



¿EXISTEN LAS RAZAS HUMANAS? QUÉ DICE LA BIOLOGÍA SOBRE ESTA CUESTIÓN Y QUÉ PODEMOS HACER EN LAS AULAS

Do human races exist? What biology says about this issue and what we can do in the classrooms

Gastón Pérez [gastonperez@ccpems.exactas.uba.ar]

Leonardo González Galli [leomgalli@ccpems.exactas.uba.ar]

*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina
Instituto de Investigaciones CeFIEC, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos
Aires, Buenos Aires, Argentina*

Resumen

El racismo constituye un problema social de gran impacto en nuestra sociedad. Como educadores debemos interrogarnos sobre las posibles contribuciones que podemos hacer para tender a una sociedad más justa e inclusiva. Este artículo pretende ser un modesto aporte en tal sentido. En él nos proponemos ofrecer una revisión bibliográfica sobre el estado de situación en la biología actual respecto de la cuestión de las razas humanas y analizar algunos factores cognitivos del racismo que pueden dar pistas para pensar en intervenciones didácticas. Sobre esto último presentaremos ejemplos de casos para la enseñanza de la biología ancladas en el contexto latinoamericano, e ilustraremos las potencialidades de esta revisión bibliográfica con reflexiones de estudiantes de escuela secundaria. Estas propuestas, basadas en la metacognición, nos imponen un desafío para pensar el abordaje de estas temáticas en relación con contenidos concretos de la biología.

Palabras clave: Racismo; enseñanza de la biología; metacognición; esencialismo.

Abstract

Racism constitutes a social problem with great impact on our society. As educators we must ask ourselves about the possible contributions we can make towards a more just and inclusive society. This article aims to be a modest contribution in this regard. In it we propose a review on the current state of biology regarding the question of human races and analyze some cognitive factors of racism that can provide clues for thinking about didactic interventions. Regarding the latter, we will present examples of cases for teaching biology anchored in the Latin American context, and we will illustrate the potential of this review with reflections from high school students. These proposals, based on metacognition, challenge us to think about approaching these topics in relation to specific contents of biology.

Keywords: Racism; biology teaching, metacognition, essentialism

INTRODUCCIÓN

En general, la cuestión de la enseñanza y el racismo ha sido abordada desde enfoques sociológicos, deconstructivistas, decoloniales, multiculturalistas y otros relacionados (Beltrán Castillo, 2015; Kaplan & Saez, 2019; Mensha, 2015; Niemonen, 2008) que enfatizan el análisis de los factores socioculturales. La perspectiva que adoptamos aquí proviene, en cambio, de la didáctica de las ciencias naturales. Dentro de esa área, en general el tema del racismo se ha analizado en el marco de los llamados “asuntos socio-científicos” (por ejemplo, Lopes & Rodríguez, 2021). En este artículo, en cambio, adoptaremos un enfoque más cognitivista que, según creemos, debería entenderse como complementario a los otros mencionados. Más específicamente, solo recientemente se ha dado cierta importancia a la pregunta de cómo enseñar biología de modo de combatir o al menos no reforzar el racismo (ver, por ejemplo, Donovan & Nehm, 2020; Donovan, Weindling & Lee, 2020; Francisco Junio, 2008; Jiménez Aleixandre & Puig, 2015). Esto parecería llamar la atención ya que la biología es una ciencia directamente pertinente en relación con este problema, dado que,

en general, las nociones de raza – tanto las de sentido común como las científicas - tienen un fuerte componente biológico.

A pesar de esta consideración, la idea de raza atraviesa las prácticas cotidianas de cualquier persona. Expresiones como “Trabajo en negro”, “negro de mierda”, “mano negra” dan cuenta de un racismo cotidiano, que está naturalizado y que consciente o inconscientemente permea las relaciones sociales que establecemos con personas no blancas, situándolas en una posición de menor jerarquía, en alguna medida deshumanizándolas (Brothers, Bennett, & Cho, 2021; Pinker, 2012; Segato, 2007). Este concepto de raza, inseparable del de racismo, atraviesa el modo en que la sociedad se estructura y da cuenta de diferentes inequidades a las que son sometidos los grupos racializados (Fuentes, 2020; Mullings, 2005). Sin embargo, cuando ponemos un pie en la escuela -o en la formación de docentes de biología- la idea de raza parece desaparecer. “No se habla de raza”, “Las razas no existen”, son frases que suelen transitar por las clases de biología invisibilizando lo negro, lo marrón, lo indígena. Existe así una desconexión entre lo que les sucede a nuestros estudiantes en su vida fuera de la escuela, donde la idea de la raza está presente, y lo que pasa en las aulas, donde la idea de raza parece desaparecer.

