



Revista Electrónica "Actualidades
Investigativas en Educación"
E-ISSN: 1409-4703
revista@inie.ucr.ac.cr
Universidad de Costa Rica
Costa Rica

Miranda Garnier, Ximena

CHARLES R. DARWIN Y EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación", vol. 10, núm. 3, septiembre-diciembre,
2010, pp. 1-24
Universidad de Costa Rica
San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44717980016>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Actualidades Investigativas en Educación

Revista Electrónica publicada por el
Instituto de Investigación en Educación
Universidad de Costa Rica
ISSN 1409-4703
<http://revista.inie.ucr.ac.cr>
COSTA RICA

**CHARLES R. DARWIN Y
EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD**
CHARLES R. DARWIN AND THE DEVELOPMENT OF CREATIVITY

Volumen 10, Número 3
pp. 1-24

Este número se publicó el 15 de diciembre de 2010

Ximena Miranda Garnier

La revista está indexada en los directorios:

[LATINDEX](#), [REDALYC](#), [IRESIE](#), [CLASE](#), [DIALNET](#), [DOAJ](#), [E-REVIST@S](#),

La revista está incluida en los sitios:

[REDIE](#), [RINACE](#), [OEI](#), [MAESTROTECA](#), [PREAL](#), [HUASCARAN](#), [CLASCO](#)

Los contenidos de este artículo están bajo una licencia [Creative Commons](#)



CHARLES R. DARWIN Y EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

CHARLES R. DARWIN AND THE DEVELOPMENT OF CREATIVITY

Ximena Miranda Garnier¹

Resumen: Los 200 años del nacimiento de Charles R. Darwin y los 150 años de la publicación de su libro “El origen de las especies” recuerdan la importancia de la creatividad y de comprender cómo se desarrolla. En este ensayo, analizo la autobiografía de Charles Darwin y concluyo que la creatividad en su vida surgió por interacción entre cualidades personales y una serie de circunstancias. En el análisis, sobresalen elementos que incluyen curiosidad, crecer cerca de la naturaleza, gusto por la lectura y el aprendizaje autónomo, la presencia de buenos mentores, disciplina, experiencia en los métodos de trabajo científico, disposición para establecer una red de científicos, y pasión por lo que se hace. Estos fueron elementos clave para su impacto en biología, geología, psicología, filosofía e incluso en nuestra percepción general del mundo. Se hacen reflexiones para educadores con la intención de promover el desarrollo de la creatividad en nuestros niños, niñas y jóvenes.

Palabras clave: DARWIN, EVOLUCION, CREATIVIDAD, EDUCACION

Abstract: The 200th anniversary of Charles R. Darwin’s birth and the 150th of the publication of his “Origin of Species” remind us of the importance of creativity, and of understanding its development. In this essay, I analyze the autobiography of Charles Darwin and conclude that his creativity resulted from a series of personal qualities and circumstances. The key elements I found include curiosity, growing near nature, passion for reading and for autonomous learning, the role of good mentors, discipline, a disposition to establish a network with other scientists, experience with scientific methods, and passion for what he did. The presence of these elements in his life resulted in his transforming biology, geology, psychology, philosophy, and even our general perception of the world. Reflections for educators are presented with the intention of promoting the development of creativity in our children and youth.

Key words: DARWIN, EVOLUTION, CREATIVITY, EDUCATION

¹ Educadora graduada del programa de maestría “Mente, Cerebro y Educación” de la Escuela de Posgrado en Educación de la Universidad de Harvard, con énfasis en Ciencias Cognoscitivas aplicadas a la Educación. Bióloga graduada de Bachillerato y Maestría en la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica con especialidad en Entomología. Ha trabajado con niños, niñas, jóvenes y docentes para promover el desarrollo de la creatividad y la innovación en educación, principalmente en educación científica. Actualmente labora en la Vicerrectoría de Docencia de la Universidad de Costa Rica.

Dirección electrónica: ximena.miranda@ucr.ac.cr

Artículo recibido: 28 de mayo, 2010

Aprobado: 29 de noviembre, 2010

1. Introducción

1.1 Celebrando la vida de Charles R. Darwin

La celebración de 200 años del nacimiento de Charles R. Darwin (Figura 1), y 150 años de la publicación de su libro: “*El origen de las especies*” (Darwin, 1859) no puede pasar sin algunas páginas que analicen su vida y su legado. Estos aniversarios no solamente tienen sentido para biólogas y biólogos, sino que, también, son significativos para personas de profesiones e intereses muy diversos. Para quienes queremos comprender el desarrollo de la mente, incluyendo educadores, psicólogos y especialistas en ciencias cognoscitivas, son de interés estas fechas, ya que Charles Darwin es uno de los mejores ejemplos del fenómeno conocido como creatividad. En cierta forma, las celebraciones se deben a que valoramos la creatividad humana en su máxima expresión.

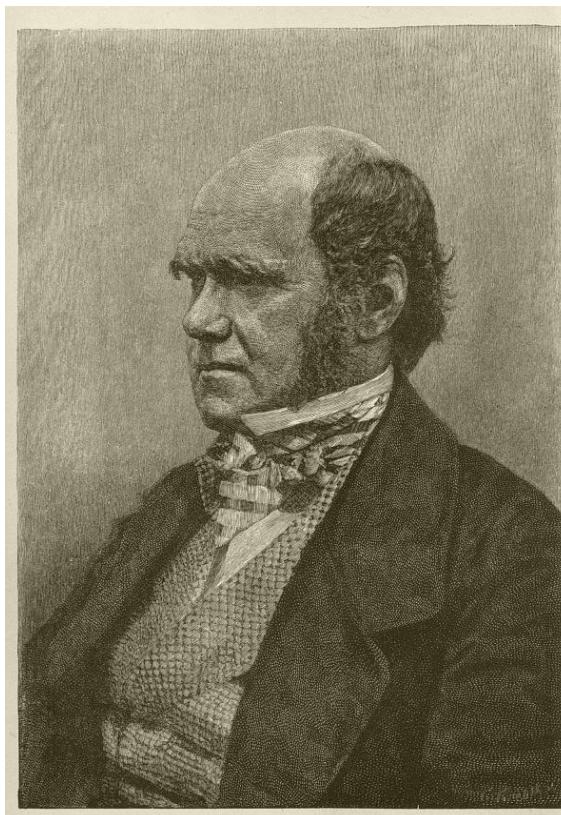


Figura 1. Retrato de Charles R. Darwin datado de 1854, pocos años antes de publicar *El Origen de las Especies*; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>). Más información sobre esta imagen en: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1452.1&viewtype=image&pageseq=8>

Si queremos aprender de Darwin, podemos tratar de navegar dentro de su mente como "naturalistas" en una gira similar al famoso viaje del Beagle (Figura 2), con la intención de comprender la naturaleza de la creatividad científica (Gruber, 1981). ¿Pero cómo hacerlo? Darwin dejó gran cantidad de cuadernos, cartas y publicaciones que pueden funcionar como trazas de su pensamiento (Figura 3). En este artículo, utilicé principalmente la autobiografía que escribió para su familia, en la versión que editó y publicó su nieta Nora Barlow (1958). De esta, he traducido al español algunas frases significativas para comprender el desarrollo de la creatividad en su vida.

