedagógico explícito implementado dentro de los algoritmos del programa que determina cómo el docente responderá al alumno (a cada uno de ellos, adaptándose a sus particulares necesidades y capacidades frente al devenir del curso) en cada momento.

Aquí es donde se pueden apreciar las ventajas de los STI frente a los CBT, pues los primeros pueden adaptarse a las características y ritmo de aprendizaje de cada alumno y proporcionar una ayuda también adaptable, la cual es capaz de ofrecer a los alumnos elementos de autorreflexión sobre su propio rendimiento (Velásquez, 2012).

Un STI será un sistema de información capaz de conducir al alumno a lo largo del proceso de aprendizaje de un dominio particular,

ejecutando y acompañándolo durante dicho proceso a través de una lista de tareas como la elaboración de una estrategia para realizar la tutoría, la generación de ejercicios a la medida de las necesidades del alumno, la resolución y explicación pedagógica de estos ejercicios, entre otras. Estas tareas se organizan y se llevan a cabo en distintos módulos y constituyen los componentes claves del STI tradicional: un modelo del alumno, un modelo pedagógico, un modelo didáctico y una interfase con la que interactúa el usuario (Nkambou, Mizoguchi & Bourdeau, 2010). En la figura 2 se pueden apreciar los componentes de un STI (Ferreira, Salcedo & Barrientos, 2012):

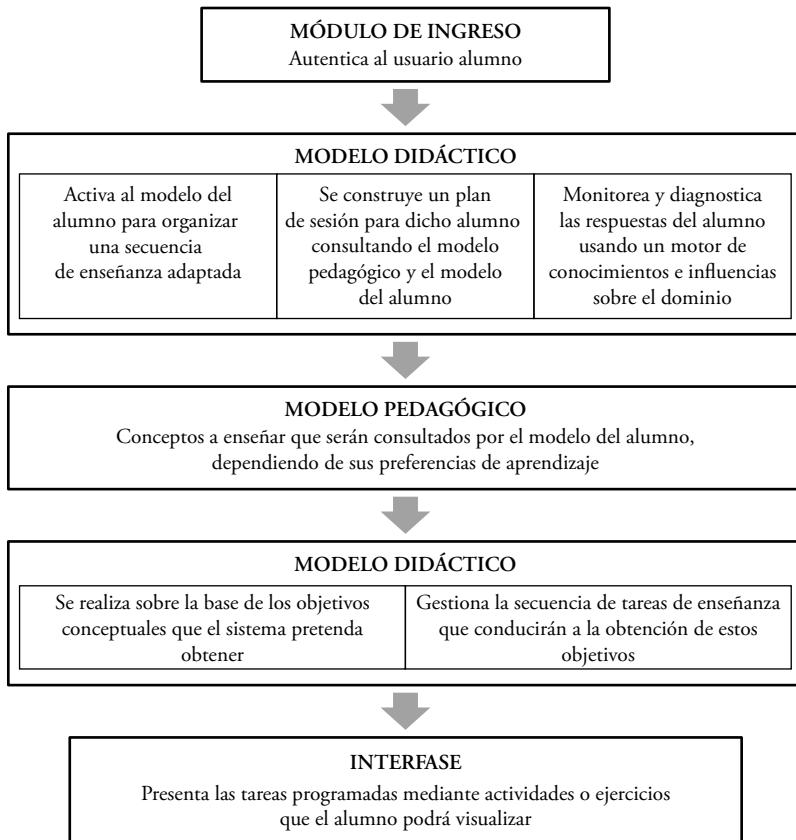
**Figura 2. Componentes STI**

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| Módulo del alumno                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Perfil del alumno</li><li>• Cuerpo de conocimientos que el alumno posee al enfrentar el curso</li></ul>   |
| Módulo didáctico                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Acciones pedagógicas</li><li>• Estrategias metodológicas</li><li>• Interacciones con el alumno</li></ul>  |
| Conocimiento pedagógico          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocimiento experto</li><li>• Proceso de enseñanza-aprendizaje</li><li>• Proceso de evaluación</li></ul> |
| Interfase multimedia inteligente | <ul style="list-style-type: none"><li>• Formas de representación e interacción gráfica</li><li>• Estímulos sensoriales</li></ul>                  |

Los STI contienen un plan de instrucciones que permiten dirigir la sesión de enseñanza y contienen diferentes niveles. Un primer nivel está constituido por una secuencia de unidades básicas de aprendizaje que representan los elementos en los que se organiza el conocimiento del dominio; el segundo nivel por una secuencia de objetivos conceptuales asociados a estas unidades de aprendizaje, que son las habilidades y capacidades cognitivas que el sistema plantea que el alumno debe conseguir a lo largo de la sesión; el tercer nivel lo constituyen los procesos

cognitivos, que guardan correspondencia con las actividades mentales que deben ocurrir en el alumno; el cuarto nivel incluye los eventos instrucionales, que son las condiciones externas que se han de dar para que se produzca el aprendizaje; y el último nivel incluye las acciones instrucionales que se corresponden con las acciones que el alumno/sistema llevan a cabo a manera de guion sobre la interacción alumno con sistema. En la figura 3 se presenta el ciclo de vida general de funcionamiento de un STI (Matazi, Messoussi & Bennane, 2014):

**Figura 3. Ciclo general de funcionamiento de un sistema tutorial inteligente**



Si tras el proceso de evaluación el modelo didáctico determina que el rendimiento del alumno no es el esperado, se vuelve a esbozar el plan instruccional para adaptarlo a las nuevas condiciones. De lo contrario, continúa en el proceso de alcanzar los objetivos educacionales programados.

Los STI se pueden clasificar de acuerdo a los objetivos de enseñanza y a la perspectiva cognitiva (Costa, 1992). En el primer caso encontramos simuladores de ambientes realistas de aprendizaje y tutores. En cuanto a la perspectiva cognitiva, se encuentran tutores 1) basados en restricciones, los cuales se centra en el comportamiento que tenga la interfase al mostrar la información con la que interactuará el alumno; 2) basados en modelos cognitivos, que se centran en las acciones del estudiante y las reglas que generan la solución correcta a una tarea planteada; y 3) tutores basados en lenguaje natural, centrados en la comunicación con el alumno a través del diálogo.

## **SISTEMAS DE ENSEÑANZA INTELIGENTES DISTRIBUIDOS A TRAVÉS DE INTERNET**

Los sistemas de enseñanza por Internet son el foco de las investigaciones de la IA en esta rama, aprovechando los beneficios de esta tecnología que permiten la virtualización e independencia del aula. Este tipo de aplicaciones puede ser usado por muchos alumnos distribuidos y separados por distancias geográficas pequeñas o grandes mediante el uso de computadoras con conexión a Internet.

El inconveniente de la mayoría de las aplicaciones que hoy existen es que no son más que un conjunto de páginas con información (hipertexto) estáticas, que carecen de dos características fundamentales en el contexto de los STI: interactividad y adaptabilidad. La adaptación es especialmente importante porque la aplicación del tipo web será usada por una variedad muy grande de usuarios de cualquier sistema convencional, y el usuario interactúa con el tutor o con los contenidos

directos del curso. Carece de la interacción que puede proveer el profesor en una clase presencial.

Los sistemas de enseñanza adaptativos por Internet (SEA) provienen de los STI y de los conceptos de hipermedia adaptativa (HA) (Giardina, 2011). Los sistemas HA son las más modernas herramientas que, a manera de interfaces, llevan a la práctica los principios de adaptación para el usuario y son cada vez más populares debido a que gestionan el acceso a la información vía web. Pueden definirse como cualquier sistema hipertexto e hipermedia que refleja algunas características del usuario en un modelo computacional y que aplica este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema a las necesidades del usuario (Müller, 2012). Su objetivo fundamental es incrementar la funcionalidad del hipermedia clásico mediante características de acceso personalizado a la información de la aplicación educativa, ajustándose a las necesidades del usuario para que este pueda relacionarse con los contenidos del STI. Los sistemas HA implementan un modelo con objetivos, preferencias y una base de conocimientos de un usuario específico; luego, este modelo adaptará la presentación de la información según las características identificadas del usuario en cuestión (Peña, 2012).

Estos sistemas resultan verdaderamente útiles en cualquier área de aplicación educativa en la que se espere que el sistema sea usado por personas con diferentes perfiles y conocimientos, con objetivos de aprendizaje similares (por ejemplo, un curso universitario) o diferentes (por ejemplo, un curso de aprendizaje de una herramienta informática, una concientización sobre seguridad) y en donde el espacio de búsqueda de información relacionada (base de conocimientos) sea extenso.

De esta manera, distintos usuarios podrán estar interesados en diferentes segmentos de la información presentada en la interfase web del sistema. Para enfrentar este escenario, un sistema HA usará el conocimiento representado en el modelo de usuario de este sujeto, adaptando la información y los enlaces que se presentan en la página.

Puede considerarse que la adaptación realizada es solo para la navegación y guía del usuario, limitando el espacio de búsqueda y sugiriéndole los enlaces más relevantes, a la vez que le brinda comentarios adaptados a su perfil de usuario.

Sistemas HA más complejos y que tienen algoritmos inteligentes adicionales pueden ejecutar muchas más acciones, como clasificación de usuarios, generación de reportes para toma de decisiones, generación de evaluaciones dependiendo del progreso de cada alumno o usuario, etcétera. En síntesis, un sistema HA debe ser un hipertexto o hipermedia, tener un modelo de inferencia orientado al usuario y, para ser considerado inteligente, deberá incluir un algoritmo con dichas características y adaptar el contenido hipermedia usando este modelo.

## **VINCULACIÓN DE LOS SISTEMAS INTELIGENTES CON LA EDUCACIÓN Y LA ADOLESCENCIA**

En los últimos veinte o treinta años se ha criticado mucho el denominado sistema de enseñanza tradicional, regido bajo el modelo conductista, racionalista y poco adaptado a las nuevas tecnologías. Su principal defecto ha sido ser excesivamente memorístico, en donde el niño y el adolescente asumen una actitud pasiva ante el aprendizaje con un docente que juega el mero rol de un transmisor de conocimiento, y el sistema en el que funciona resulta autoritario pues se orienta hacia una sola vía (Holland y otros, 2011).

Frente al sistema tradicional, surgen nuevas propuestas teóricas y alternativas metodológicas que tienden a modificar este panorama: una escuela activa, el constructivismo y la introducción de la informática educativa, en la cual el uso de las más modernas tecnologías de información adopta un papel preponderante pues son mucho más cercanas al niño y al adolescente. De acuerdo a Greene y Azevedo (2005), el adolescente del siglo veinte ha incorporado más rápido la tecnología a su proceso cognitivo que los mismos docentes dentro del sistema tradicional,

haciendo este tipo de herramientas, soportes naturales para las actividades que dichos procesos involucran. El niño y el adolescente asumen sin mayores dificultades el uso de las computadoras en casi todas sus actividades, influenciados por la cultura y el medio, y es notorio cómo los adolescentes manifiestan una posición a favor del uso de las tecnologías como parte de sus procesos de aprendizaje, pues presentan una relación armoniosa y positiva con la tecnología y reflejan un interés por comprender los objetos y procesos tecnológicos, potenciando procesos neurocognitivos importantes para el aprendizaje.

En esta variedad de escenarios del sistema educativo, nuestro interés se centra en la informática aplicada a la educación del adolescente, especialmente si sostiene sus fuentes epistemológicas tanto en la IA como en la teoría cognoscitiva de Piaget y el constructivismo. Vista así, la informática educativa no representa una posición conceptual homogénea, aunque la tendencia en su estudio tiene su inspiración en Papert (1981, 1993). Sin duda, el empleo de computadoras cumple un rol no solo en el sistema educativo actual sino también en la aplicación masiva de los sistemas tutoriales inteligentes.

Actualmente la informática educativa representa un reto para la educación, ya que las computadoras no pasan desapercibidas para niños y adolescentes, forman parte de su entorno y son empleadas en actividades lúdicas y de socialización prácticamente desde que nacen; por lo cual, de alguna forma, la educación se ha visto en la necesidad de incorporarlas. No obstante, ese hecho no justifica una visión triunfante, ni considerarlas como el propulsor por excelencia de un cambio radical del sistema educativo, pues se requieren otros elementos que la tecnología en sí no proporciona, tales como la interacción del niño con sus pares, así como el establecimiento de relaciones emocionales de empatía y de transmisión de conocimientos con los docentes y figuras de autoridad, aspectos que normalmente pueden parecer incluso inexistentes frente a la mera interacción con sistemas computacionales aplicados a la educación (Ritzhaupt & Kumar, 2013).

## **LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA INFORMÁTICA EDUCATIVA**

El enfoque hacia la informática educativa pretende promover en los niños su actitud natural hacia el uso de las tecnologías como herramienta de aprendizaje (Papert, 1981), por lo cual, desarrollar un ciudadano informado, capaz de entender el impacto social y político de la informática y en especial de las computadoras en la sociedad, así como un entendimiento general de las características y operaciones del computador constituye el propósito de la cultura informática, que además busca la creación de una actitud que permita integrar la computadora a la vida cotidiana de los seres humanos, incluso en los procesos de aprendizaje (Papert, 1993).