Si bien la comunidad académica de biólogas y biólogos acuerda en que la idea clásica de raza basada en categorías distinguibles por el fenotipo (negros, blancos, asiáticos) que puedan ordenarse de manera jerárquica, no se sustenta en los análisis llevados adelante por disciplinas como la genética o la evolución, sigue siendo objeto de discusión si los humanos pueden separarse en grupos discretos en base a la genética y en qué medida esto es legítimo y útil. Sobre esta cuestión ahondaremos en el artículo, de manera de identificar a la biología como una herramienta que nos ayude a repensar cuestiones asociadas a la raza y al racismo en la escuela.

Este artículo tiene dos objetivos. El primero, ofrecer un análisis (a modo de transposición didáctica) del estado de situación en la biología respecto de la cuestión de las razas humanas. El segundo, analizar tres factores cognitivos que no suelen ser tenido en cuenta en las investigaciones sobre la enseñanza de estas temáticas en la escuela. Para alcanzar estos objetivos se implementó como principal metodología la revisión bibliográfica (Cooper, 2010), que implicó la lectura y análisis de las principales fuentes bibliográficas en relación con el tema de estudio (racismo, bases genéticas de la diversidad poblacional humana, enseñanza de la biología) y la elaboración de una síntesis teórica original.

Consideramos importante desarrollar estos objetivos debido a que muchas de las investigaciones científicas actuales, que tienen incidencia en el ámbito público, remiten a agrupaciones discretas de humanos que parecen ser semejantes a las agrupaciones raciales históricas. Por ejemplo, se habla de ancestrías europeas, africanas, blancos, afroamericanos en análisis genéticos para prevenir o tratar enfermedades de poblaciones particulares, análisis genéticos para identificar parentescos y antepasados, secuenciaciones de ADN, entre otros (Dopazo, Llera, Berenstein, & González-José, 2019; Klug, Cummings, Spencer, & Palladino, 2013; Templeton, 2019). Futuras y futuros ciudadanos que no hayan tenido la oportunidad de discutir sobre estas cuestiones, no tendrán las herramientas necesarias para poder tomar decisiones informadas que atañen a la cuestión racial. Sin ir más lejos, hoy en día existe un auge de empresas del estilo de la estadounidense “23andme” que han arribado a nuestros países latinoamericanos ofreciendo análisis genéticos o de ancestría a las personas. De esta manera consideramos que la enseñanza de la biología puede (y debe) transformarse en un espacio de reflexión y aprendizaje sobre estas cuestiones, como una condición previa para que sirva a la lucha antirracista.

El artículo está pensado con la siguiente estructura. En una primera parte presentaremos las relaciones que se establecieron a través de la historia y hasta la actualidad entre el concepto de raza y la biología, desde el racismo científico de los siglos XIX y comienzos XX, pasando por el conocido trabajo de Richard Lewontin que lo cuestionó, hasta los debates actuales sobre la posibilidad y el modo de agrupar a los humanos con base a diferencias genéticas. En una segunda parte abordaremos la idea de racismo del sentido común y la manera en la que las personas piensan sobre las diferencias entre los grupos humanos. Ambos tópicos nos permitirán introducir, en una tercera parte, algunas implicancias didácticas, esbozando una manera posible de abordar estos temas. Ilustraremos esto con dos casos sobre cuestiones relacionadas con la noción de raza, que se cruzan con temáticas de salud y de género. Finalmente mostraremos algunas escenas de aula relevadas en el marco de una investigación sobre esta temática, de manera de mostrar algunas potencialidades de apoyarse didácticamente en esta revisión bibliográfica. Cerraremos el artículo con algunas reflexiones y nuevas preguntas que nos permitan seguir pensando sobre el abordaje de la cuestión racial en las instituciones escolares.

UNA POSIBLE SÍNTESIS DE LA HISTORIA DE LAS RELACIONES ENTRE RAZA Y BIOLOGÍA

El racismo en la antigüedad y en la modernidad

Las clasificaciones discriminatorias sobre grupos humanos pueden encontrarse desde libros antiguos como la Biblia. Incluso, en ausencia de un concepto de raza explícitamente articulado, también pueden encontrarse en la Grecia o la Roma Antigua. Estas agrupaciones, que algunos autores llaman “proto-racistas”, suponían la discriminación de diversos grupos (James & Burgos, 2022). Sin embargo, el concepto de raza se elaboró teórica y explícitamente cobrando fuerza más tarde, en Europa entre los siglos XIII y XVII, durante las exploraciones y colonizaciones de distintos lugares del planeta (McCann-Mortimer, Augoustinos, & LeCouteur, 2004; Rutherford, 2020; Wade, 2014). En esta época, el concepto de raza estuvo íntimamente conectado con el colonialismo y el imperialismo, en tanto que se utilizó como criterio para legitimar las relaciones de dominación, explotación y desigualdad entre los pueblos (Beltrán Castillo, 2015; Quijano, 2014; Rutherford, 2020).