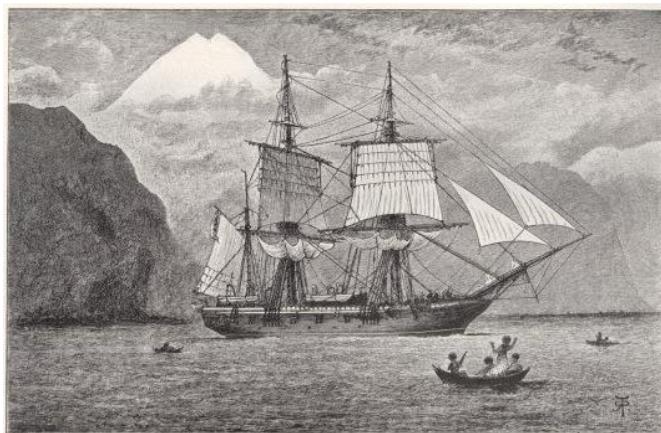


Figura 2. Ilustración de la embarcación H.M.S. "Beagle" en el Estrecho de Magallanes; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>). Más información sobre esta imagen en: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1481&viewtype=image&pageseq=32>

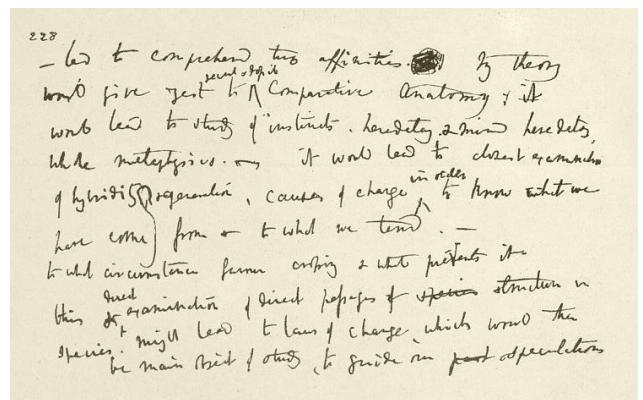


Figura 3. Anotaciones de Charles Darwin en uno de sus cuadernos, datadas de 1837; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>). Más información sobre esta imagen en: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1452.2&viewtype=image&pageseq=19>

1.2 Definiciones de creatividad

Primero, se debe explicar la definición de creatividad que se usa a través del artículo. Para muchas personas, crear algo es, por sí mismo, suficiente para hablar de creatividad. Para otras no cualquier producto, idea o descubrimiento es creativo; solamente lo es si tiene algún elemento de novedad. Y para otras todavía falta algo: argumentan que la novedad tampoco es suficiente para hablar de creatividad, porque además de ser nueva, una idea debe tener valor para alguna comunidad (Sawyer, 2006). Algunos investigadores de la creatividad insisten en la importancia de este elemento de reconocimiento social, y plantean lo que se conoce como la definición sociocultural de la creatividad. Charles Darwin fue una persona creativa bajo cualquier definición que usemos; pero este artículo se basa en la definición sociocultural, que habla del nivel más alto que se puede alcanzar en lo que se puede ver como una progresión continua, para resaltar la creatividad de Darwin y no para disminuir la importancia de sus otros niveles. Los educadores debemos poner más atención al desarrollo de la creatividad en todos sus niveles para promover que niños, niñas y jóvenes generen por sí mismos todo tipo de productos, ideas y descubrimientos.

La definición sociocultural de creatividad tiene tres elementos. El primero es un individuo que produjo ciertas ideas y productos, en este artículo, Darwin. El segundo es alguna disciplina o dominio cultural, aquí la ciencia. Y el tercero es el campo de expertos de la disciplina o dominio cultural, compuesto en este caso por otros científicos. Los tres elementos son necesarios para que exista la creatividad desde una perspectiva sociocultural: se entiende como un proceso por medio del cual un individuo crea una idea, producto, o descubrimiento que los expertos del campo o dominio cultural reconocen y validan (Csikszentmihalyi, 1996). En otras palabras, la creatividad se define como el proceso por el cual surge un producto novedoso que recibe un alto nivel de reconocimiento social (Sawyer, 2006).

1.3 La creatividad excepcional de Charles R. Darwin

Con esta definición clara, se puede afirmar que Charles Darwin es un caso de creatividad excepcional. Darwin tuvo impacto en el campo de la geología, por sus escritos sobre el tema (Figura 4) y al proponer la teoría de formación de arrecifes coralinos (Darwin, 1842). En biología, el impacto ha sido transformador por su producto estrella: “*El Origen de las especies*”. No siempre fue claro el aporte de este libro, y en momentos, como entre 1930 y 1940, era difícil ver su relevancia; pero actualmente sus ideas se han convertido en la

médula de la biología como disciplina. La investigación en biología es prácticamente inimaginable sin los conceptos de adaptación y selección natural, y sin la idea de que cada especie es el producto de una larga historia de cambios a partir de poblaciones ancestrales. Muchos de estos conceptos son ahora herramientas intelectuales que sirven de soporte para otras ciencias, como gran parte de la biomedicina, las ciencias ambientales, la psicología y las teorías de comportamiento humano (Browne, 2006). Gracias a las ideas de Charles Darwin, la biología pasó de una visión estática de los seres vivos a una visión atenta a los orígenes y el desarrollo de los fenómenos que estudia (Kegan, 1982). El campo de expertos valida y reconoce gran parte de las ideas de “*El Origen de las especies*” como centrales para el campo de la biología, 150 años después de su publicación, y esto lo convierte en un producto creativo muy importante.

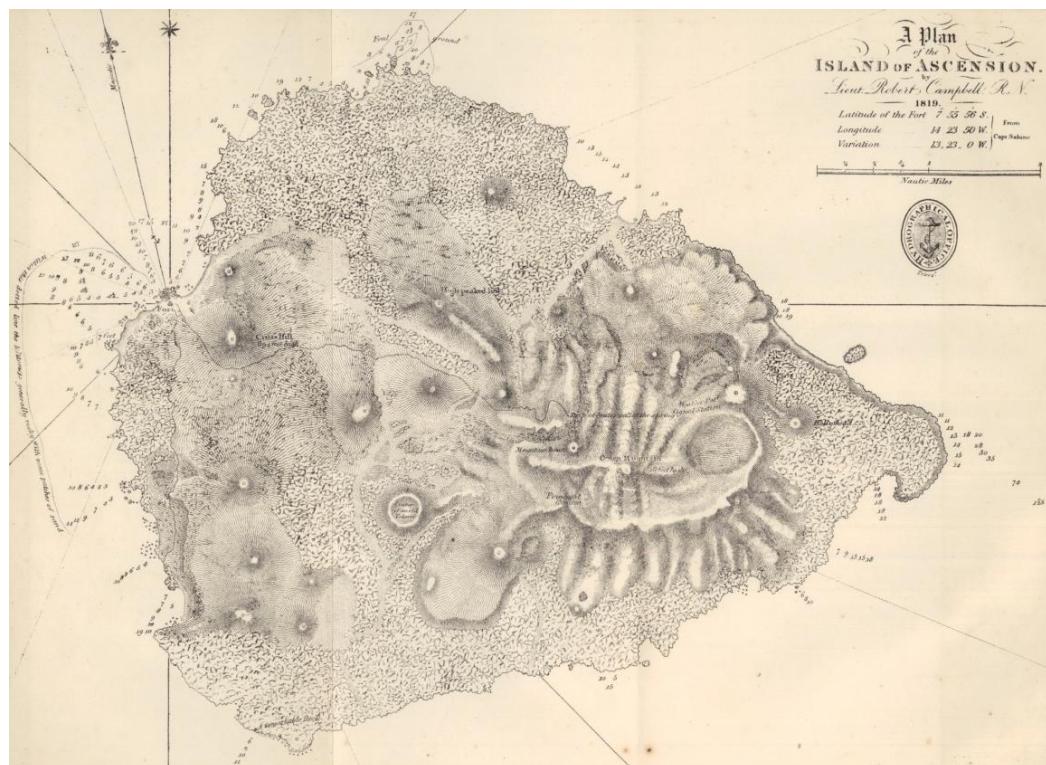


Figura 4. Ilustración de la Isla de Ascensión publicada en las observaciones geológicas de islas volcánicas realizadas durante la segunda parte del viaje del H.M.S. Beagle entre 1832 y 1836; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>). Más información sobre esta imagen en: <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F272&viewtype=image&pageseq=7>