Por tanto, el concepto de informática educativa no es uniforme. Existen diferentes maneras de concebirla, considerando aspectos como entorno, género, expresiones culturales, nivel de avance y aplicabilidad de la informática en dicho entorno, entre otras. Es un término técnico que se refiere de manera precisa a la introducción de la informática al currículo escolar y universitario. Las razones para su inclusión y las formas de hacerlo son múltiples. Algunos de los enfoques más importantes son el aprendizaje acerca de la computadora (alfabetización); el aprendizaje por medio del computador (programas de ejercitación y tutorial), donde se puede utilizar a la IA como herramienta de apoyo y soporte; el aprendizaje con el computador (herramienta instruccional), donde también se puede hacer uso de la IA; el aprendizaje acerca de la simulación del pensamiento en el computador; y la administración del aprendizaje con el computador.

Muchas otras aproximaciones hacen referencia a si la computación actúa como un instrumento de aprendizaje, si el aprendizaje computacional o informático es un fin en sí mismo o si la computación es el instrumento por excelencia y la única vía posible para aprender en el futuro. En la IA se usan modelos computacionales para obtener una percepción profunda de la psicología humana y también para

reflexionar sobre esta como fuente de ideas para generar mecanismos que emulen la inteligencia humana, no habiendo impedimento alguno para que en la actualidad la IA logre sus objetivos en áreas de aplicación como la educación (Papert, 1993). La argumentación inicial es que las computadoras son útiles para entender los procesos mentales y de aprendizaje. A la IA le interesa dar formas concretas a ideas abstractas, incluso pretendiendo que la IA module al profesor, al estudiante y al medio ambiente educativo, contribuyendo así al entendimiento de los principios básicos e indescifrables de la inteligencia, el razonamiento y el conocimiento.

La IA puede describir el aprendizaje como construcción, modificación, organización, estructuración, reestructuración y readecuación de estructuras mentales, definición que se puede aplicar a cualquier nivel educativo (Rich, Knigh & Nair, 2010). El aprendizaje es visto como un cambio en el significado de las experiencias del alumno, de manera que este pueda construir nuevos y poderosos significados mediante los mecanismos de inferencia depositados en los sistemas tutoriales inteligentes. En lugar de visualizar el aprendizaje como una modificación de la conducta, se habla de una modificación en el proceso de aprendizaje. Así, un contenido se aprende cuando es adquirido, procesado, retenido y recuperado flexiblemente. Tal como se puede apreciar, estas descripciones de la IA se centran más en el modelamiento del comportamiento del cerebro (redes neuronales), a diferencia de las definiciones propuestas desde el conductismo y cognitivismo.

Por último, la informática educativa constituye una herramienta importante para los procesos de aprendizaje de los niños y los adolescentes, y la IA es una herramienta para aprender a aprender. En este sentido, desarrollar destrezas de razonamiento en adolescentes podría realizarse por medio del uso de lógica en sistemas tutoriales (siempre y cuando estos respondan a las necesidades de los estudiantes). Dada la facilidad de manejo de computadores por parte de niños y adolescentes, esas capacidades de aprender de manera agradable y no autoritaria

pueden ser explotadas por sistemas de hipermedia adaptativos inteligentes. Desde esta perspectiva, se considera a la persona como agente activo que construye su propio aprendizaje y su propio flujo de acceso a los conocimientos a través de la reflexión e interacción constante con las personas y su medio.

Para que un sistema de información sea considerado inteligente, debe poder simular un conjunto de actividades cognitivas tales como razonar, inferir, generar nuevo conocimiento, aprender y adaptarse, entre otros (Rolston, 1990). De lo que se trataría es de generar representaciones que tomen en cuenta la forma de actuar del estudiante en determinado dominio de aprendizaje. Estas representaciones podrían utilizarse posteriormente en sistemas tutores inteligentes, en entornos de aprendizaje inteligente o en la generación de agentes inteligentes que simulen estudiantes colaborando con estudiantes humanos. La utilización de técnicas de aprendizaje automático permite actualizar y extender los modelos de estudiantes iniciales para adaptarlos tanto a la evolución de los mismos como a una posible actualización de contenidos y actividades educativas. Las dos técnicas más populares para modelar estudiantes son los modelos basados en superposición y las redes bayesianas<sup>2</sup>.

## **ALGUNOS SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES**

Sin ningún orden particular, mencionaremos algunas aplicaciones prácticas a nivel escolar o universitario en las que el público objetivo está conformado por alumnos de los primeros semestres de la carrera y, por tanto, adolescentes.

Las aplicaciones más antiguas las encontramos orientadas hacia el nivel escolar. Entre ellas destaca el sistema Scholar, que lleva a la práctica

---

<sup>2</sup> Para ampliar los conceptos relacionados a redes bayesianas aplicadas al modelamiento se recomienda consultar Jacobson & Reimann, 2010; Romero, y otros, 2010; y Darwiche, 2009.

la nueva propuesta de Carbonell (1970). Esta es la primera implementación práctica donde el sistema recibe un *feedback* de los alumnos e intenta inferir el estado cognitivo de los mismos.

El proyecto Why de Collins (Stevens & Collins, 1977) retoma los lineamientos propuestos por Carbonell pero aplicando —de modo socrático y por exposición indirecta— el denominado aprendizaje supervisado *off-line* pero con técnicas y resultados muy rudimentarios y hoy se encuentran en desuso. Por último, otra aplicación a nivel escolar es el tutor matemático Quadratic, que podía modificar sus estrategias pedagógicas, aunque de un modo bastante limitado, y fue uno de los primeros en usar multimedios (videos, sonidos, etcétera).

A nivel universitario, el primer sistema tutor inteligente orientado a la enseñanza de programación es Meno (Wolf, 1984), específicamente orientado a la enseñanza de programación en el lenguaje Pascal. Asimismo, el tutor Proust de Carbonell (Carbonell, 1970) puede analizar completamente el código fuente sin necesidad de utilizar plantillas como el Meno para identificar las soluciones posibles. Esta aplicación —Proust— posee una innovación que es el diagnóstico de intenciones (Johnson, 1986), lo que significa que el asesor es capaz de deducir las metas del usuario y compararlas con el código que analiza, y puede detectar errores no triviales en la lógica de programación.

Uno de los tutores a nivel universitario orientado a la enseñanza de lenguajes de programación es COACH (Cognitive Adaptive Computer Help), planteado por Selker (1994). El principio básico usado es el de retro alimentación o *feedback*: el alumno proporciona un programa LISP funcional y sintácticamente correcto (o sin errores de sintaxis) como entrada y COACH le presenta unas recomendaciones sobre la calidad del diseño de su programa, para irlo guiando hacia aspectos tales como la eficiencia en el uso de recursos de programación y el aprovechamiento de la potencialidad de la sintaxis misma del lenguaje que está aprendiendo (LISP). El ambiente de COACH es de ayuda interactiva y presenta un modelo del estudiante adaptativo en el cual

se tienen en cuenta múltiples parámetros para irle presentando las distintas propuestas de diseño, dependiendo del grado de complejidad y profundidad de los programas ingresados.

La Universidad Católica del Norte de Colombia ha desarrollado tres tipos de sistemas tutoriales para alumnos de los primeros semestres de las carreras de ingeniería (Cataldi & Lage, 2009): el sistema tutorial inteligente para enseñanza de algoritmos y programación, el sistema tutorial inteligente para aprendizaje de métodos de factorización, y el sistema tutorial inteligente para capacitación en prevención de desastres y primeros auxilios. Otras aplicaciones similares son Andes, desarrollada en el Pittsburgh Science of Learning Centers LearnLab en consorcio con miembros de la Universidad Carnegie Mellon, la Universidad de Pittsburgh y Carnegie Learning, como el sistema tutorial para los cursos introductorios de física y AGT (Advanced Geometry Tutor), proyecto que tiene como objetivo construir un STI para uso en clases de geometría avanzada en la Universidad de Pittsburgh a través de la Fundación Nacional de las Ciencias (National Science Foundation) y el Centro para la Investigación Interdisciplinaria en Ambientes de Aprendizaje Constructivo (Center for Interdisciplinary Research on Constructive Learning Environments) de la Universidad de Carnegie Mellon.

El departamento de Ciencias de la Computación y el Centro de Ciencias de la Computación e Investigación y Desarrollo del Aprendizaje de la Universidad de Pittsburgh desarrollaron ITSpoke, un sistema que usa una batería de diálogos basados en textos y medios afines para la enseñanza de idiomas.

El departamento de Ciencias de la Computación del Instituto Tecnológico de Illinois y el departamento de Fisiología del Rush College of Medicine implementan CircSim, el cual es considerado hasta el momento el tutor más avanzado en su tipo por las capacidades de interrelación humano-computador. Es utilizado en la Escuela de Medicina de Rush para complementar las clases teóricas sobre problemas

cardiovasculares en los primeros años de especialización. La base es la construcción de un sistema tutor inteligente basado en el lenguaje natural para los estudiantes de medicina del primer año que están aprendiendo el tema de control de reflejos de la presión sanguínea.

Por último, el Computer Tutoring Group (ICTG), que trabaja en el departamento de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Canterbury ha desarrollado Aspire, Sql-Tutor, un sistema de enseñanza basado en el conocimiento que enseña el lenguaje para base de datos Sql a los estudiantes y utiliza el EER-Tutor para la enseñanza del modelamiento de base de datos.

Si bien es cierto que en la actualidad todos estos sistemas siguen de alguna manera en vigencia, en tanto son proyectos de investigación más que productos comerciales, sus resultados, tal como lo mencionan Shelly, Gunter y Gunter (2011), revelan un alto grado de éxito en el proceso de adaptación de los sistemas a las necesidades de aprendizaje de los alumnos usuarios. Sin embargo, no se ha profundizado sobre las repercusiones emocionales del uso de estos sistemas sobre el adolescente.

Tanto los primeros sistemas tutoriales como los más modernos han tenido necesidad de hacer uso de los equipos de *software* más potentes para la época en la que fueron desarrollados, esto debido fundamentalmente a los cada vez más complicados algoritmos empleados en este tipo de sistemas de información. A medida que los requerimientos sobre la interacción *software*-usuario vayan siendo más altos, así como los aspectos de adaptación y aprendizaje que han sido mencionados, se requerirá de *hardware* más potente.

En el caso específico de sistemas tutoriales orientados a niños y adolescentes, va a ser prácticamente imprescindible el uso de multimedios junto con los procesos de adaptabilidad al estudiante. En el caso del *software*, para este tipo de usuarios será ideal el uso de Internet y de dispositivos móviles para una mayor aceptación.

## **LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN MODERNAS EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y OTRAS APLICACIONES ACTUALES**

En la actualidad se han establecido nuevas e importantes líneas de investigación en IA aplicada a la educación superior, por lo que es necesario repasar algunas de ellas.

La primera línea de investigación que mencionaremos es respecto a las meta teorías del conocimiento experto. Lo que se desarrolla es un sistema experto (Anagnostopoulos y otros, 2012) en el que la principal y más compleja tarea es la representación del conocimiento del experto (educador), conocimiento que será usado en la impartición de información dentro del sistema. Con respecto a los STI, uno de los aspectos más importantes es representar los estados cognitivos por los que pasa un estudiante en el aprendizaje, junto con el modelamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje, cosa que domina el experto pedagogo. Existen diversas metodologías y lenguajes de modelado que ayudan a realizar este proceso, desde el tradicional KL-1 o Krypton hasta CommonKads, Protege-II, Mike, Vital, KSM, Ibrow3/UPML, que son utilizadas en general para sistemas expertos en cualquier disciplina (Popescu y otros, 2012). En la línea de investigación sobre razonamiento causal y simulación cualitativa, la inteligencia artificial trata de representar el conocimiento experto con técnicas de simulación cualitativa y aplicación cognitiva del razonamiento causal. Uno de los trabajos clásicos en razonamiento causal es Sophie III para resolución de problemas electrónicos. En simulación cualitativa podemos mencionar a Scholar como uno de los primeros sistemas que modeló el conocimiento procedural en forma de red semántica<sup>3</sup>. Aquí también se tienen STI mucho más complejos y que se pueden considerar como sistemas expertos.

---

<sup>3</sup> En apartados posteriores relativos a las aplicaciones prácticas relacionadas a educación superior, se ahonda sobre el sistema Scholar.

Los conceptos sobre agentes en inteligencia artificial distribuida constituyen la teoría sobre la que más avances se ha hecho en los últimos treinta años (Pauchet, Chaignaud & El Fallah, 2007). Las arquitecturas basadas en agentes proveen una vista de alto nivel de los componentes de un sistema, así como las relaciones entre ellos. La inteligencia artificial distribuida estudia los agentes inteligentes situados en un mundo social y desde allí analizan los mecanismos sociales, los comportamientos inteligentes colectivos, arquitecturas, teorías, lenguajes y tipos de agentes que pudiesen surgir. Aquí puede notarse la relación que tienen con los modelos de inferencia de los STI: los agentes pueden ser construidos simulando ser alumnos con comportamientos y conocimientos distintos dentro del escenario social que vendría a ser el curso por impartir. Un agente pedagógico vendría a ser un agente que toma decisiones acerca de cómo maximizar el aprendizaje de un alumno, siendo el entorno el conjunto de conocimientos a verterse en el curso. Visto así, un agente pedagógico puede actuar como un tutor virtual, como un estudiante virtual o como un compañero de aprendizaje que ayuda al estudiante en su proceso de aprendizaje. Dos áreas de aplicación relevante en las cuales se usan agentes pedagógicos virtuales inteligentes son el entrenamiento de equipos de trabajo y el proceso de concientización a varios niveles dentro de empresas. Esta aplicación plantea retos interesantes, como tener que tutelar simultáneamente a distintos usuarios que tienen el mismo conocimiento pero aplicado a diferentes niveles. Tal sería el caso, por ejemplo, de una empresa que desea concientizar en seguridad de información a sus empleados practicantes —personal operativo, gerencias de línea, alta gerencia o directorio—, que a pesar de tener un mismo cuerpo de conocimientos tendrán distintos requerimientos y enfoques.

En cuanto al modelado del alumno y diagnóstico cognitivo, el objetivo es estudiar específicamente el modelo de comportamiento del sistema que vendría a actuar como el motor de inferencia de los sistemas expertos. La idea principal es potenciar la capacidad de adaptación

de los STI a las características del alumno, creando modelos probabilísticos que representen los estados por los que el alumno va pasando en su aproximación al conocimiento que se desea que obtengan. Estos modelos se basan principalmente en lógica difusa y en las redes bayesianas con el fin de modelar estados aproximados, ya que los estados absolutos no sirven para este tipo de modelos (Sampson y otros, 2012).

Las investigaciones de la inteligencia artificial sobre sistemas de aprendizaje colaborativo buscan desarrollar sistemas que permitan a varios usuarios trabajar en grupo para resolver un problema, siguiendo los principios pedagógicos del trabajo activo y colaborativo y del aprendizaje basado en problemas. En este tipo de sistemas se crean entornos de aprendizaje en los que el alumno puede trabajar con compañeros tanto reales como simulados, aprendiendo de la interacción y de los comentarios de los compañeros y puede enseñarles lo que él sabe (*learning by teaching*) (Yudelson, 2012).

Finalmente, los sistemas basados en diálogo y lenguaje natural, que si bien pretenden el desarrollo de sistemas que interactúen con los usuarios mediante el uso de diálogos y lenguaje natural, pueden ser extendidos al ámbito de los STI. Esta línea de investigación estudia cómo se usa el lenguaje para enseñar y aprovecha literatura del área de la educación sobre la interacción en el aula, estrategias, cuestionarios y métodos de enseñanza. De la misma forma, los desarrolladores de sistemas STI requieren de un conocimiento no descriptivo para representar este conocimiento en el computador a manera de reglas (Jacko, 2012).

## **AVANCES Y LIMITACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE APOYO A LAS NEUROSCIENCIAS**

Los sistemas tutoriales están consiguiendo facilitar la educación virtual o a distancia, aplicando técnicas de *e-learning*, facilitando el acceso al aprendizaje a grupos grandes de alumnos (cuálquiera sea el nivel educativo) en un escenario de carencia de docentes e implementando mecanismos

adaptativos para sistemas educativos. Al ser un tutor particular del estudiante, posee libertad para actuar de acuerdo a sus necesidades más complejas. Sin embargo, aún no proveen de un modo de aprendizaje lo suficientemente adaptable de acuerdo a los conocimientos previos, la capacidad de evolución de cada estudiante y las concepciones epistemológicas que subyacen en las prácticas de enseñanza.

Desde el punto de vista de la IA y las ciencias cognitivas, los elementos afectivos, los aspectos de la conciencia y la cultura en su inicio no tuvieron relevancia (Carvajal, 2002), por lo que pueden ser considerados como las grandes limitaciones para plasmarlos en sistemas tutoriales educativos que involucren adolescentes. Se argumenta que esos elementos no pueden ser formalizados tan claramente en la forma en que pudiesen ser necesitados para los procesos neurocognitivos involucrados en el proceso de aprendizaje de los adolescentes. En el futuro cercano no se vislumbra ninguna metodología algorítmica que pueda formalizar aspectos afectivos del docente (que se torna ya en un elemento insustituible) o del alumno (todas las consideraciones afectivas que están involucradas en el proceso de aprendizaje de alumnos adolescentes en sus primeros años de educación superior), y esta es la principal limitación de la IA. Por lo tanto, la computadora no emula en su totalidad la mente humana sino solo una parte de ella, la que tiene que ver con los aspectos sintácticos, formales, matemáticos y lógicos, y son solamente esos aspectos los que pueden ser representados.

El desarrollo de un sistema tutorial no es una tarea sencilla, ya que dado que todos los estudiantes no tienen las mismas necesidades de aprendizaje, se requiere un sistema que pueda cambiar su forma de interacción sobre la base de las necesidades de cada estudiante. El sistema debería ser lo suficientemente flexible como para permitir que cada estudiante, de acuerdo a su nivel inicial y a su estilo de aprendizaje, pudiera elegir su propio método de enseñanza.

En la actualidad existen problemas metodológicos en el desarrollo de los STI que no han sido resueltos por completo, como las funcionalidades

básicas no estandarizadas; el conocimiento del experto que está definido en aplicaciones individuales de manera tal que no pueden ser modificadas fácilmente; los componentes del sistema tutorial que en general no son reutilizables, como los módulos del tutor y del estudiante y la interfase de usuario; y la necesidad de contar con un lenguaje estandarizado para representar el conocimiento y las herramientas para manipularlo.

El problema central puede formularse del siguiente modo: existe una necesidad de desarrollar una arquitectura para los sistemas tutoriales de modo tal que sus componentes funcionen a manera de plantillas reutilizables. Por ello se deberá contar con herramientas apropiadas de diseño (estandarizadas) que permitan desarrollar interfaces y módulos con funciones perfectamente definidas, para cualquier tipo de tutor (cualquier tipo de «curso» que quiera «dictarse»).

La segunda gran limitación es la estandarización de la representación del conocimiento, conocimiento declarativo que incluye los hechos, conceptos y vocabulario; y conocimiento procedural que incluye los pasos, las fórmulas y los algoritmos a utilizar en la resolución de problemas.

## **CONCLUSIONES**

- Los sistemas tutoriales inteligentes son herramientas tecnológicas útiles para escenarios en los cuales se requiera descentralizar el dictado de clase tradicional y en donde pueda ser escaso el personal docente apto para el tipo de conocimientos que se piensan verter. Esto ha favorecido e impulsado la oferta de cursos basados en el uso de Internet, los que conforman la denominada educación virtual, fundamentalmente destinada a estudios superiores de pre y posgrado. Para los centros universitarios implica la ampliación de su catálogo de servicios educativos así como la captación de potenciales usuarios-clientes más familiarizados con tecnologías de información y comunicaciones, como es el caso de adolescentes en edad universitaria.

- Los sistemas tutoriales basados en multimedios como mecanismos de interacción con el usuario son excepcionalmente exitosos con público adolescente, debido a la facilidad de adaptación y manejo que tienen los jóvenes de la tecnología, siempre y cuando tengan acceso a dichos medios a nivel universitario. Esto entraña que las estrategias de los centros universitarios deban «migrar» la virtualización de ciertos cursos y el uso de plataformas de *e-learning* tanto a nivel de pregrado como de posgrado.
- Los sistemas tutoriales inteligentes no son aptos para cualquier tipo de materia. Son adecuados para aquellas materias que son particularmente progresivas en cuanto a los conocimientos impartidos y de carácter aplicativo: matemáticas, física, programación, cálculo, historia, gramática de la lengua, etcétera. Aquellas para las cuales se requiere de mayor discusión o interacción entre pares (estudiantes) y con los conductores de los procesos de enseñanza (profesores y asistentes de docencia) no son espacios adecuados para el uso de STI, sobre todo si se cuenta con audiencia adolescente cuyos desarrollos emocionales son elementos ricos que pueden usarse y canalizarse dentro de las sesiones de clase presencial y en las que sí pueden emplearse otro tipo de tecnologías como soporte (multimedios tales como presentaciones, videos, chats, foros, etcétera).
- Las principales limitaciones técnicas de los sistemas tutoriales se centran en el *hardware*, el alcance de la conectividad para aquellos sistemas basados en Internet, la ausencia de formalización de factores emocionales y afectivos en los procesos de enseñanza, la extrema complejidad de modelamiento de cierto tipo de conocimientos y las dificultades en la implantación de los algoritmos de aprendizaje y adaptación al estudiante.
- La inteligencia artificial brinda sólidas herramientas tecnológicas —en la forma, por ejemplo, de los STI— para el mejoramiento del proceso educativo a nivel superior, etapa en la cual el adolescente

participa activamente de dicho proceso impulsado por su familiaridad y comodidad en el uso de soporte computarizado.

- Existen claras limitaciones en el desarrollo de ciertos aspectos emocionales del proceso cognitivo que pueden ser replicados mediante el uso de sistemas tutoriales inteligentes y casi cualquier otra herramienta de *e-learning*. Esto nos lleva a concluir sobre la importancia de la experiencia del aula para la educación del adolescente, donde si bien las herramientas computacionales pueden dar soporte a varias etapas del proceso hasta de forma lúdica y con mayor llegada con el adolescente, es imprescindible la interacción con otros estudiantes para mejorar características de su personalidad, aún en desarrollo.

## **REFLEXIONES FINALES**

Con el presente artículo hemos querido esclarecer cómo funcionan los tutores basados en *software* y cómo podrían dar solución a las necesidades de los estudiantes adolescentes que no pueden acceder a consultar al docente durante el horario habitual de clases. Además, se piensa en sentar las bases para un sistema de aprendizaje en el cual el estudiante le encuentre significado a sus acciones y supere sus dificultades incorporando conocimientos nuevos de un modo significativo y permanente (Ausubel, Novak & Hanessian, 1983).

También hemos querido plantear que el objetivo de un sistema tutorial es aprovechar los recursos tecnológicos disponibles en la actualidad, de tal forma que disminuyan las tareas de los tutores humanos y que a la vez mejore la experiencia de aprendizaje desde la perspectiva del estudiante.

Con cualquier *software* educativo que se adapte a las preferencias del estudiante, este obtendrá mejores resultados. Por otra parte, ya se ha señalado la necesidad de contar con herramientas que realicen el diagnóstico sobre el rendimiento de los estudiantes y que provean a los sistemas tutoriales de datos basados en la predicción, a fin de poder cambiar la estrategia de enseñanza cuando sea necesario o simplemente recomendar al estudiante nuevos ejercicios y problemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association for Computing Machinery-ACM (2012). *Computing Classification System*. Recuperado de: <http://www.acm.org/about/class/class/2012>
- Anagnostopoulos, I., M. Bieliková, P. Mylonas & N. Tsapatsoulis (2012). *Semantic Hyper/Multimedia Adaptation: Schemes and Applications*. Nueva York: Springer.
- Ausubel, D., J. Noval & H. Hanessian (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Caballe, S., F. Xhafa & A. Abraham (2012). *Intelligent Networking, Collaborative Systems and Applications*. Nueva York: Springer.
- Carbonell, J. (1970). AI in CAI: An artificial intelligence approach to computer assisted instruction. *IEEE Transaction on Man Machine System*, 11(4), 190-202.
- Carvajal, A. (2002). La informática educativa: una reflexión crítica. *Revista Electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 2(1), 1-21.
- Cataldi, Z. & F. Lage (2009). Sistemas tutores inteligentes orientados a la enseñanza para la comprensión. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 28. Recuperado de: <http://edutec.rediris.es/revelec2/revelec28/>
- Coon, D. & J. Mitterer (2012). *Introduction to Psychology: Gateways to Mind and Behavior with Concept Maps and Reviews*. Décimotercera edición. Belmont CA: Wadsworth Cengage Learning.
- Costa, E. (ed.) (1992). *New Directions for Intelligent Tutoring Systems. Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on New Directions for Intelligent Tutoring*. Nueva York: Springer.
- Darwiche, A. (2009). *Modeling and Reasoning with Bayesian Methods*. Cambridge MA: Cambridge University Press.
- Eliasmith, C. & C. Anderson. (2004). *Neural Engineering: Computation, Representation, and Dynamics in Neurobiological Systems*. Londres: The MIT Press.
- Ferreira, A., P. Salcedo, G. Kotz, & F. Barrientos. (2012). The arquitecture of ELE-TUTOR: An intelligent tutorial system for spanish as a foreign language. *Revista Signos*, 45(79), 102-131.