Existen otras ideas menos conocidas entre las de “*El Origen de las especies*”, que siguen siendo revisadas por expertos en biología. Por ejemplo, Mary Jane West-Eberhard (2003) valora que Darwin (1868) propuso su hipótesis de pangénesis y trató de explicar las fuentes de variación fenotípica antes de que se descubriera el ADN, un acto heróico para el conocimiento de entonces. Valora que esta hipótesis contiene pistas importantes para comprender el rol de la plasticidad del desarrollo en la evolución de los organismos, línea de investigación que ha estado revelando piezas que hacían falta para comprender el rompecabezas de la evolución de los seres vivos. La dinámica sociocultural de la creatividad continúa haciendo un triángulo entre sus ideas, el dominio de la biología y el campo de expertos, ¡después de 150 años!

El caso es aún más excepcional. No solo tuvo impacto en geología, biología y psicología; sus ideas son de gran importancia en un plano filosófico o, si se quiere, existencial. Así como Nicolás Copérnico mostró que la Tierra no era el centro del sistema solar, Darwin mostró que el orden biológico no gira alrededor del ser humano (Gruber, 1981). Tal vez la idea más radical fue proponer que un mecanismo sin propósito final alguno, como es la selección natural, es responsable de la creación de todas las especies incluyendo al ser humano. Esto se contrapone a las explicaciones sobrenaturales que históricamente ha preferido el ser humano, en las cuales la creación es dirigida por uno o más seres inteligentes y todopoderosos. Muchas personas, sin embargo, gracias a Darwin aceptan como parte de la belleza de la vida las ideas de que todos los seres vivos somos producto de la evolución y de que estamos emparentados.

Independientemente de nuestras creencias, el impacto y la controversia que las ideas de Darwin han tenido en diversas facetas socioculturales del ser humano son muestra clara de que estamos frente a un caso de creatividad impresionante. Quienes queremos aprender de este maestro nos podemos preguntar: ¿Cómo fue que su mente se hizo tan creativa? Comparto con ustedes lo aprendido en busca de la respuesta por medio de un recorrido a través de su vida, incluyendo algunas reflexiones para quienes trabajamos en docencia.

2. Desarrollo de la creatividad a través de la vida de Charles R. Darwin

2.1 Los años escolares

En los estudios de creatividad de Mihaly Csikszentmihalyi (1996), se han encontrado factores en común entre decenas de mujeres y hombres que han afectado los dominios culturales en que trabajan. Tener curiosidad por al menos algún aspecto de la realidad

resultó ser la cualidad más importante que caracterizaba la etapa de la niñez y adolescencia de prácticamente todos los individuos que participaron en el estudio. La oportunidad de mostrar gustos e intereses por diversos campos también resultó ser importante. En este sentido Bobby, como llamaban a Darwin cuando era niño (Browne, 1995), no es la excepción. Esto sobresale en las siguientes citas: “*Desde temprano en mi juventud tenía un deseo fuertísimo de poder comprender o explicar todo lo que observaba*” (Darwin, 1958, p.141):

Mirando hacia atrás tan bien como puedo a mi carácter durante mi vida escolar, las únicas cualidades que en este periodo eran prometedoras para el futuro eran, que tenía gustos fuertemente definidos y diversos, mucho entusiasmo por lo que me interesaba, y un placer por entender cualquier sujeto o cosa compleja. (Darwin, 1958, p. 43)

Mostró curiosidad por objetos del mundo natural y por algunas actividades que son parte del quehacer científico: “*Para cuando iba a esta escuela mi gusto por la historia natural, y más específicamente por recolectar, estaba bien desarrollado. Yo trataba de descifrar los nombres de las plantas y recolectaba todo tipo de cosas, conchas, sellos, monedas y minerales*” (Darwin, 1958, p. 23).

Expresaba que este gusto por recolectar era, a su parecer, innato, y posiblemente en parte lo era. Desde otra perspectiva, hay razones para pensar que crecer cerca de la naturaleza hizo que su afán por colecciónar y su curiosidad se dirigiera hacia ella. Las casas en donde vivió o pasó vacaciones estaban rodeadas por bosques y campiñas, y sus padres cultivaban plantas y criaban palomas como parte de sus pasatiempos (Browne, 1995). La cacería y la lectura de ciertos libros, como “*The Natural History of Selborne*” (White, 1788), lo hicieron desarrollar el gusto por observar los hábitos de las aves y hasta tomar algunas notas sobre sus comportamientos. Los roles sociales de sexo en niños hombres promovían la cacería, la pesca, montar a caballo y otras actividades que estimulan la atención al comportamiento de los animales.

En ese sentido, como educadora preocupada por la igualdad de género, pienso que si se hubieran promovido actividades similares en las niñas y, sobretodo, si se le hubieran ofrecido oportunidades de estudio como las que se le dieron a Charles, su hermana menor Catherine también pudo haber sido una bióloga importante. Desearía que los 200 años que han pasado hubieran eliminado al menos las diferencias de oportunidades. Sin embargo,

estar presente en los debates que comenzaron en la Universidad de Harvard en el 2005, en los que el entonces presidente de la universidad cuestionó –equivocadamente, por supuesto– la capacidad innata de las mujeres para trabajar en campos científicos, me hizo notar claramente que tenemos mucho por hacer para que niñas y niños tengan oportunidades equitativas para desarrollar su creatividad.

Es relativamente fácil concluir que para Charles Darwin, el gusto por recolectar y la curiosidad de su niñez y adolescencia, y su orientación hacia el mundo natural, deben haber desarrollado en él una fuerte disposición para la observación detallada de plantas y animales. Recordaba haber hecho paseos a los 10 años en los que reconocía los insectos que no eran de su pueblo natal, y a los 67 años todavía los podía identificar a nivel de género. Entonces, la curiosidad en la infancia posiblemente contribuyó al desarrollo de disposiciones y capacidades que Darwin continuó utilizando en su vida adulta para descubrir las ideas y productos de tanta relevancia.

La educación formal que Darwin recibió entre los 8 y 16 años (Figura 5) no despertó las pasiones e intereses que lo motivaron en su vida:

Nada pudo haber sido peor para el desarrollo de mi mente que la escuela del Dr. Butler, porque era estrictamente clásica, y no se enseñaba nada excepto un poco de antigua Geografía e Historia. La escuela como una forma de educación para mí fue simplemente un vacío... El único placer que alguna vez recibí de estos estudios, fue de algunas odas de Horacio, a quien admiraba mucho. (Darwin, 1958, p. 28)



Figura 5. Fotografía de la escuela de Shrewsbury, a la que fue Charles Darwin entre 1818 y 1825; actualmente este edificio es una biblioteca pública. Imagen cortesía de Dr. John van Wyhe ed., *The Complete Work of Charles Darwin Online* (<http://darwin-online.org.uk/>).