- Giardina, M. (2011). *Interactive Multimedia Learning Environments: Human Factors and Technical Considerations on Design Issues*. Nueva York: Springer.
- Greene, J. & R. Azevedo (2005). Adolescents's use of SRL behavior and their relation to qualitative mental model shifts while using hypermedia. *Proceedings in Journal Artificial Intelligence in Education*, 125, 233-240.
- Jacko, J. (2012). *Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications*. Tercera edición. Londres: CRC Press.
- Jacobson, M. & P. Reimann (2010). *Designs for Learning Environments of the Future: International Perspectives from the Learning Sciences*. Nueva York: Springer.
- Johnson, W. (1986). *Intention-Based Diagnosis of Novice Programming Errors*. San Francisco: Morgan Kauffman.
- Koch, C. (2004). *Biophysics of Computation: Information Processing in Single Neurons*. Nueva York: Oxford University Press.
- Harnish, R. (2001). *Minds, Brains, Computers: An Historical Introduction to the Foundations of Cognitive Science*. Nueva York: Wiley-Blackwell.
- Holland, Jay, Nilufar Baghaei, Moffat Mathews & Antonija Mitrovic (2011). The effects of domain and collaboration feedback on learning in a collaborative intelligent tutoring system. *Artificial Intelligence in Education, LNCS*, 6738, 469-471.
- Matazi, I., Messoussi, R., Bennane, A. (2014). The design of an intelligent multi-agent system for supporting collaborative learning. *Proceeding of International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA-14)*, 1, 1-8.
- Moshman, D. (2011). *Adolescent Rationality and Development: Cognition, Morality, and Identity*. Tercera edición. Florence, Kentucky: Psychology Press/Taylor & Francis Group.
- McCulloch, W. & W. Pitts (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 7, 115-133.
- Metcalfe, J. (2011). Metacognitively guided study in the region of proximal learning. *Proceedings of Artificial Intelligence in Education, LNCS*, 6738, 1-2.

- Müller, D. (2012). *Design Characteristics of Virtual Learning Environments: A Theoretical Integration and Empirical Test of Technology Acceptance and IS Success Research*. Nueva York: Springer Gabler.
- Nkambou, R., R. Mizoguchi & J. Bourdeau (2010). *Advances in Intelligent Tutoring Systems Studies in Computational Intelligence*. Nueva York: Springer.
- Papert, S. (1981). *Desafío de la mente: computadoras y educación*. Quinta edición. Buenos Aires: Galápago.
- Papert, S. (1993). *La máquina de los niños: replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Madrid: Paidós.
- Pauchet, A., N. Chaignaud & A. El Fallah (2007). A computational model of human interaction and planning for heterogeneous multi-agent systems. *Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*, 6, 391-393.
- Peña, A. (2012). *Intelligent and Adaptive Educational-Learning Systems: Achievements and Trends*. Nueva York: Springer.
- Popescu, E., Q. Li, R. Klamma, H. Leung & M. Specht (eds.) (2012). *Advances in Web-Based Learning. Proceedings International Conference in Web-Based Learning, ICWL*. Nueva York: Springer.
- Ramos, R. (2014). *Guía básica en neurociencias*. Barcelona: Elsevier España S.L.
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Rich, E., K. Knight & S. Nair (2009). *Artificial Intelligence*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Ritzhaupt, A. & S. Kumar (eds.) (2013). *Cases on Educational Technology Implementation for Facilitating Learning*. Hershey PA: Information Science Reference.
- Rolston, W. (1990). *Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Romero, C., S. Ventura, M. Pechenizkiy & R. Baker (2010). *Handbook of Educational Data Mining*. Londres: CRC Press.

- Sampson, D., P. Isaías, D. Ifenthaler & M. Spector (2012). *Ubiquitous and Mobile Learning in the Digital Age*. Nueva York: Springer.
- Selker, T. (1994). COACH: A teaching agent that learns. *Communications of the ACM*, 37(7), 92-99.
- Shelly, G., G. Gunter & R. Gunter (2011). *Teachers Discovering Computers: Integrating Technology in a Connected World*. Séptima edición. Belmont CA: Cengage Learning.
- Smith, S. & B. Sherwood (1976). Educational uses of the Plato computer system. *Science*, 192(4237), 344-352.
- Stankov, S., V. Glavinic & M. Rosic (2010). *Intelligent Tutoring Systems in E-Learning Environments: Design, Implementation and Evaluation*. Hershey PA: Information Science Reference.
- Stevens, A. & A. Collins (1977). The goal structure of a socratic tutor. *Proceedings of the 1977 National ACM Conference* (pp. 256-263). Nueva York: ACM.
- Tupia, M. (2009). *Fundamentos de inteligencia artificial*. Lima: Tupia Consultores y Auditores.
- Velásquez, J. (2012). *Advanced Techniques in Web Intelligence*. Nueva York: Springer.
- Wolf, B. (1984). «Context Dependent Planning in a Machine Tutor». Tesis doctoral, Universidad de Massachusetts.
- Yudelson, M. (2012). *Providing Service-Based Personalization in an Adaptive Hypermedia System*. Ann Arbor, MI: ProQuest, UMI Dissertation Publishing.



## **CAMBIOS Y TENDENCIAS EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

**Flavio Figallo Rivadeneyra**

### **RESUMEN**

En este artículo presentaré un panorama general de las tendencias de la educación superior en el mundo y cómo estas se relacionan con la acreditación, tema cada vez más importante entre nuestras universidades. Veremos también cómo están cambiando estas tendencias en el Perú y cuál es la situación de los jóvenes con relación a esta etapa de formación. Son muchos temas para el espacio que tenemos, pero confío en que será suficiente para transmitir algunas ideas importantes a tener en cuenta cuando pensamos en estos asuntos.

### **FIN DE LA FORMACIÓN BÁSICA**

A fines de 2007, Andreas Schleicher, actualmente subdirector de Educación en la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y coordinador del Programme for International Student Assessment (PISA) presentó un gráfico (gráfico 1) sobre la demanda por competencias de educación secundaria en el mundo en el cual comparaba datos de algunos países entre las décadas de 1960 y 1990<sup>1</sup>,

---

<sup>1</sup> [www.oecd.org/unitedstates/39773685.ppt](http://www.oecd.org/unitedstates/39773685.ppt)

tomando como referencia la población entre 25 y 64 años<sup>2</sup>. Lo que quiero mostrar con esto es cómo se expande la oferta educativa al punto en que si en la década de 1960 solo tres países superaban la barrera del 80% de su población activa con estudios secundarios, en la década de 1990 se encontraban en esa situación veintidós países. El caso más impresionante es el de Corea, que al inicio estaba a la par con Chile y que dos generaciones más tarde culminó el proceso de universalización de la secundaria.

Hay una gran transformación educativa que desde la segunda mitad del siglo veinte ha impulsado el desarrollo incrementando el capital humano disponible (Becker, 1993). Esta transformación continúa en el siglo veintiuno.

América Latina avanza en esta dirección, pero en general está rezagada con respecto a este proceso. La cantidad de población económicamente activa con educación secundaria se multiplica por tres en el caso del Perú y Brasil, pero esta es aún bastante baja como proporción de la población total.

## DESBORDE DEL SISTEMA EDUCATIVO Y TENDENCIAS

El crecimiento de la educación secundaria ha impulsado a su vez un notable crecimiento de la educación superior en el mundo. El informe de la UNESCO (2009) sobre la educación terciaria en el mundo nos revela un explosivo crecimiento de estudiantes en educación superior desde 1970 en adelante, así entre esa fecha y 2007:

[...] la educación terciaria se ha quintuplicado, elevándose de 28,6 millones en 1970 a 152,5 millones en 2007. Esto se traduce en un aumento promedio anual del orden del 4,6%, lo que significa que el número promedio de estudiantes terciarios se duplica cada quince años. Sin embargo, un examen más detenido de los datos revela que la expansión se ha tornado particularmente intensa a

---

<sup>2</sup> La cifra para el Perú corresponde a poblaciones de quince años y más.

partir del año 2000, con 51,7 millones de nuevos estudiantes de educación terciaria que se matricularon en un período de siete años (UNESCO, 2009, p. 11).

En América Latina, según UNESCO, el crecimiento fue más acelerado aún, de modo que la población estudiantil se decuplicó en el mismo período. Sin embargo, a diferencia de la dinámica mundial, ha tenido dos momentos de expansión, uno entre 1970 y 1980 (11% anual), y el otro luego de 2000 (6.8% anual).

Para tener una idea de cómo marcha la educación superior en América Latina tomaremos como referencia un estudio de IESALC (2006) que revisa la información sobre la tasa bruta de matrícula entre 1994 y 2008<sup>3</sup>. De acuerdo con este estudio la región estaría pasando por una tercera reforma de la educación terciaria, que se caracteriza por la masificación e internacionalización e incorpora «[...] las nuevas tecnologías de comunicación e información, las nuevas demandas de acceso de la población, incluyendo sectores fuertemente marginados con anterioridad como los grupos indígenas u otras minorías como las personas con discapacidad o los migrantes y la presencia creciente de sociedades del conocimiento que promueven la educación a lo largo de la vida, la mercantilización del conocimiento y la renovación permanente de los saberes» (IESALC, 2006, p. 12). En la mayoría de países de Latinoamérica la tasa bruta de matrícula se duplicó, con la excepción de Cuba y Brasil —que se multiplican por cinco y tres, respectivamente— y del El Salvador y Perú —que crecen el 10% y 20%—. En particular el Perú, que ocupó el segundo lugar en tasa de matriculados en 1994, pasó al noveno lugar quince años después<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> IESALC construye la serie considerando la información proporcionada por cada país hasta 2003 y estableciendo proyecciones a partir de ellas.

<sup>4</sup> En el caso peruano hay que considerar que el número de universidades se multiplica 3.7 veces entre 2006 y 2011, lo que debe haber impactado a su vez en un aumento de la tasa bruta de matriculación.

Otro aspecto importante de este informe de IESALC (2006) es el que se refiere a que el crecimiento de la educación superior se da en un contexto de privatización del servicio y baja inversión pública. La demanda por educación aumenta como estrategia de defensa frente a las turbulencias del empleo marcadas por «la incertidumbre respecto a la sostenibilidad de los trabajos» (p. 14). La información elaborada por IESALC (2006) resalta que entre 1994 y 2003 el crecimiento de la matrícula privada en educación superior tiene una pendiente mayor que la matrícula pública y ambas superiores al PBI per cápita.

En conclusión, lo que se ha producido es un desborde del sistema de educación superior, situación detectada por Martin Trow (1974; 2005), profesor de Berkeley que comenzó a investigar sobre el cambio en la educación superior en la década de 1970 y señaló que había una tendencia hacia la universalización, como consecuencia a su vez de la universalización de la secundaria, que transformaría la institución universitaria.

Hoy podemos identificar sistemas con tasas brutas de matrícula superiores al 80%, como Cuba (que ya alcanzó la universalización), Corea del Sur, Finlandia y Grecia —que están por encima del 90%— o los EE.UU. de América —que ya superaron el 80%—. Mientras tanto, en Latinoamérica los que más han avanzado son Argentina (67%) y Uruguay (64%), mientras el Perú permanece en el promedio para la región (35%).

Para Trow (2005) los cambios en el sistema de educación superior pasan por tres fases: la primera, denominada de élite, corresponde a los casos en que las universidades absorben como máximo a un 15% de la población en edad; luego viene la fase de masas, en la que el sistema y la mayor parte de universidades multiplican rápidamente su matrícula; y cuando el sistema pasa la barrera del 50% de estudiantes de la edad en educación terciaria, entran a la fase de la universalización, en la que se difuminan las barreras de acceso hasta desaparecer.

Esto coloca a la universidad peruana como una de masas. Pero, ¿qué significa ser una universidad de masas?, ¿qué impactos tiene sobre la docencia, la administración, el tipo de alumnos, las interacciones entre ellos, los objetivos institucionales, etcétera? Veamos sintéticamente cómo ve Trow (1974) estos cambios (tabla 1). Él analiza las transformaciones en diez áreas:

**Tabla 1. Conceptos de Trow sobre educación superior de élite, de masas y universal (1974)**

|       | Área                               | Élite (0-15%)   | Masas (16-50%)  | Universal (más de 50%)  |
|-------|------------------------------------|---|---|---|
| (i)   | Actitudes frente al acceso         | Un <i>privilegio</i> de cuna o talento  | Un <i>derecho</i> de quienes tienen ciertas calificaciones  | Una <i>obligación</i> para las clases altas y medias (quien no lo logra se avergüenza)  |
| (ii)  | Funciones de la educación superior | Forjar la mente y el carácter de la clase dirigente; preparación para funciones de élite                    | Trasmisión de habilidades; preparación para un más amplio rango de funciones económicas y técnicas de élite | Adaptación de <i>toda la población</i> a los rápidos cambios sociales y tecnológicos  |
| (iii) | Curriculum y formas de instrucción | Altamente estructurado en términos de concepciones del saber académico o profesional                        | Secuencia de cursos modular, flexible y semi estructurada   | Descomposición de fronteras y secuencias; difuminación de la distinción entre estudio y vida                                    |
| (iv)  | La «carrera» estudiantil           | <i>Subsidiado</i> luego de la escuela secundaria; estudios a tiempo completo hasta lograr el grado (título) | Ingreso <i>diferido</i> en números crecientes; más deserción  | El ingreso es a menudo pospuesto; se suavizan los límites entre educación formal y otros aspectos de la vida: trabajo y estudio |

|        | Área  | Élite (0-15%)  | Masas (16-50%)   | Universal (más de 50%)   |
|--------|---|--|--|--|
| (v)    | Características institucionales             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Homogéneas con estándares altos y comunes.</li> <li>- Comunidades (residenciales) pequeñas</li> <li>- Fronteras claras e impenetrables</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprehensiva con estándares más diversos</li> <li>- <i>Ciudades del intelecto</i> con población mixta residencial y <i>cama afuera</i></li> <li>- Fronteras borrosas y permeables</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran diversidad sin estándares comunes,</li> <li>- Agregado de población matriculada parte de la cual viene raramente o nunca al campus,</li> <li>- Fronteras débiles o inexistentes</li> </ul> |
| (vi)   | <i>Locus del poder y toma de decisiones</i> | La <i>Academia</i> - grupo pequeño de élite, con valores y supuestos comunes   | Procesos políticos ordinarios de intereses de grupo y programas partidarios  | Cuestionamiento de <i>las masas</i> de los privilegios especiales e inmunidades de la Academia   |
| (vii)  | Estándares académicos                       | Ampliamente compartidos y relativamente altos (en la fase meritocrática)   | Variable; sistema/institución <i>transformado en un holding de muy diferentes tipos de emprendimientos académicos</i>  | El criterio se desplaza de <i>estándares a valor agregado</i>  |
| (viii) | Acceso y selección                          | Logro meritocrático basado en el desempeño escolar   | Meritocrático con <i>programas compensatorios</i> para ofrecer igualdad de oportunidades   | <i>Abierto</i> , énfasis en <i>logro grupal igualitario</i> (promoción, clase, étnico)   |
| (ix)   | Forma de administración académica           | Académicos <i>part time</i> que son <i>administradores amateurs</i>  | Ex académicos hoy dedicados <i>full time</i> a la administración; mayor y creciente burocracia   | Administradores <i>full time</i> más especializados.<br>Técnicas de administración importadas de fuera de la academia  |
| (x)    | Gobierno interno                            | Profesores <i>senior</i>   | Profesores y personal <i>junior</i> con creciente influencia de los estudiantes  | Descomposición del consenso vuelve insoluble la gobernanza institucional; la toma de decisiones pasa a manos de la autoridad política  |

Fuente: Brennan, 2004, p. 23.

## **ACTITUDES FRENTE AL ACCESO**

Como ocurre en otros ámbitos de la sociedad, lo que antes era un privilegio se va convirtiendo primero en un derecho y luego en una obligación. Al principio, llegar a la universidad era un privilegio que requería contar con recursos y capacidades suficientes. En el Perú, por ejemplo, el número de estudiantes universitarios pasa de un millar a principios del siglo veinte a 5200 en 1940 (González Norris, 1993), para fines de siglo alcanzaba los 500 000 estudiantes y en 2010 eran ya 780 000 (Del Mastro, 2011). Primero para las capitales de departamento, y luego para las provincias más importantes de una región, contar con una universidad es un derecho exigible al Estado y que los políticos conceden con facilidad y por encima de la disponibilidad de recursos.

Como muestra de este ímpetu progresista, los gobernantes latinoamericanos suscribieron la Declaración de la CRES 2008 en América Latina y El Caribe, que dice a la letra: «La educación superior es un bien público social, un derecho humano y universal y un deber del Estado. Esta es la convicción y la base para el papel estratégico que debe jugar en los procesos de desarrollo sustentable de los países de la región» (IESALC, 2008, p. 1). Esta es una concepción a tono con los tiempos, pero que va más allá de la idea de que el acceso a la educación será en función a los méritos.

El Perú no escapa de esta tendencia: el número de instituciones de educación superior (IES) y la matrícula aumentan a una velocidad mayor que la cantidad de egresados de la secundaria, aunque el número de postulantes sigue siendo, sin embargo, mayor al de las vacantes. Llama además la atención que un factor de este crecimiento sea la inversión privada, a falta de inversión pública. Este, sin embargo, es un fenómeno que no solo ocurre en el Perú sino en muchos otros países.

El crecimiento de la oferta privada de educación superior ha carecido de controles, de tal manera que hoy pueden encontrarse universidades

que brindan servicios de pésima calidad a precios muy bajos —a las que acuden sectores de bajos ingresos—, y al mismo tiempo las universidades públicas de mejor calidad siguen siendo gratuitas aun para quienes pertenecen a grupos de altos ingresos<sup>5</sup>. El crecimiento de la economía, la disminución de la pobreza, la ampliación de la oferta y los bajos niveles de exigencia académica van disminuyendo las limitaciones al acceso<sup>6</sup>.

## **FUNCIONES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Durante la fase de élite, la función de la universidad es formar a los grupos dirigentes que conducen el país. Se trata de forjar la mente y el carácter de la clase dirigente, preparándola para una diversidad de funciones necesarias para el gobierno de la sociedad. Sin embargo, en la medida en que cada vez se requiere de más profesionales con capacidades operativas, la universidad comienza a incluir a los gremios más vinculados a la producción y el comercio y la preparación se orienta a la transmisión de conocimientos específicos para roles técnicos de élite. Durante la fase de universalización se va pasando de la idea de formar profesionales para todas las actividades propias de una sociedad industrial avanzada a preocuparse crecientemente por «maximizar la capacidad de adaptación de esta población a una sociedad cuya principal característica es el rápido cambio social y tecnológico».

Se ha producido un desfase entre los niveles de conocimiento alcanzados y la capacidad de las instituciones actuales para incorporarlos

<sup>5</sup> De acuerdo con Morón, Castro y Sanborn (2009) dos tercios de los estudiantes matriculados en institutos públicos y 80% de los matriculados en la universidad pública provienen de familias no pobres.

<sup>6</sup> Todavía «las diferencias en ingreso familiar explican, a lo más, la mitad de las diferencias en acceso a la educación superior universitaria. El resto de la brecha tiene que ver con diferencias en los antecedentes educativos del individuo, el nivel educativo de sus padres y su acervo de habilidades cognitivas» (Yamada, Castro & Rivera, 2012).

en las dinámicas culturales, políticas y económicas. Los sistemas de transmisión del conocimiento deben adecuarse a la emergente sociedad del conocimiento.

## **CURRÍCULO Y FORMAS DE INSTRUCCIÓN**

El currículo en tanto secuencias de aprendizaje, así como las metodologías e incluso los tiempos en los que se realizan las actividades académicas, van transformándose conforme se pasa de una fase a otra. Al principio, la universidad se organiza en función de un conjunto de profesiones liberales, cada una con sus propias tradiciones, y en función de un conjunto de conocimientos altamente estructurados y transmitidos de una manera frontal y memorística. La formación del carácter se produce a partir de las relaciones personales entre profesor y alumno, en una lógica maestro-discípulo en la que los alumnos concluyen su formación retando al maestro.

En la medida en que las profesiones y los estudiantes aumentan, la formación se hace más flexible, hay elementos de una profesión que sirven a un conjunto de especialidades —y por tanto es lógico compartirlos, rompiendo con una lógica formativa de compartimientos estancos—; asimismo, la secuencia del conocimiento se hace más arborescente y en consecuencia se crean currículos más flexibles que sin negar la especialización permiten conocer diversos aspectos del campo profesional. La tendencia es a tener currículos cada vez más abiertos para ofrecer mayores posibilidades a una cantidad de población más diversa.

Los métodos de enseñanza son más reflexivos y crece la preocupación por el desarrollo de las habilidades, a la par que los cursos se hacen más interdependientes y se organizan modularmente. Conforme se pasa a la universalización, los límites entre los cursos se hacen más difusos, así como las evaluaciones estructuradas. Poco a poco la formación se acerca al interés y frecuentemente al quehacer de los estudiantes. La educación a distancia crece, y la relación entre profesores y alumnos se orienta

en función de objetivos comunes; profesores y alumnos forman parte de un equipo que enfrenta problemas comunes que no se relacionan con la competencia laboral ni requieren de evaluaciones de desempeño.

Esto puede observarse en el Perú y en otros países de distintas maneras. En la medida en que todas las especializaciones requieren de competencias complejas, hay un proceso de unificación de la educación superior. Así como muchas carreras técnicas vinculadas a los servicios y a la producción se hacen universitarias con el tiempo<sup>7</sup>, los límites entre educación superior universitaria y no universitaria se tornan cada vez más borrosos.

## **LA CARRERA ESTUDIANTIL**

Actualmente, cada vez hay menos estudiantes de tiempo completo, dedicación exclusiva y subsidio familiar o estatal. La universidad va dejando de ser una comunidad en la que se comparte, además de los estudios, la vida en común propia de las ciudades universitarias que, en el Perú, en algún momento pretendieron ser algunas universidades públicas<sup>8</sup> o la PUCP<sup>9</sup>.

<sup>7</sup> Las escuelas de ingeniería y agronomía se convirtieron en universidades en el siglo veinte, y las de artes lo hicieron en el siglo veintiuno. Surgen también nuevas carreras producto de la especialización, el aumento de la complejidad o el descubrimiento de nuevos campos en los espacios de frontera entre dos o más especialidades. Surgen también iniciativas para impulsar la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad y recuperar una visión más amplia u holística para resolver los problemas de las sociedades contemporáneas.

<sup>8</sup> Es interesante en este sentido la monografía del arquitecto Martín Fabbri García sobre la historia de la ciudad universitaria de San Marcos que cita la Ley 1055 (1946), que dedica un capítulo a promover esta forma de organización. También lo es la propuesta de organización de la ciudad universitaria en el Fundo Pando a fines de la década de 1970.

<sup>9</sup> En 1967, con el apoyo de la Fundación Ford, se presenta un Plan Maestro del Campus, propuesta arquitectónica y urbanística del nuevo campus, centrado en Estudios Generales (Vega, 2012b).

En nuestro país ocurren dos fenómenos paralelos: de una parte hay cada vez mayor cantidad de estudiantes que estudian y trabajan, de manera que los locales universitarios e institutos superiores se pueblan por las noches y los fines de semana; por otro lado, hay un grupo creciente de estudiantes que entra a la educación superior a los 25 o 26 años, luego de que ha logrado cierta estabilidad económica y laboral. Esto ocurre tanto entre los sectores de bajos ingresos como entre los de ingresos mayores, que recurren a los programas de ingreso adulto<sup>10</sup>. Por ahora se trata de una puesta al día para quienes no tuvieron o no tomaron a tiempo el tren de la educación superior. En el futuro este ingreso diferido va a ir aumentando en la medida en que la educación se prolongue a lo largo de la vida, como lo atestigua el crecimiento de la formación continua que se brinda tanto a egresados de la universidad como a otros profesionales e incluso a grupos que tienen solo secundaria.

## **CARACTERÍSTICAS INSTITUCIONALES**

El estudiante pasa de una institución cerrada, separada del resto de la sociedad, conducida por un cuerpo docente colegiado con una lógica muy homogénea y con estándares muy claros, a una universidad que va flexibilizando e incorporando al alumno en nuevos tipos de poblaciones que incluyen a docentes y a estudiantes a tiempo parcial. Poco a poco la carga de la enseñanza recae en los profesores de tiempo parcial, que están más cerca de la realidad profesional y de las necesidades de las organizaciones en las que los egresados trabajan. La enseñanza se diversifica y los fundamentos institucionales se vuelven eclécticos. El campus centralizado pierde importancia, la universidad rompe sus barreras y va en busca de los estudiantes y las organizaciones que requieren de sus servicios; se multiplica la educación a distancia

---

<sup>10</sup> II Censo Universitario (INEI, 2011).

y la formación profesional por demanda. Algunas instituciones se orientan más a la enseñanza y otras a la investigación, lo que a su vez se refleja en el crecimiento de los posgrados, particularmente entre las orientadas a la investigación.

En el Perú, las universidades privadas tienen el país como espacio para su desarrollo y crean filiales, sucursales o nuevas entidades que, con distintos nombres, responden al mismo dueño. Ofrecen educación a distancia a través de oficinas que dejan las capitales de los departamentos para ir a las capitales de provincia. En el caso de las universidades públicas, las sedes en las que se desarrollaban actividades de extensión o investigación son reclamadas para convertirse en nuevas universidades. También aparecen universidades que forman parte de corporaciones nacionales, así como otras que forman parte de franquicias internacionales.

### ***LOCUS DEL PODER Y TOMA DE DECISIONES***

En las universidades de élite las decisiones están concentradas en los académicos incorporados a la orden institucional, quienes por lo general rotan para ocupar los cargos de representación, administración y organización de las actividades académicas, tanto hacia dentro de la institución como hacia el exterior. Solo los miembros de la orden pueden asumir, de acuerdo con su categoría, los cargos de conducción. Sin embargo, con el crecimiento de la universidad se requiere personal cada vez más especializado en las tareas administrativas, a quienes se delegan ciertas decisiones. A su vez los profesores de tiempo parcial son incorporados al claustro y acceden a las estructuras de poder. Con el aumento de docentes y administrativos aparecen también nuevas demandas respecto de las funciones, de cómo hacer las cosas y sobre las cuotas de poder a las que pueden acceder, lo que va transformando los valores y objetivos institucionales.

En la medida en que la universidad se convierte en una de masas y se vuelve una aspiración universal, crece el interés de los poderes públicos para manejirla a través de normas y asignación de recursos que permitan incrementar el acceso.

## **ESTÁNDARES ACADÉMICOS**

Los criterios iniciales según los cuales los más altos estándares académicos están definidos por las exigencias que se impone el propio claustro, suelen ser altos y se dan más a quien más puede. Sin embargo, en la medida en que los estándares son definidos cada vez más a nivel de todo el sistema, se comienzan a compartir criterios con las demás instituciones nacionales primero y luego con las internacionales. Lo que la sociedad demanda es el cumplimiento de estándares mínimos para todos, al principio fijados nacionalmente y luego tratando de equipararse a los fijados internacionalmente.

Conforme se pasa a la universidad de masas se incorpora el criterio de valor agregado: lo importante es cuánto se desarrolla la habilidad, sin establecer necesariamente un mismo rasero para todos.

## **ACCESO Y SELECCIÓN**

Poco a poco se abandona el criterio de que solo deben acceder a la educación superior aquellos que obtienen altos rendimientos escolares y superan exigentes pruebas de admisión<sup>11</sup>, y se reemplaza por otro sistema en el que se diferencian grupos según algunos criterios de desempeño, se hace una selección al interior de cada uno de ellos y, de ser necesario, se crean programas compensatorios para ofrecer igualdad

---

<sup>11</sup> Las pruebas de admisión estandarizadas aparecen en las primeras décadas del siglo veinte, tanto en el Reino Unido como en los Estados Unidos, como resultado de un debate sobre la democratización de la educación superior y la incorporación de procesos meritocráticos (Malkan, 2002).

de oportunidades. Esta lógica inclusiva va haciendo cada vez más difuso el criterio meritocrático, hasta igualar las vacantes con el número de postulantes y convertir a la universidad en una institución abierta.

## **ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA**

Tenemos una composición administrativa que va desde los profesores administradores —en la que los académicos se convierten en gestores de tiempo parcial que delegan en un pequeño cuerpo de empleados administrativos las tareas menores— que va transformándose hasta producir el crecimiento de la burocracia interna y académicos administradores de tiempo completo. En la medida en que la universidad crece, se diversifica y varían sus fuentes de financiamiento, aumenta la importancia de la gestión y la rendición de cuentas. Lo mismo ocurre con el papel de los administrativos, cuyas responsabilidades crecen y se profesionalizan y generan sistemas propios a los que deben adaptarse los miembros del claustro para acceder a los recursos necesarios para obtener los resultados requeridos.

## **GOBIERNO INTERNO**

Solo los profesores con los más altos reconocimientos institucionales pueden hacerse cargo del manejo de la institución y representarla en la sociedad. Se trata de un gobierno gerontocrático (o de una oligarquía académica, como la llama Clark, 1986) en el que los jóvenes deben esperar cumplir con un conjunto de rituales a los que se accede solo a través del tiempo y la experiencia. Sin embargo, esta forma de gobierno es crecientemente cuestionada por los profesores jóvenes, los estudiantes e incluso los administrativos, que poco a poco logran acceso al poder institucional, hasta que los consensos internos se tornan más difíciles y la toma de decisiones pasa a manos de una autoridad política externa.

En el Perú, al igual que en toda América Latina, la reforma universitaria reclama una mayor vinculación con los problemas nacionales, lo que implica acabar con el espíritu elitista y ampliar el acceso a la educación superior, exigiendo la participación de estudiantes y trabajadores en el gobierno universitario.

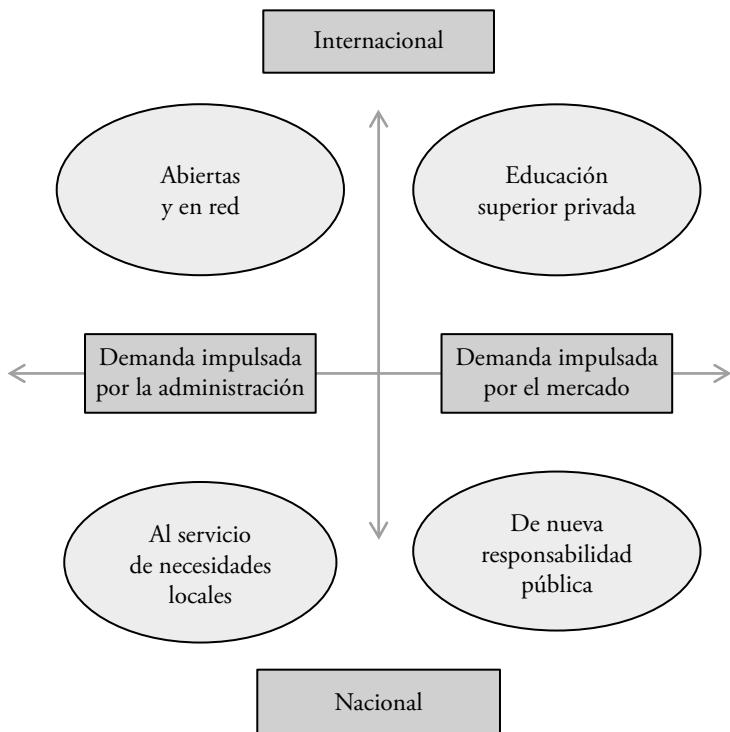
## **TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR**

Más allá de los cambios en curso que hemos señalado, debemos poner atención a las nuevas formas de organización de educación superior que se están produciendo y ubicarnos en ellas. Como es lógico, los procesos descritos no ocurren de la misma manera en todos los casos, pues dependen de las condiciones iniciales de cada organización y del entorno nacional e internacional.

El esfuerzo prospectivo de Trow, que describe la corriente principal de la evolución de las universidades, ha sido en parte continuado por el Centro de Investigación e Innovación Educativa (CERI-OCDE) en 2004 y 2008. En su estudio de 2008, el CERI propone una organización de los modelos futuros de las universidades tomando en cuenta una matriz cartesiana de dos vectores. El primero va de una sujeción de la organización a la esfera pública en un extremo, a la dependencia absoluta del mercado en el otro. El segundo vector se construye sobre la relación con las dinámicas nacionales, de una parte, y con las internacionales de la otra. Siguiendo a Trow, podríamos decir que en un caso la función de la universidad será determinada desde fuera de ella —es decir por el mercado o el interés público encarnado en el Estado—, y en el otro las universidades tenderán a convertirse en instituciones cuya función será atender las necesidades nacionales o internacionales.

De acuerdo a esta lógica, como se muestra en el gráfico 1, habría cuatro tipos de universidades: i) las abiertas y en red; ii) las de servicios a comunidades locales; iii) las de nueva responsabilidad pública; y iv) las empresas de educación superior.

Gráfico 1. Cuatro escenarios de la educación superior



Fuente: OCDE, 2008.

### SERVICIO A LAS COMUNIDADES LOCALES

Este tipo de universidades tiene como misión atender los problemas nacionales, regionales o locales. Sus recursos y su administración dependen fuertemente del sistema público; reciben financiamiento de las organizaciones locales; sus docentes son profesionales que se dedican principalmente a la enseñanza; y se orientan al desarrollo de conocimientos prácticos, aplicación y adaptación tecnológica, reemplazando la función de los politécnicos.

Estas opciones se vinculan con movimientos antiglobalización, el escepticismo frente a las posibilidades de la internacionalización, el mantenimiento de la cultura nacional y una ciencia básica compartida con los países amigos (CERI-OCDE, 2008).

Este modelo se parece al de la universidad norteamericana primigenia, pero sin la autonomía económica que le daba el nacer dotada de tierras para su sostenimiento, en cuyo caso los fondos que la sustentan son básicamente públicos. En el Perú, Lynch (2005) propone una reforma universitaria final que se relacione con su sociedad regional y el país: «La articulación del conocimiento ancestral y el moderno es lo que debe permitirnos un saber útil que resulte en una profesionalización adecuada, combinando las necesidades sociales, las demandas del mercado y nuestra propia tradición para que el conocimiento resultante tenga efectos en la producción de bienestar» (Lynch, 2005, p. 17).

Ísmodes (2006) plantea esto con mayor claridad y señala que la mejor universidad del mundo —para Huancavelica, por ejemplo, o para cualquier lugar— será aquella que solucione los problemas a los habitantes de esa región, es decir, una universidad que permita atender las necesidades de ese espacio.

Estas universidades, más vinculadas a estas necesidades locales y más dependientes del sector público que del sector privado, formarán a los profesionales que se requieren con las competencias adecuadas para los problemas regionales, y realizarán investigación aplicada a partir de los niveles de desarrollo tecnológico realmente existentes. Sin embargo, estas universidades podrán tener impacto local pero será difícil que logren interactuar a escala nacional o internacional.

## **ABIERTAS Y EN RED**

Casi en oposición al modelo anterior, este tipo de universidades se orienta al desarrollo de sistemas globales de educación superior que proveen de una enseñanza personalizada e interactiva y tienen al inglés

como lengua común. Sus investigaciones son colaborativas y aunque hay una división del trabajo, por lo general están conducidas por las instituciones de mayor prestigio. Hay además un acceso abierto al conocimiento desarrollado y a las investigaciones que se realizan.

Para su desarrollo requieren de sistemas de armonización de la educación superior, bajos costos de comunicación y de transporte, y compartir el ideal de conocimiento de libre acceso para todos (CERI-OCDE, 2008).

La universidad abierta se condice con un modelo ideal de universidad global en el cual todas las universidades locales comparten sus recursos de conocimiento, de profesores y de estudios, además de laboratorios, centros de procesamiento de información, etcétera, apoyados en las tecnologías de la información y la comunicación, y la movilidad de estudiantes, docentes e investigadores que permita una perfecta confluencia entre todas las universidades. Los estudiantes pueden matricularse en cualquier curso de cualquier universidad de la red, y las investigaciones compartidas se multiplican bajo el liderazgo de las instituciones más prestigiosas. En este escenario la universidad recupera el liderazgo de la investigación frente a organizaciones independientes y obtiene financiamiento tanto público como privado.

## NUEVA RESPONSABILIDAD PÚBLICA

En la medida en que la importancia de la educación aumenta, los Estados tienden a desarrollar mecanismos que orienten su desarrollo en función de intereses nacionales, y lo hacen financiando las carreras y actividades de investigación que consideran necesarias para este fin. Las universidades mantienen su autonomía, pero se beneficiarán de incentivos y aumentarán su acceso a los recursos públicos, comprometiéndose a rendir cuentas sobre los resultados del financiamiento para mejorar la calidad de la enseñanza o competir por fondos nacionales de investigación.

Este escenario no niega el acceso a los fondos privados, pero sí influye en cambios organizacionales que permitan a las instituciones adaptarse a los nuevos sistemas para obtener prestigio y recursos. En América Latina los sistemas de educación superior de Chile y Brasil se acercan a este esquema, aunque mientras en el primero la distinción entre lo público y privado se hace más tenue, en el segundo se organiza sobre la competencia con el sistema público.

## **EDUCACIÓN SUPERIOR PRIVADA**

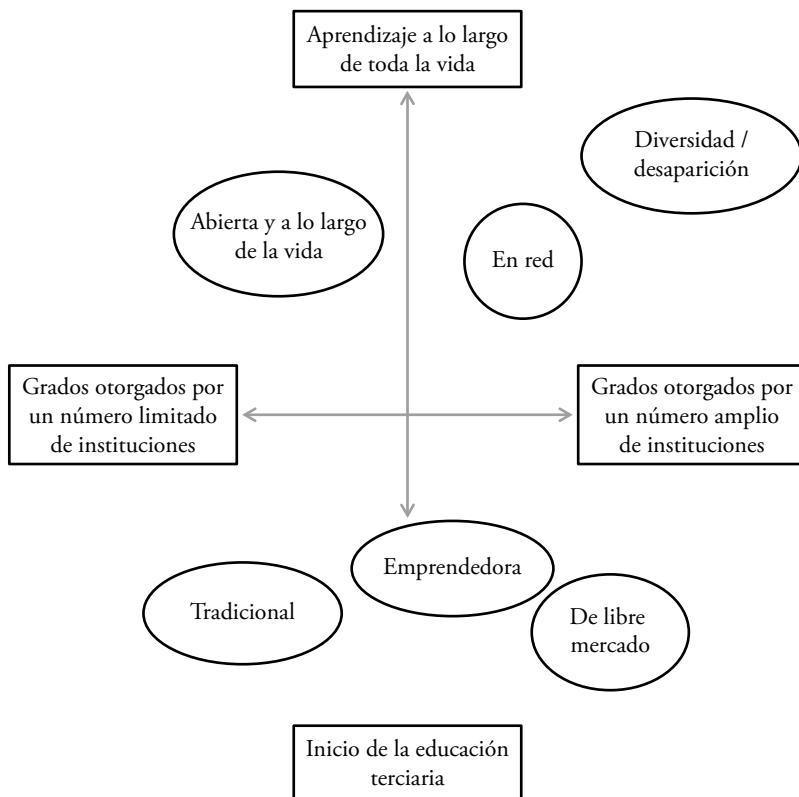
Un último tipo de universidades son las privadas internacionales de carácter comercial, que se orientan según las demandas del mercado local y ofrecen al mismo tiempo un espacio internacional de intercambio. Su opción natural por las carreras más rentables se combina con la búsqueda de fondos públicos que le permitan hacerse cargo de las disciplinas no comerciales. Actúan de manera similar con relación a la investigación, pero diferencian claramente lo que es el ámbito de la enseñanza del de la investigación.