Se puede rescatar que la escuela promovió el desarrollo de sus habilidades de expresión escrita y gusto por la lectura. Pero la educación a nivel informal tuvo un rol mucho más importante. En contraste a lo que expresó sobre la educación formal, así describió lo que aprendió de ayudar a su hermano Erasmus en el laboratorio químico de su casa: “*Esta fue la mejor parte de mi educación en la escuela, porque me mostró en una forma práctica el significado de la ciencia experimental*” (Darwin, 1958, p. 45).

Darwin no es el único ser creativo que ha criticado la educación formal. En el estudio de Czikszentmihalyi (1996), resulta extraño el poco efecto que la escuela y el colegio tuvieron en las vidas de personas creativas. A menudo quedó el sentir de que la escuela más bien amenazó con extinguir el interés y la curiosidad que la niña, niño o adolescente ya había descubierto. Al celebrar los 200 años del nacimiento de Darwin, debemos escuchar con atención el mensaje que este niño nos envía a través del tiempo. Si queremos una sociedad más creativa, es fundamental que llenemos los vacíos de la educación formal y logremos enriquecerla con actividades que verdaderamente promuevan pasión, intereses diversos, y curiosidad por distintos aspectos de la realidad.

Los mismos estudios encontraron otro factor muy importante para nosotros los docentes. Si bien rara vez se mencionó la escuela como fuente de inspiración, en las historias de vida de estas personas creativas se mencionaron algunos maestros y maestras que hicieron la diferencia al despertar, mantener, u orientar sus intereses durante la infancia o la adolescencia. De esos casos, sabemos que lo más importante era que el o la docente notara ciertas características especiales, creyera en sus habilidades, y que tuviera una preocupación genuina por él o ella (Czikszentmihalyi 1996). Esto nos recuerda que los docentes sí podemos hacer la diferencia en la vida de una persona.

2.2 Los años universitarios

Antes de analizar su vida universitaria, parece justo recordar que Darwin no comenzó esta etapa de su educación como tábula rasa; ya contaba con una tradición familiar, una cierta concepción de sí mismo, y algunas ideas (Gruber, 1981). Su abuelo, Erasmus Darwin, fue el autor de una teoría evolutiva similar a la de Lamarck. Gruber (1981) sostiene que varios elementos de la visión de mundo familiar se transmitieron por generaciones a Darwin, entre ellas admirar la naturaleza y tratar de estudiarla como un todo, gusto por el cambio en lugar de miedo al cambio, fascinación por el diseño mecánico y biológico, y por la forma en la cual cada organismo calza en la economía de la naturaleza.

La entrada a la universidad fue para Darwin antes de lo normal. En 1825 (16 años), su padre lo envió a la Universidad de Edimburgo a estudiar medicina, acompañando a su hermano Erasmus. Después de dos años, Darwin perdió el interés, y por sugerencia de su padre siguió la carrera de clérigo en Cambridge entre 1828 y 1831 (Figura 6).



Scott & Wilkinsons phot.

Figura 6. Fotografía de la residencia estudiantil de Charles Darwin en Christ's College, publicada en 1887 por su hijo Francis Darwin; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk>). Más información sobre esta imagen en: <http://darwin-online.org.uk/content/frame?itemID=F1481&viewtype=image&pageseq=27>

¿Si Darwin estuvo estudiando para médico y sacerdote, cómo terminó como científico, y por qué lo hizo tan excepcionalmente? La carrera de clérigo incluía distintas áreas de la ciencia, y no era extraño que un clérigo fuera científico. Además, sabía que iba a heredar

suficientes recursos económicos y podía escoger carrera. Decidió no ser médico, y la carrera de clérigo “tuvo un tipo de muerte natural” cuando se montó en el Beagle. La estabilidad económica es, sin embargo, sólo parte de la historia; pienso que sus cualidades merecen reconocimiento. En la etapa universitaria, mostró gran autonomía en cuanto a la libre exploración y aprendizaje sobre ciencias naturales. Del primer año de la Universidad de Edimburgo, hay registros de que los hermanos Darwin utilizaban la biblioteca más de lo acostumbrado (Darwin, 1958). Y él decía:

La enseñanza en Edimburgo era por medio de lecciones magistrales, y estas eran intolerablemente aburridas, a excepción de las de química que daba Hope; pero para mí no hay ventajas y hay muchas desventajas en las lecciones magistrales en comparación con la lectura. (Darwin, 1958, pp. 46-47)

De vacaciones, siempre tenía un buen libro a la mano que leía con gran interés. El gusto por la lectura y el acceso a las bibliotecas de Edimburgo y Cambridge le permitieron desarrollar sus propios intereses libremente, independientemente de las carreras que seguía. Incluso fue leyendo libros que despertaron en él las ganas de hacer un aporte a la ciencia:

Durante mi último año en Cambridge leí con cuidado y profundo interés la ‘Narrativa Personal’ de Humboldt. Este trabajo y el trabajo de Sir J. Herschel llamado ‘Introducción al Estudio de la Filosofía Natural’ despertó en mí un gran entusiasmo por agregar aún la más humilde contribución a la noble estructura de la Ciencia Natural. Ni un solo libro ni una docena de otros libros me han influenciado tanto como estos dos. (Darwin, 1958, pp. 67-68)

Aunado a lo anterior, hubo gran cantidad de actividades extracurriculares a las que se sumó con entusiasmo, especialmente en el segundo año en Edimburgo, cuando ya sin su hermano, adquirió mayor independencia. Comenzó a conocer muchas personas, tanto de su edad como profesores mayores, que amaban las ciencias naturales y que se involucraban en actividades científicas. Se iba con los profesores de zoología marina en sus giras a recolectar animales que luego disecaba. Se hizo amigo de pescadores y los acompañaba a buscar ostras que integraba a su colección. Conoció a un hombre que sabía disecar aves y lo contrató para que le enseñara. Formó parte de la *Sociedad Plineana*, en la cual estudiantes leían y discutían artículos de historia natural. Lo invitaron varias veces a la Sociedad Werneriana, en donde se escuchaban presentaciones de naturalistas expertos.

La lista de actividades en las que se involucró con entusiasmo es larga. Recolegó escarabajos con gran pasión (Figura 7), y decía que ningún poeta sintió más gusto al ver su primer poema publicado que cuando él vio en la publicación Ilustraciones de Insectos Británicos las palabras: “recolectado por C. Darwin”. Es obvio que en sus días de Cambridge, ya a la edad de 18 años, estaba profundamente involucrado en trabajo científico, especialmente en entomología. En esta etapa sobresale una gran disposición para aprender de manera autónoma, entusiasta y activa.