Como reflexión final sobre las perspectivas de futuro de la educación, vale la pena también considerar el estudio de la OCDE de 2004, que proponía una aproximación al futuro a partir de dos tendencias importantes: la de considerar seriamente un sistema de aprendizaje que nos acompañe durante toda la vida y la de multiplicar los mecanismos para otorgar grados académicos y profesionales en la medida en que aumenten los proveedores de enseñanza.

Uno de los paradigmas de nuestra época se refiere a la velocidad del cambio y la necesidad de crear condiciones para adaptarnos a ellos y sin perderlos en el vértigo. Otro paradigma se vincula con el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación, cuyo impacto en las estructuras de organización de los procesos de enseñanza-aprendizaje recién empieza, por lo que es posible que se multipliquen las formas de intercambio entre los que quieren enseñar algo y los que quieren aprender.

En este marco, podemos imaginar nuevas formas de organización de la educación superior en las que profesores y estudiantes rotan e interactúan a lo largo del tiempo, multiplicando las oportunidades de aprendizaje y convirtiéndolas en parte de las actividades regulares de los individuos. Asimismo, podemos suponer que es posible que las oportunidades de aprendizaje se autorregulen de manera más abierta y que cada quien pueda encontrar lo que quiere aprender cuando lo necesita.

Gráfico 2. Seis posibles escenarios para las universidades



Fuente: OCDE, 2004.

## **¿CÓMO INCIDEN ESTAS TENDENCIAS EN LAS UNIVERSIDADES PERUANAS?**

En el Perú es difícil hablar propiamente de un sistema universitario. Si bien se comparten los objetivos de formación e investigación, no se han establecido criterios comunes ni creado sinergias positivas que multipliquen las capacidades de los estudiantes. Cada unidad actúa con independencia de las demás y mantiene una baja interacción con las demás. Su relación con el entorno, los intereses locales y nacionales, o las organizaciones productivas y sociales, es escasa y depende de las iniciativas de cada unidad. Estas se reproducen endogámicamente y tienen un bajo nivel de intercambio de profesores, alumnos, información o procedimientos.

En los últimos años se han producido algunas iniciativas relacionadas con la acreditación de las instituciones y de las carreras. Asimismo, se han creado fondos concursales para promover la investigación, se ha mantenido una política de fomento de la inversión privada, un aumento vegetativo del presupuesto de universidades públicas y discrecionalidad en el manejo de los recursos propios generados por la venta de servicios de posgrado, capacitación o laboratorios. Todas estas medidas, aunque importantes, no tienen relación entre sí.

Es en este contexto que se ha producido la masificación del nivel superior, y las instituciones públicas y privadas actúan produciendo de hecho una segmentación de la oferta educativa que relaciona de diversas maneras la calidad y el prestigio con el precio. Hay así grupos de universidades públicas que ofrecen gratuitamente carreras con algún nivel de calidad reconocida por el mercado y las encuestas de opinión pública, pero tienen barreras de acceso en pruebas de alta selectividad para la admisión. Hay también universidades públicas de bajo reconocimiento y baja o media selectividad. Lo mismo ocurre con las privadas, entre las que se pueden encontrar precios al alcance de todos los bolsillos, aunque en este caso la correlación precio-calidad suele ser más alta;

y aquí más que la selectividad (que se mantiene en algunos casos), la barrera de acceso es el costo de la educación.

En el Perú tenemos una amplia oferta privada con y sin fines de lucro —diversificada y crecientemente competitiva, en la que participan corporaciones internacionales, nacionales, organizaciones religiosas, empresas familiares e individuales, asociaciones civiles, sociedades anónimas, etcétera. De otra parte, el sistema público se ha expandido debido a la demanda directa de los líderes regionales y a las iniciativas presidenciales y parlamentarias. Este crecimiento se ha hecho por lo general a costa del patrimonio de las universidades más antiguas y con pérdida de sus locales de extensión.

Como puede deducirse, la enseñanza y el aprendizaje de los ingresantes no ha sido materia de preocupación ni objeto de políticas públicas explícitas. La expansión del sistema educativo y en particular de la educación básica en el Perú ha sido tan rápida en cantidad como ineficaz en calidad. Su crecimiento ha ido de la mano con el empobrecimiento de la condición docente, la dotación de materiales educativos y los programas de estudio. Los intentos por reformar el sistema han tenido poco impacto sobre los resultados, aun cuando se han hecho esfuerzos de mejora en diversas oportunidades. La única prueba sobre competencias de adolescentes de 15 años es la que aplica PISA (Programme for International Student Assessment) en 64 de 194 países. De acuerdo a sus resultados, los jóvenes peruanos habían mejorado en 2009 respecto del año 2000; sin embargo, manteníamos las últimas posiciones entre los países de la muestra.

No es este el espacio para discutir las razones de nuestro mal desempeño educativo sino para analizar sus consecuencias sobre la educación superior y en particular sobre la universidad y sus tareas. Así, que tengamos un 87% de adolescentes en escala 2 o menor que no logran las habilidades mínimas para desempeñarse en el mundo contemporáneo implica considerar que aquellos que ingresan a las universidades deberán adquirir estas competencias en breve plazo. Sin embargo, las universidades

no se preparan para tal situación y, más preocupadas por la falta de conocimientos que por la ausencia de habilidades para adquirirlos, implementan algunos cursos remediales, disminuyen el nivel de exigencia de sus cursos o mantienen altas tasas de fracaso. En consecuencia, es el conjunto del sistema educativo el que pierde calidad.

De otra parte, el grupo que posee las competencias requeridas por PISA no alcanza la escala más alta prevista en el programa sino la inmediatamente inferior, y es cuantitativamente insignificante (0.4%), lo que está lejos de constituir una masa crítica para la formación de una élite académica o científica.

### **PARA CERRAR...**

¿Cómo se relacionan todos estos cambios con la formación en el pregrado? Se ha mencionado que la universidad debe adaptarse para atender a alumnos diferentes por su origen social y educativo —lo que significa tutoría o acompañamiento—, sustituir la improvisación pedagógica por la competencia pedagógica para garantizar aprendizajes y explicitar la orientación institucional. A ello habría que agregar el reconocimiento de que los estudiantes son personas que transitan aún por la adolescencia; que sus capacidades para la abstracción y el pensamiento científico no están dadas y deben continuar desarrollándolas; que aún no han terminado de construir su personalidad moral y, por tanto, requieren de referentes y espacios de reflexión ética y ciudadana que se constituya en brújula, en un espacio que tiene como territorio y experiencia al mundo y toda su diversidad.

Sin embargo, los momentos de transformación o adecuación institucional como los que vive la universidad peruana son turbulentos y en ellos las oligarquías académicas suelen poner por delante su instinto de preservación, cuando no el interés de los propietarios. Toda renovación y experimentación es peligrosa, la prudencia se convierte en la virtud principal, el balance económico en el parámetro del éxito y la apertura

a diferentes grupos sociales se ve como degeneración. Muchos jóvenes buscan una mayor focalización de los estudios universitarios en función de sus intereses, por lo que separan la realización personal de la profesional y ven con recelo la cultura académica. Golte y León (2011) señalan que para los jóvenes la educación es un medio para incrementar ingresos y no un valor en sí misma; la ilustración no sirve, sus objetivos son satisfacer patrones de consumo dictados por la globalización cultural; la autonomía y afirmación se dan en los nuevos espacios, mientras los viejos rituales se cumplen en los cotidianos.

La universidad es un espacio más de socialización que se conjuga con otros nuevos basados en las TIC. Los medios de comunicación como la radio, la televisión y el cine permiten conocer y emular, pero están intermediados por un sistema de producción que actúa con independencia del autor. La Internet permite el surgimiento de diversas plataformas de interacción que dan lugar a la multiplicación de personoides (Lem, 1971)<sup>12</sup>, produciendo cambios en las dimensiones precedentes de la socialización.

A diferencia de lo que ocurre en la secundaria, la disminución de la tutela de los padres y la apertura de nuevas opciones de estudio aumentan la movilidad al interior del sistema, que se prolonga al incorporar a quienes vienen de una experiencia laboral previa. La universidad deja de ser el punto final del sistema de formación.

Para aquellos jóvenes que culminaron temprano su pregrado, los MOOC (*massive online open course*) y otras formas de actualización presencial y no presencial —que reúnen simultáneamente exigencia y prestigio institucional— se ponen a su alcance e inauguran nuevas posibilidades de especialización y de oportunidades laborales.

---

<sup>12</sup> Stanislaw Lem (1921-2006) lleva el término a la literatura en su libro *Vacio perfecto*, en el que comenta la obra ficticia de Arthur Dobb *Non serviam*. En ella los personoides son entes matemáticos imaginarios —con hasta ocho dimensiones— que razonan sobre la existencia o no de su creador.

En este marco, la diversificación de oportunidades de formación —secuenciales o no—, de cursos de actualización bajo diversas modalidades sujetos a una certificación también diferenciada, permite construir nuevas imágenes de lo que puede ser la formación superior en el futuro y de cómo ella puede engarzarse con un sistema educativo abierto a lo largo de toda la vida. Lo que sigue como pregunta es qué formas institucionales sobrevivirán y cuáles, en un futuro cercano, serán las nuevas.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Becker, Gary (1993). *Human Capital*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brennan, John (2004). The social role of contemporary university: Contradictions, boundaries and change. En *Ten Years on Changing Higher Education in a Changing World* (pp. 22-26). The Open University, CHERI-Center for Higher Education Research and Information. Recuperado de: <http://www.open.ac.uk/cheri/documents/ten-years-on.pdf>
- Castro, J. F., G. Yamada & O. Arias (2011). *Higher Education Decisions in Peru: On the Role of Financial Constraints, Skills and Family Background*. Lima: Universidad del Pacífico. Recuperado de: <https://ideas.repec.org/p/pai/wpaper/11-14.html>
- CERI/OCDE (2004). *Six Scenarios for Universities*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/36758932.pdf>
- CERI-OCDE (2008). *Four Future Scenarios For Higher Education*. Conferencia Internacional «Higher Education to 2030. What Futures for Quality Access in the Era of Globalization?» París: OCDE.
- Clark, Burton (1986). *The Higher Education System: Academic Organization in Cross-National Perspective*. University of California Press.
- Del Mastro Vecchione, Cristina (2011). *La educación superior en el Perú 2005-2009*. Lima: CINDA.
- Fabbri García, Martín (2010). *Hacia el bicentenario. Balance y perspectivas. Historia de la ciudad universitaria de San Marcos*. Recuperado de: [http://vrintvestigacion.unmsm.edu.pe/eventosVRI/taller/2010/Bicentenario/Ponencias\\_II\\_Congreso\\_Bicentenario/MartinFabbri\\_Historia\\_de\\_la CU.pdf](http://vrintvestigacion.unmsm.edu.pe/eventosVRI/taller/2010/Bicentenario/Ponencias_II_Congreso_Bicentenario/MartinFabbri_Historia_de_la CU.pdf)

- Figueroa, Adolfo (1995). La cuestión distributiva en el Perú. En Julio Cotler (ed.), *Perú 1964-1994. Economía, sociedad y política* (pp. 17-40). Lima: IEP.
- Golte, Jurgen & Doris León Gabriel (2011). *Polifacéticos. Jóvenes limeños del siglo XXI*. Lima: IEP.
- Gonzales de Olarte, Efraín (1995). Transformación sin desarrollo: Perú 1964-1994. En *Perú 1964-1994. Economía, sociedad y política* (pp. 41-68). Lima: IEP.
- González Norris, José Antonio (1993). Asignación de recursos públicos para la educación superior universitaria: Perú 1960-1990. *Notas para el debate*, 8, 37-74.
- INEI (2008). *Perfil sociodemográfico del Perú*. Dirección Técnica de Demografía y Estudios Sociales y Centro de Investigación y Desarrollo. Recuperado de: <http://www.onu.org.pe/upload/documentos/INEI-Perfil-Sociodemografico-Peru.pdf>
- IESALC-Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y El Caribe (2006). *Informe sobre la educación superior en América Latina y el Caribe, 2000-2005. La metamorfosis de la educación superior*. Anexo 2: Estadísticas. Serie y proyecciones de participación en educación superior (1994-2008).
- IESALC-Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y El Caribe (2008). *Declaración de la Conferencia Regional de la Educación Superior en América Latina y el Caribe-CRES 2008*. Recuperado de: [http://www.iesalc.unesco.org.ve/docs/wrt/declaracioncres\\_espanol.pdf](http://www.iesalc.unesco.org.ve/docs/wrt/declaracioncres_espanol.pdf)
- Ísmodes, Eduardo (2006). «Innovaciones para la mejora de la calidad de la enseñanza universitaria. Cómo estudiar en la mejor universidad del mundo... desde hoy». Presentación en la Universidad Particular Antenor Orrego, Trujillo, octubre de 2006.
- Ísmodes, Eduardo (2006). *Países sin futuro. ¿Qué puede hacer la universidad?* Lima: Fondo Editorial PUCP.
- Lem, Stanislaw (1971). *Vacío perfecto*. Madrid: Impedimenta.
- Lynch, Nicolás (2005). *La segunda reforma universitaria*. Recuperado de: <http://nicolaslynch.com/wp-content/uploads/2009/13/La-Segunda-Reforma-Universitaria.doc>
- Malkan, Matthew (2002). El debate en torno a los exámenes de admisión a la educación superior en EE.UU. El caso de la Universidad de California. *Estudios Públicos*, 87, 55-71.

- Milovanovitch, Mihaylo (2010). «The future of higher education, four OECD scenarios». Presentación para el Tercer Congreso sobre Innovación, Porto Alegre, Brasil, 18 de noviembre de 2010.
- Morón, E., J. F. Castro & C. Sanborn (2009). Helping reforms deliver inclusive growth in Peru. En L. Rojas-Suarez (ed.), *Growing Pains in Latin America*. Center for Global Development (CGD). Recuperado de: [http://www.cgdev.org/doc/books/Growing\\_Pains/07\\_Growing\\_Pains-Ch7.pdf](http://www.cgdev.org/doc/books/Growing_Pains/07_Growing_Pains-Ch7.pdf)
- Trow, Martin (1974). Problems in the transition from elite to mass higher education. En *Policies for Higher Education* (pp. 55-101). París: OECD.
- Trow, Martin (2005). Reflections on the transition from elite to mass to universal access: Forms and phases of higher education in modern societies since WWII. En Philip Atbach (ed.), *International Handbook Of Higher Education* (pp. 243-280). Amsterdam: Kluwer.
- Scheleicher, A. (2007). *Science Competencies for Tomorrow's World Seeing School Systems Through the Prism of PISA*. Washington, 4 December 2007. Recuperado de: [www.oecd.org/unitedstates/39773685.ppt](http://www.oecd.org/unitedstates/39773685.ppt)
- Sotelo M. & F. Humberto (2010). *En torno a la cuestión de la matrícula de educación superior*. Recuperado de: [http://www.peu.buap.mx/Revista\\_8/articulos/matri\\_culadeeducacionsuperior.pdf](http://www.peu.buap.mx/Revista_8/articulos/matri_culadeeducacionsuperior.pdf)
- UNESCO (2009). *Compendio Mundial de la Educación 2009. Comparación de las estadísticas de educación en el mundo*. Recuperado de: <http://www.uis.unesco.org/Library/Documents/ged09-es.pdf>
- Vega, J.F. (2012a). Evolución de la institucionalidad universitaria: historia y perspectivas. *Mural de Letras*, 12, 9-11.
- Vega, J.F. (2012b). *Antecedentes de los Estudios Generales en la PUCP*. Ponencia presentada en el Cuarto Simposio Internacional de Estudios Generales «Naturaleza y sentido de los Estudios Generales». Recuperado de: <http://textos.pucp.edu.pe/pdf/2532.pdf>
- Yamada, G., J.F. Castro & M. Rivera (2012). *Educación superior en el Perú: retos para el aseguramiento de la calidad*. Recuperado de: [http://disde.minedu.gob.pe/xtras/563\\_calidad\\_educacion\\_superior\\_v11\\_final\\_20\\_2\\_201211.pdf](http://disde.minedu.gob.pe/xtras/563_calidad_educacion_superior_v11_final_20_2_201211.pdf)



## **SOBRE LOS AUTORES**

### **Luis Ángel Aguilar Mendoza**

Director científico del Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano CEREBRUM. Catedrático y coordinador del Laboratorio de Neurociencias de Comportamiento de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Doctor en Neurociencias y Biología del Comportamiento de la Universidad Pablo de Olavide de España. Tiene un posdoctorado en Neurociencia en el Instituto Neurociencia de Castilla y León, de la Universidad de Salamanca, y otro posdoctorado en Neurofisiología en la Universidad de la República de Uruguay y la Universidad de New Castle de Reino Unido. Máster en Neurociencia de la Universidad de Andalucía. Es autor de diversos artículos y libros, representante del Perú en la Internacional Brain Research Organization-IBRO y miembro del Comité Científico de la Federación de Asociaciones Latinoamericanas y del Caribe en Neurociencias FALAN. Past-presidente y fundador de la Sociedad para la Neurociencias del Perú-SONEP.

### Rosa Ysabel Alvarado Merino

Médico pediatra. Máster en Neurociencias y Salud Mental, ha focalizado sus estudios e investigaciones en Neurología del Desarrollo. Tiene estudios de posgrado en especialización en Pediatría y es egresada de la maestría de Políticas Sociales con mención en la infancia en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Máster en Neurociencias y Salud Mental por la Universidad Overta de Catalunya. Candidata al doctorado en Antropología por la PUCP. Ha realizado estudios en psiquiatría infanto-juvenil en la Universidad Complutense de Madrid y en Neurobiología, auspiciados por la IBRO.

Está capacitada en la evaluación de la actividad motora espontánea como herramienta de diagnóstico en recién nacidos y lactantes. Ha pertenecido al grupo de investigación EBIO desde su formación en la PUCP, participando en varios trabajos de investigación en el área de bioingeniería, con énfasis en neurociencias y pediatría.

Profesora de la UNMSM en la Facultad de Medicina Humana, área de Ciencias Dinámicas, en los cursos de Biofísica y Química y, en la Escuela de Posgrado, en los cursos de Crecimiento y Desarrollo y Seguimiento Neonatal 3. Médico asistente en el servicio de pediatría del Hospital Ramón Castilla de ESSALUD, Lima.

### Mary L. Claux Alfaro

Psicóloga educacional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y doctora en Ciencias Sociales con mención en Psicología en la Universidad de Radboud, Nimega, Holanda. Es profesora principal de la PUCP y ha sido jefa de su Departamento de Psicología. Sus intereses de investigación se han orientado hacia el estudio de los factores que afectan al desempeño académico, así como al desarrollo psicológico, en especial en población adolescente. Actualmente estudia los procesos de autorregulación en la motivación, el papel del esfuerzo en el comportamiento académico y las influencias del entorno en la formación de orientaciones de metas en jóvenes.

### **Carmen Coloma**

Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación por la Universidad Nacional de Educación a Distancia de España. Magíster en Educación con mención en Planificación de la Educación y licenciada en Psicología y en Educación Secundaria por la PUCP, donde es decana de la Facultad de Educación. Tiene amplia experiencia en el diseño, desarrollo y evaluación de programas y organizaciones educativas, así como en el diseño y desarrollo de programas de capacitación a nivel superior y en gestión del conocimiento en el ámbito de la educación.

### **Flavio Figallo Rivadeneyra**

Sociólogo por la PUCP. Profesor del Departamento de Ciencias Sociales de la PUCP y coordinador de la Dirección de Asuntos Académicos y de la diplomatura de Industrias Extractivas, Vigilancia y Desarrollo Sostenible. Miembro del Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA).

Con experiencia en desarrollo académico, formulación e implementación de políticas públicas, planificación estratégica y diseño, así como en negociación y gestión de proyectos públicos de desarrollo social. Fue presidente de la comisión del plan piloto de implementación del bachillerato en el Ministerio de Educación.

Ha sido consultor del Banco Interamericano de Desarrollo y del Banco Mundial, y experto internacional en investigación social en la FAO.

### **V. Pablo Gutiérrez Galarza**

Docente del Departamento de Psicología de la PUCP. Integrante del equipo del Proyecto Cognición, Neurociencia y Aprendizaje. Licenciado en Psicología con mención en Psicología Educacional por la PUCP. Médico Cirujano por la Universidad San Martín de Porres. Candidato al grado de magíster en Neurociencias por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Asistente de investigación en el Área de Estudios para Mejoras Académicas de la Dirección de Asuntos Académicos de la PUCP.

### **María Angélica Pease Dreibelbis**

Ph.D. en Psicología Cognitiva por la Universidad de Columbia y magíster en Psicología Cognitiva por la misma universidad. Licenciada en Antropología y bachiller en Ciencias Sociales por la PUCP. Profesora del Departamento de Psicología de la PUCP. Dirige el Área de Estudios para Mejoras Académicas de la Dirección de Asuntos Académicos de la PUCP. Coordinadora del proyecto Cognición, Neurociencia y Aprendizaje del Vicerrectorado de Investigación de la PUCP. Miembro del proyecto Educación y Memoria, una propuesta para trabajar el conflicto armado interno en la escuela pública peruana, del Instituto de Estudios Peruanos.

Se ha especializado en el estudio de la adolescencia, específicamente la adolescencia tardía, sus procesos cognitivos y la manera como los adolescentes aprenden, lo mismo que en la interacción entre cognición y cultura en contextos formales de instrucción. Ha investigado la manera de potenciar procesos de aprendizaje de adolescentes tanto a nivel de educación secundaria como en la educación superior. Tiene diversas publicaciones en revistas especializadas en temas de cognición, educación y desarrollo humano. Ha recibido diversas becas, entre las que destaca la beca Fulbright.

### **Pablo Quintanilla**

Doctor en Filosofía por la Universidad de Virginia y magíster en Filosofía por la Universidad de Londres (King's College). Decano de Estudios Generales Letras de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Se especializa en filosofía del lenguaje y de la mente, epistemología y teoría de la acción. Es editor de *Ensayos de metafilosofía* (PUCP, 2009), coeditor de *Desarrollo humano y libertades. Una aproximación interdisciplinaria* (PUCP, 2009) y coautor de *Pensamiento y acción. La filosofía peruana a comienzos del siglo XX* (IRA, 2009). Es miembro de diversas sociedades académicas, incluyendo el Grupo Interdisciplinario de

Investigación Mente y Lenguaje. Ha recibido becas de investigación del Consejo Británico, la Fundación Fulbright, el Instituto Riva-Agüero y la Pontificia Universidad Católica del Perú.

**Carol Rivero**

Máster en Ingeniería de Medios para la Educación por la Unión Europea. Tiene estudios de maestría en Investigación Psicológica y licenciatura en Educación por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Licenciada en Psicología por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, con experiencia en el diseño, desarrollo y seguimiento de programas formativos en la modalidad de educación a distancia. Consultora externa e investigadora.

**Martín Santos**

Doctor en Sociología por la Universidad de Wisconsin, Madison, y magíster por la PUCP. Actualmente se desempeña como profesor e investigador del Departamento de Ciencias Sociales de la PUCP. La sociología de la educación, la desigualdad y estratificación social, el análisis de redes sociales, la teoría sociológica y la sociología de la cultura constituyen sus principales áreas de interés. Es autor de numerosos artículos académicos y del libro *La vergüenza de los pandilleros: masculinidad, emociones y conflictos en esquineros del Cercado de Lima* (CEAPAZ, 2002). Obtuvo la prestigiosa beca Spencer en investigación educativa (2008-2009).

**César Ruiz de Somocurcio**

Director académico del Centro Iberoamericano de Neurociencias, Educación y Desarrollo Humano CEREBRUM. Biólogo de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Perú), con estudios de maestría en Genética Animal en la Universidad Nacional Agraria La Molina. Educador, con estudios de maestría en Educación en la Universidad

San Martín de Porres. Actualmente cursa el doctorado en educación en la misma universidad. Ha realizado estudios de posgrado en la especialidad en Neuropedagogía en CEREBRUM, Psicopedagogía en la Universidad Andrés Bello y un diplomado de especialización en Gestión de Centros Educativos. Es editor y autor de varias series de libros de ciencias y otras áreas para primaria, secundaria y bachillerato, así como autor de artículos de la especialidad en varias publicaciones.

### **Manuel Tupia Anticona**

Ingeniero informático por la PUCP, magíster en Ingeniería de Sistemas con mención en Ingeniería de Software, doctor en Ingeniería Industrial, profesor a tiempo completo de la categoría social en el Departamento de Ingeniería de la PUCP. Es investigador en ciencias de la computación e inteligencia artificial. Como docente ha laborado en importantes universidades del Perú en programas de pregrado y posgrado. Ha publicado artículos de divulgación científica en revistas indexadas y realizado ponencias en congresos internacionales sobre seguridad, ingeniería de software, ciencias de la computación e ingeniería industrial. Actualmente es gerente general de Tupia Consultores y Auditores.

### **Liz C. Ysla Almonacid**

Docente de educación superior. Candidata al doctorado en Psicología de la Educación y Desarrollo Humano de la Universidad de Valencia. Egresada de la maestría en Educación con mención en Trastornos de la Comunicación Humana de la Escuela de Graduados de la PUCP. Actualmente dicta cursos de investigación-acción en institutos de educación superior pedagógica. Ha participado en investigaciones sobre el aprendizaje de niños y adolescentes escolares. Es beneficiaria de la Beca Jóvenes Investigadores 2013-2014 de la Universidad de Valencia.



Se terminó de imprimir en  
los talleres gráficos de  
Tarea Asociación Gráfica Educativa  
Psje. María Auxiliadora 156, Breña  
Correo e.: tareagrafica@tareagrafica.com  
Teléfono: 332-3229 Fax: 424-1582  
Se utilizaron caracteres  
Adobe Garamond Pro en 11 puntos  
para el cuerpo del texto  
setiembre 2015 Lima - Perú