En su autobiografía dice haber perdido el tiempo en esta época. Pienso que el maestro de 67 años fue muy duro al juzgar retrospectivamente al aprendiz de 18 años, y posiblemente ya había aumentado sus estándares en cuanto a lo que era aprovechar el tiempo. Lo cierto es que tuvo la suficiente disposición y motivación intrínseca para aprender activamente, beneficiándose de un ámbito amplio de opciones en el ambiente universitario. Así fue como se preparó en el repertorio de técnicas de lectura analítica, observación, y recolección que le permitieron aprovechar al máximo la gran oportunidad de su vida: el viaje del Beagle. Para nosotros los docentes, su ejemplo deja una clara lección sobre el valor que tiene la motivación intrínseca para aprender. Es en pocas personas que esa pasión por aprender se manifiesta en una forma tan intensa y persistente, generalmente es algo más frágil que se pierde si no se estimula. Si queremos una sociedad más creativa, no podemos dejar que se apague la pasión por aprender en nuestras aulas.

2.3 El rol de los mentores

En la etapa universitaria aparecieron los primeros mentores de Darwin. La importancia de los mentores es introducida en su autobiografía de la siguiente manera: “*Todavía no he mencionado una circunstancia que influyó mi carrera completa más que cualquier otra. Esta fue mi amistad con el profesor Henslow*” (Darwin, 1958, p. 64; Figura 8).



Figura 7. Algunos de los escarabajos recolectados por Charles Darwin, conservados en el Museo de Zoología de Cambridge. Imagen cortesía de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>).

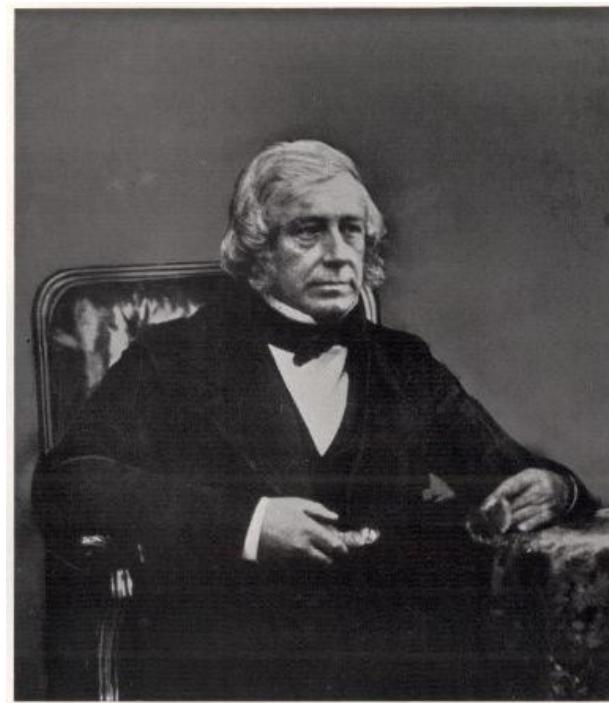


Figura 8. Retrato de John Stevens Henslow, un mentor muy importante para Charles Darwin; imagen reproducida con permiso de Dr. John van Wyhe ed., The Complete Work of Charles Darwin Online (<http://darwin-online.org.uk/>). Más información sobre esta imagen en: [http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1481&viewtype=imag e&pageseq=29](http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1481&viewtype=image&pageseq=29)

El Reverendo John Stevens Henslow se convirtió en la persona más cercana a Darwin en Cambridge; incluso le llegaron a llamar: “*el hombre que camina con Henslow*”. Era a la vez profesor, clérigo, botánico y hacía algunos trabajos en geología. Henslow fue quien convenció a Darwin de estudiar geología. Al adoptarlo como su mentor, Darwin siguió gran parte de la combinación de intereses de Henslow durante los siguientes años. Esta combinación fue la que asumió en el Beagle y la que, más adelante, lo llevó a trabajar preguntas sobre la evolución de los organismos (Gruber, 1981).

Los profesores que se convierten en mentores pueden promover el desarrollo de los individuos creativos al despertar los intereses que están latentes en un sujeto (Czikszentmihalyi, 1996). Las lecciones de geología que Darwin había tenido en Edimburgo habían sido tan aburridas que había decidido nunca estudiar ni leer sobre este campo. Pero Henslow logró despertar ese interés en él, y esto se convirtió en una clave importantísima para su desarrollo profesional. Henslow también fue quien le dio los libros de Charles Lyell a

Darwin. Sin que Darwin trabajara en la geología y fuera influenciado por el trabajo de Charles Lyell, quien estableció la idea de que la geología terrestre evolucionó por la acumulación gradual de cambios pequeños, parece difícil que hubiera llegado a descubrir todas las ideas de “*El Origen de las especies*” (Gruber, 1981).

Los mentores y los profesores de distintos niveles también debemos proporcionarle a nuestros estudiantes los retos intelectuales apropiados para que encuentren una vocación (Czikszentmihalyi, 1996). En el caso de Darwin, Henslow cumplió muy bien con esta labor; justo después de que terminó sus años en Cambridge y su pequeño *tour* geológico del norte de Gales, lo recibió una carta de Henslow “... informándome que el Capitán Fitz-Roy estaba dispuesto a ceder parte de su propia cabina a algún joven que fuera como voluntario, y sin pago, como naturalista en el viaje del Beagle” (Darwin, 1958, p.71).

Si Henslow fue responsable del primer evento en la cadena que llevó a Darwin al viaje del Beagle, y quien despertó su interés en la geología, no hay duda de que fue un mentor fundamental en el proceso de desarrollo de la creatividad científica de Darwin. Ambos sucesos fueron determinantes para que él lanzara al mundo las ideas que transformaron el dominio de la biología.

Los mentores pueden además contribuir a que un aprendiz sepa si va bien en el camino. Más adelante, durante el viaje del Beagle, se dio un evento que ejemplifica esto:

Cuando llegaba el final de nuestro viaje recibí una carta mientras estaba en Ascención, en la que mis hermanas me dijeron que Sedgwick había llamado a mi padre para decirle que yo debería ocupar un lugar entre los científicos líderes. No podía en ese momento comprender cómo él se había enterado de mis quehaceres, pero escuché (creo que más adelante) que Henslow había leído algunas de las cartas que le envíe ante la Sociedad Filosófica de Cambridge y que las había impreso para distribuirlas entre ciertas personas. (Darwin, 1958, pp. 81-82)

Darwin se alegró muchísimo al recibir esta carta, y pienso que así se enteró de que estaba haciendo las cosas bien. Debemos darle el crédito respectivo a sus hermanas, quienes se encargaron de que la retroalimentación llegara a Darwin en un buen momento. La retroalimentación de este tipo es importante para mantenerse en una carrera difícil y competitiva como esta; muchos científicos en potencia se han alejado de los campos científicos al no tolerar los largos ciclos de inseguridad antes de recibir retroalimentación en forma de apoyo o reconocimiento, necesarios para seguir adelante (Czikszentmihalyi, 1996).

Finalmente, es importante decir que los profesores que toman bajo su ala a un aprendiz, deben asegurarse en diversas maneras de que buenos o buenas estudiantes sean notados por los especialistas del campo. La cita previa indica que Henslow también hizo esto en diferentes formas, especialmente durante el viaje del Beagle, al colocar las colecciones y leer las cartas de Darwin en los ambientes académicos adecuados (Gruber, 1981). Si el proceso creativo requiere de acceso a un dominio cultural para poder tener impacto en él, los mentores tienen un doble rol en el desarrollo sociocultural de la creatividad científica: como expertos del frente de guardianes que dejan entrar (o no) nuevos descubrimientos, y como los que motivan y abren las puertas a jóvenes que podrían hacer esos descubrimientos y contribuciones a la ciencia. Hemos visto ya cómo Darwin fue privilegiado porque sus mentores le abrieron las puertas al campo de la ciencia para lanzar sus ideas y que estas fueran, en un principio, al menos vistas y tomadas en serio.

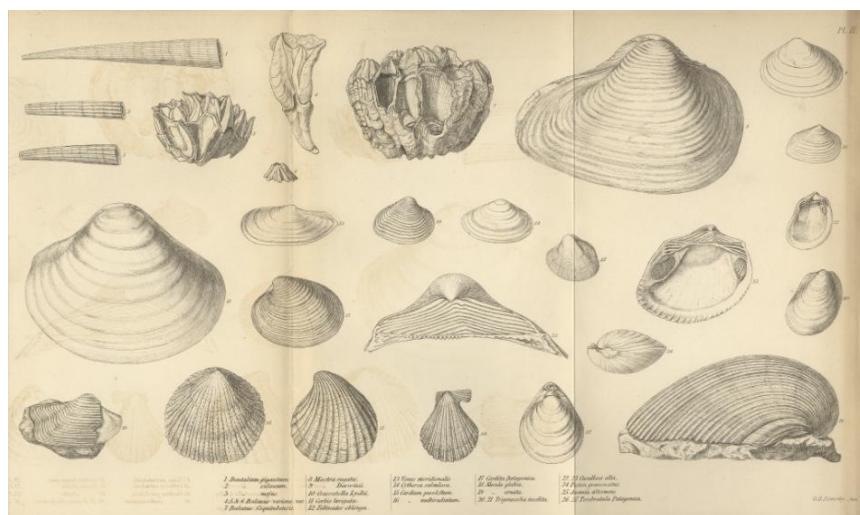
2.4 El viaje del Beagle

Quiero comenzar esta sección con la descripción que hizo el mismo Darwin sobre la importancia que el viaje tuvo para el desarrollo de su pensamiento:

El viaje del Beagle ha sido, por mucho, el evento más importante de mi vida y ha determinado mi carrera completa. . . Siempre he sentido que le debo a este viaje el primer verdadero entrenamiento o educación de mi mente. Me llevó a ponerle atención a varias ramas de historia natural, y entonces mis poderes de observación mejoraron, aunque ya estaban bastante desarrollados para entonces. (Darwin, 1958, pp. 76-77).

En el viaje del Beagle, fueron claves los libros del geólogo Charles Lyell como marco teórico para hacer sus análisis. Más adelante, Darwin estableció una relación de trabajo con Lyell. Aprovechó plenamente las técnicas de observación, recolección de organismos y fósiles (Figura 9), y el estilo de razonamiento común en la geología que permite deducir eventos y fenómenos históricos no observados por la concatenación de datos obtenidos en el presente. Documentó, por medio de diarios, sus observaciones y avanzó poco a poco en el desarrollo de sus propias prácticas de documentación escrita, también fundamentales para analizar sus datos y llegar a encontrar patrones. Todo esto fue vital para la recopilación de los datos que lo llevaron, después del viaje, a publicar sus teorías. Pero él mismo dijo que nada de esto fue tan importante como el desarrollo de una capacidad de observación concentrada muy poderosa. Lo describe como:

... el hábito de trabajar fuertemente y de concentrarme con mucha atención en cualquier cosa en la cual estuviera involucrado, que adquirí en el viaje. Todo sobre lo cual pensaba o leía se hacía ver directamente en lo que había visto y probablemente vería; y este hábito mental continuó durante los cinco años del viaje. Estoy seguro de que este entrenamiento me permitió hacer lo que sea que yo haya hecho en ciencias. (Darwin, 1958, p. 78)



Gruber (1981) sostiene que pensamos en ciencia como la fusión de dos cosas diferentes: un cuerpo de conocimiento existente y una serie de metodologías de trabajo, incluyendo ciertas formas de razonamiento, para crear nuevo conocimiento. La educación de un científico necesita aprender estos dos elementos en una forma balanceada. Se necesita de la habilidad para asimilar lo que ya se conoce para involucrarse en una carrera científica. Sin embargo, si se invierte demasiado esfuerzo dedicado solamente a asimilar conocimientos y demasiado poco en practicar lo necesario para descubrir nuevos conocimientos, se llega a

conocimientos puros tienen poco valor si no se utilizan en procesos de indagación o investigación para construir nuevos conocimientos. Especialmente en las materias y carreras científicas, promover la creatividad implica mejorar este balance y quitarnos la obsesión por la memorización de contenidos que, lamentablemente, ha prevalecido por tantos años. Debemos promover que los y las estudiantes practiquen desde la escuela y el colegio las metodologías de indagación, incluyendo sus formas particulares de razonar, que les permiten construir conocimientos.

Un último elemento importantísimo que Darwin describe claramente a partir del viaje del Beagle es la pasión y el placer que obtenía del tipo de trabajo que estaba haciendo: “*El trabajo científico ha sido el disfrute principal y único trabajo a través de mi vida; la emoción de tal trabajo hace que por un tiempo se me olvide la incomodidad diaria [de mi mala salud]*” (Darwin, 1958, p.115); “*Mirando hacia atrás, puedo ahora percibir cómo mi amor por la ciencia gradualmente predominó sobre cualquier otro gusto... Descubrí, aunque inconsciente e insensiblemente, que el placer de observar y razonar era mucho mayor que el de destrezas deportivas*” (Darwin, 1958, pp.78-79).

El proceso creativo es inseparable del gusto por lo que se hace, y claro que esto se ha encontrado en otros estudios sobre creatividad. Aún al recordar proyectos que no fueron tan exitosos bajo los estándares de expertos, las personas creativas tienden a encontrar felicidad en su trabajo. El aprendizaje y el proceso de posible descubrimiento por sí mismos se describen como satisfactorios y placenteros, aún si nunca se convirtieron en descubrimientos públicos (Csikszentmihalyi, 1996). En lo que Darwin relata de la mayor parte de su vida adulta al regresar del Beagle, es claro que sus logros fueron en gran medida resultado de que él disfrutaba muchísimo del trabajo científico. Darwin transformó la ciencia y la visión de la humanidad, no porque se lo propusiera, sino como consecuencia incidental del tipo de carrera que él construyó al perseguir constantemente lo que más le gustaba hacer. Esto señala que, en los diversos ambientes de aprendizaje para niños y jóvenes, es mucho más importante promover la pasión por lo que se hace que la búsqueda de reconocimiento social.

Sobre este punto, el mensaje para educadores se puede resumir en dos preguntas: ¿Qué estamos haciendo para lograr que nuestros niños y niñas obtengan placer de comprender la naturaleza que los rodea y del aprendizaje en general? ¿Qué estamos haciendo para promover que los y las jóvenes se desenvuelvan en carreras que realmente

los apasionen? Si la respuesta es “nada” o “muy poco”, este análisis de Darwin nos invita a cambiar.

2.5 Cualidades personales y métodos de trabajo científico

Para aprender de los hábitos mentales y métodos de trabajo científico de Darwin, la autobiografía es muy valiosa por ser un trabajo sumamente introspectivo y autoanalítico. Se describe, a sí mismo, como alguien metódico, lo que resultó muy útil para su línea particular de trabajo. Además, nos describe su costumbre de mantener la mente abierta: “*Me he esforzado por mantener mi mente libre, para dejar cualquier hipótesis, aunque sea muy querida (y no puedo resistir formar una para cualquier tema), tan pronto como hay hechos que se oponen a ella*” (Darwin, 1958, p.141).

Aquí es notable también su facilidad para hacer conexiones. Las personas creativas a menudo tienen una gran habilidad para encontrar relaciones entre ideas de diversas áreas del conocimiento (Czikszentmihalyi, 1996), y para ilustrar esta capacidad en el caso de Darwin cito un ejemplo que tuvo consecuencias muy importantes en su vida porque le ayudó a cristalizar el concepto de selección natural:

En octubre de 1838, es decir, 15 meses después de comenzar mi indagación sistemática [sobre la transmutación de las especies], leí por diversión a Malthus en ‘Población’, y como estaba bien preparado para apreciar la lucha por la existencia que se da en todas partes por mis observaciones extensas sobre los hábitos de animales y plantas, rápidamente se me ocurrió que bajo estas circunstancias las variaciones más favorables tenderían a ser preservadas, y las no favorables a ser destruidas. (Darwin, 1958, p. 120).

Darwin también describe que no es la excepción a la vieja frase, “La práctica hace el maestro”, y afirma que la práctica le ayudó a mejorar sus capacidades de diseño experimental: “*Pienso que me he vuelto más hábil en adivinar las explicaciones correctas y en diseñar pruebas experimentales, pero esto posiblemente es el resultado de la mera práctica, y de una mayor cantidad de conocimiento*” (Darwin, 1958, p.136).

Sobresale su disciplina en hábitos como el que siguió por años, antes de publicar “*El Origen de las especies*”; cada vez que una idea, dato publicado o nueva observación se oponía a los resultados de su teoría, hacía un memorándum. Esta regla de oro hizo que hubiese pocas objeciones que no fueran al menos consideradas en el libro.

En este punto, complemento el estudio de la autobiografía con un análisis de los métodos de trabajo de Darwin hecho por el psicólogo Howard Gruber (1981) a partir de sus cuadernos sobre la transmutación de las especies y otros documentos. Gruber encontró que Darwin trabajaba tanto de manera inductiva (de los datos “hacia arriba” para construir una teoría) como deductiva (primero sacando conclusiones que salen de premisas declaradas, luego probando las conclusiones al ir “hacia abajo”, a los datos). Entonces, su método se puede describir como hipotético-deductivo. Concluyó que siempre trabajaba dentro de algún marco teórico; constantemente estaba tratando de solucionar un problema generado por su propio pensamiento, escogiendo entre hipótesis alternativas, o desechar una idea que iba en contra de las suyas. Las cartas, que a veces incluían cuestionarios para recopilar información, y sus cuadernos, nos muestran que sin excepción recolectaba los datos con algún propósito, para construir una teoría o poner a prueba una hipótesis.

Este mismo conjunto de hábitos mentales se reflejaba en la forma en que Darwin leía un libro. Era alguien acostumbrado a los libros como herramientas para construir conocimientos, y no como exhibiciones de conocimiento ya cristalizado. Hacía muchísimas anotaciones, preparaba su propio índice de pasajes interesantes, lo dividía si era muy pesado y se detenía para escribir sobre el libro en sus cuadernos (Gruber, 1981).

Finalmente, es importante mencionar que Darwin estableció una red de científicos para analizar la información proveniente de las enormes colecciones que formó en el viaje del Beagle. Incluyó varios expertos en ramas especializadas de historia natural, reservando solamente el trabajo en geología para él mismo. Sus aportes no hubieran sido posibles si se hubiera mantenido aislado y no hubiera compartido sus especímenes, puesto que la colaboración de otros fue fundamental para revelar la relación entre las características de distintas especies y sus distribuciones geográficas, y los datos que cuestionaban la estabilidad de las especies.

3. Conclusión

En este análisis de la autobiografía de Charles Darwin se concluye que la creatividad en su vida surgió por interacción entre cualidades personales y una serie de circunstancias. Sobresalen elementos que incluyen curiosidad, crecer cerca de la naturaleza, gusto por la lectura y el aprendizaje autónomo, la presencia de buenos mentores, disciplina, experiencia en los métodos de trabajo científico, disposición para establecer una red de científicos, y

pasión por lo que hacía. Estos fueron elementos clave para su impacto en biología, geología, psicología, filosofía e incluso en nuestra percepción general del mundo.

A través del ensayo, hice varias reflexiones dirigidas a docentes. Para concluir, me gustaría profundizar en algunas de ellas. No pretendo que la vida de Darwin nos de una receta perfecta sobre cómo desarrollar la creatividad, pero su vida sí nos muestra pistas sobre cómo construir una sociedad más creativa: cultivando la curiosidad en niños, niñas y jóvenes; acercándonos más a la naturaleza; promoviendo la lectura, disciplina y aprendizaje autónomo en estudiantes de todas las edades; transformando la educación formal en algo que realmente motive e involucre a los y las estudiantes; y promoviendo la búsqueda de vocaciones por las que se tiene verdadera pasión. Todos podemos participar en el proceso aprovechando los múltiples ambientes en que actuamos, incluyendo hogares, escuelas, colegios, universidades, museos, empresas, centros comunitarios, y otros.

En Costa Rica tenemos una condición privilegiada para promover un mayor contacto con el mundo natural: estamos rodeados por parques nacionales y reservas biológicas. La mayoría de hogares, escuelas y colegios incluyen o colindan con jardines y pequeños parches de crecimiento secundario que se pueden aprovechar. Aún así, hay una tendencia a encerrar a los estudiantes en las aulas, y esta es una situación lamentable que termina con la curiosidad de muchos. La preocupación por la fuerte disminución del contacto de niños y niñas con la naturaleza está bien documentada por Richard Louv (2008) en su libro titulado (en inglés): "*El último niño en el bosque: rescatando a nuestros niños del síndrome de déficit de naturaleza*". Este autor nos recuerda que para los niños el mundo natural viene en muchas formas: un ternero recién nacido, una mascota que vive y muere, un sendero a través del bosque, el borde misterioso de un lote baldío; cualquiera que sea su forma, la naturaleza inspira la creatividad de los niños al exigir su visualización y el uso de todos sus sentidos (Louv, 2008).

La definición sociocultural de creatividad implica que, en su máxima expresión, la creatividad exige que las personas eventualmente dominen al menos una profesión, disciplina o campo de conocimiento. Para encaminarnos en esa dirección, se necesitan marcos pedagógicos que incluyen una definición de las disciplinas basada no solamente en los contenidos, sino en sus prácticas, métodos y formas de pensar. Un buen ejemplo es el marco pedagógico de la Enseñanza para la Comprensión (EPC) desarrollado por investigadores y docentes del Proyecto Zero, Harvard (Perkins, 1992; Hetland, 1997; Gardner, 2007).

Este marco pedagógico no solamente se basa en dicha visión de las disciplinas, sino que incluye principios que permiten el desarrollo de la creatividad como utilizar múltiples puntos de entrada, dar criterios de evaluación claros, y proporcionar retroalimentación constante (Csikszentmihalyi, 1996; Gardner, 2007). También encontramos buenos ejemplos en los marcos pedagógicos conocidos como “aprendizaje por indagación” que, en principio, lo que hacen es simular el proceso científico. Los aprendices hacen preguntas que se pueden responder por medio de investigaciones; diseñan y realizan investigaciones; utilizan una variedad de herramientas y técnicas, incluyendo matemáticas y computadoras, para recolectar, analizar e interpretar datos; desarrollan explicaciones, predicciones, y modelos a partir de la evidencia; y piensan críticamente y lógicamente para pasar de la evidencia a la explicación (Kalumuck, 2005). Promover que los y las estudiantes hagan preguntas constantemente es particularmente importante para mantener viva su curiosidad.

En los ambientes formales de aprendizaje se deben utilizar estos y otros enfoques pedagógicos que ponen más atención al desarrollo de la creatividad para promover que niños, niñas y jóvenes generen por sí mismos todo tipo de productos, ideas y descubrimientos. Ya es hora de lograr una educación que verdaderamente cultive pasión, intereses diversos, y curiosidad por distintos aspectos de la realidad, todos necesarios para el desarrollo de la creatividad (Csikszentmihalyi, 1996). El caso de Darwin es un gran ejemplo y nos recuerda que los conocimientos adquieren su máximo valor cuando se utilizan en procesos de indagación o investigación para construir nuevas teorías y nuevos conocimientos.

Por lo tanto, promover la creatividad implica quitarnos la obsesión por la memorización de contenidos que ha prevalecido por tantos años. Esta concepción equivocada del aprendizaje impide el desarrollo de las mentes creativas necesarias para el futuro, que además deben tener fuertes capacidades de síntesis, y actuar con ética y respeto por otras culturas (Gardner, 2007). Un enfoque pedagógico ejemplar que responde a este reto es el *Construcionismo* planteado por Seymour Papert y sus colegas del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT).

Este se fundamenta en la construcción de conocimiento por medio de interacciones con otras personas, a través de la creación de artefactos de relevancia social; las ideas construccionistas han llevado a diseñar ambientes de aprendizaje reconocidos mundialmente como promotores de la creatividad y también como los mejores ejemplos sobre el uso de tecnologías digitales en la educación (Papert, 1993; Badilla y Chacón, 2004; Kafai, 2006).

Un ejemplo de una línea académica distinta es el de Anna Herbert (2010), quien recientemente publicó sus metodologías pedagógicas fundamentadas en las teorías modernas de psicoanálisis, específicamente diseñadas para desarrollar la creatividad en el aula a partir de la comprensión de los sueños, el inconsciente, y las últimas investigaciones neuropsicológicas sobre la memoria y el aprendizaje.

Además de utilizar ciertos enfoques pedagógicos, exponer a niños y jóvenes a personas que ya han tenido impacto en algún campo académico o profesional es una buena forma de estimular el desarrollo de su creatividad (Gardner, 2007). Acercarse a mujeres y hombres capaces de convertirse en ejemplos a seguir, admiradas y respetadas por el trabajo que hacen y por lo que han logrado, puede entusiasmar a niños, niñas y jóvenes y convertirse en un elemento importante a la hora de buscar sus vocaciones y tomar decisiones sobre el futuro profesional.

Me gustaría terminar con una reflexión sobre las últimas palabras de la autobiografía de Darwin:

Por lo tanto, mi éxito como un hombre de ciencia, sea lo que sea que esto haya traído, ha sido determinado, según lo que puedo juzgar, por cualidades mentales y condiciones complejas y diversas. De estas, las más importantes han sido -el amor a la ciencia -paciencia sin límites para reflexionar sobre cualquier objeto de estudio - productividad en observar y recolectar datos -y una buena dosis de invención así como de sentido común. Con habilidades tan moderadas como las que poseo, es verdaderamente sorprendente que yo haya influenciado en una medida considerable las creencias de científicos sobre algunos puntos importantes. 3 de agosto, 1876. (Darwin, 1958, p.145).

Pienso que no es casualidad que Darwin haya escrito "*el amor a la ciencia*" de primero entre los elementos importantes para su éxito como científico. El amor a la ciencia, o a cualquiera que sea la profesión que hace feliz a una persona, es fundamental para llevar una vida creativa. Con esta reflexión, espero dejar a las y los lectores con el deseo de contribuir a que sean más las niñas y los niños que descubren las carreras que los hacen felices y que disfrutan de la creatividad en sus vidas.

4. Agradecimiento

Gracias a Jorge Cortés, Mary Jane West-Eberhard, William G. Eberhard, Ingrid Garnier, Lydia Garnier y Werner Bansbach por leer el manuscrito, aportar retroalimentación muy valiosa y motivarme a publicar este artículo; la motivación fue especialmente importante por coincidir con los nuevos retos de ser mamá.

5. Referencias

- Badilla, Eleonora y Chacón, Alejandra. (2004, 15 de diciembre). Construcionismo: objetos para pensar, entidades públicas y micromundos. **Revista Actualidades Investigativas en Educación**, 1 (2): <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/1-2004/archivos/construcionismo.pdf>
- Browne, Janet. (1995). **Charles Darwin, Voyaging**. New Jersey: Princeton.
- Browne, Janet. (2007). **Darwin's Origin of Species, a Biography**. New York: Grove.
- Csikszentmihalyi, Mihaly. (1996). **Creativity, Flow and the Psychology of Discovery and Invention**. New York: HarperCollins.
- Darwin, Charles R. (1842). **The Structure and Distribution of Coral Reefs**. Re-impreso en 1984. Arizona: Univ. Arizona.
- Darwin, Charles R. (1859). **On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life**. London: Murray.
- Darwin, Charles R. (1868). **The Variation of Animals and Plants under Domestication**, 2 Vols. London: Murray.
- Darwin, Charles R. (1958). **The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882**. Editado por N. Barlow. New York: Norton
- Gardner, Howard. (2007). **Five Minds for the Future**. Audio Book published by arrangement with Harvard Business School Press. New York: Gildan Media Corp.
- Gruber, Howard E. (1981). **Darwin on Man, a Psychological Study of Scientific Creativity**. Chicago: University of Chicago.
- Herbert, Anna. (2010). **The Pedagogy of Creativity**. New York: Routledge.
- Hetland, Lois. (1997). Teaching for Understanding. En: **The Project Zero Classroom, New Approaches to Thinking and Understanding** (pp. 15-60). Cambridge: The President and Fellows of Harvad College on behalf of Project Zero.

- Kafai, Yasmin. (2006). Constructionism. En: R. Keith Sawyer (ed.), **The Cambridge Handbook of The Learning Sciences** (pp. 35-46). New York: Cambridge University Press.
- Kalumuck, Karen E. y el Exploratorium Teacher Institute. (2005). **Human Body Explorations, Hands-On Investigations of What Makes Us Tick**. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Kegan, Robert. (1982). **The Evolving Self**. Cambridge: Harvard.
- Louv, Richard. (2008). **Last Child in the Woods, Saving Our Children from Nature-Deficit Disorder**. New York: Algonquin Books of Chapel Hill.
- Papert, Seymour. (1993). **Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas**. 2da ed. New York: Basic Books.
- Perkins, David. (1992). **Smart Schools, Better Thinking and Learning for Every Child**. New York: The Free Press, Simon and Schuster Inc.
- Sawyer, R. Keith. (2006). **Explaining Creativity, The Science of Human Innovation**. New York: Oxford.
- West-Eberhard, Mary Jane. (2003). **Developmental Plasticity and Evolution**. New York: Oxford.
- White, Gilbert. (1788). **The Natural History of Selborne**. London: Frederick Warne.