Alrededor del siglo XVIII, el uso social de la idea de raza comenzó a retomarse por los naturalistas de la época quienes construyeron clasificaciones que distinguían desde 4 a 105 razas humanas (Barbujani & Colonna, 2010). Según el antropólogo Peter Wade (2014), estas distintas clasificaciones no fueron pensadas sólo desde lo biológico, sino que incluían una relación estrecha con lo cultural. Por ejemplo, una de las primeras clasificaciones conocidas es la del naturalista sueco Carl Linneo (1707-1778), quien clasificó a los humanos utilizando características fenotípicas, intelectuales, comportamentales, geográficas y culturales (Jobling, Hollox, Hurles, Kivisild, & Tyler-Smith, 2014; Rutherford, 2020). Así, el “Homo sapiens europeus” se caracterizaba por ser “Blanco, cabello largo y suelto, ojos azules, sanguíneo, musculoso, inventivo, cubierto con ropa ajustada, se rige por leyes”, mientras que el “Homo sapiens afer” era “Negro, astuto, flemático, cabello negro rizado, perezoso, mujeres sin vergüenza, untadas con grasa, astuto, negligente, se rige por el impulso”. Esta relación -entre lo biológico y lo cultural- se mantuvo a través del tiempo en las clasificaciones, aunque el discurso tradicional sobre el concepto de raza tiende a homogenizar la variabilidad del concepto en el tiempo, planteando un cambio radical en el siglo XV hacia un racismo caracterizado por el color de piel y otros rasgos morfológicos. El naturalista alemán Johann Blumenbach (1752-1840) fue el primero que impuso una jerarquía explícita desde el ideal europeo entendiendo que las demás razas eran desviaciones de dicho ideal (Kitson, Lee, Mellor, & Walvin, 1999; Rutherford, 2020). Midiendo cráneos, propuso que los cráneos europeos estaban más cerca de las mediciones realizadas sobre las estatuas ideales griegas, siendo los africanos aquellos más alejados de ellas, pero más cercanos a la medición de los cráneos de simios. Estos primeros análisis de los naturalistas de la época consolidaron el concepto de raza imponiendo una jerarquía, sin cuestionar la existencia de estas categorías.

Durante el siglo XIX hubo un rápido crecimiento de las ciencias naturales como herramienta para entender y controlar el mundo. En esta época se consolidó el “racismo científico”, un conjunto de discursos científicos, prácticas y teorías que desde diferentes disciplinas (biología, medicina, antropología) defendían algún tipo de jerarquía entre las razas humanas (Beltrán Castillo, 2015; López Beltrán, López Beltrán, Wade, Restrepo, & Ventura Santos, 2017; Wade, 2014). Si bien en esta época tampoco es homogéneo el concepto de raza, los científicos solían acordar que los seres humanos podían dividirse en un pequeño número de razas más o menos mutuamente excluyentes, que se distinguían por su anatomía (el color de piel jugaba un papel importante, aunque no del todo determinante) y estaban organizadas en una jerarquía, con los blancos europeos siempre por encima de los demás (McCann-Mortimer *et al.*, 2004; Wade, 2011).

Como mencionamos, este racismo científico contribuyó a sostener las formas de poder y dominación que se llevaban a cabo en la época, pero legitimadas aún más por el desarrollo de la ciencia como el modo privilegiado para entender en el mundo. Estas elaboraciones teóricas contribuyeron a legitimar prácticas de discriminación, opresión y explotación tales como la esclavitud y, posteriormente, a comienzos del siglo XIX, políticas eugenésicas que implicaban, por ejemplo, prohibir matrimonios entre blancos y negros, prohibir la inmigración de judíos o europeos del sur, esterilización compulsiva de débiles mentales o criminales, entre otras (Beltrán Castillo, 2015; Gould, 2010; Wade, 2014).

El cuestionamiento del concepto de raza desde la biología de postguerra

Si bien la concepción de raza -asociada al “racismo científico”- siguió siendo muy influyente en el siglo XX, el concepto comenzó a discutirse fuertemente desde dentro de la comunidad académica (Cavalli-Sforza, 2000; López Beltrán *et al.*, 2017; Wade, 2011, 2014). Particularmente, luego de la Segunda Guerra Mundial, junto con el rechazo al nazismo, diversos organismos internacionales elaboraron convenios y declaraciones que sirvieron como instrumentos para combatir el racismo, la discriminación y las diferentes formas de intolerancia. Por ejemplo, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

(UNESCO) congregó a varios de los principales biólogos, genetistas, fisiólogos, sociólogos y antropólogos de la época (todos hombres reconocidos tales como Ashley Montagu, Theodosius Dobzhansky o Julian Huxley) con el objetivo de afirmar y comunicar la inexistencia de razas en humanos, con lo que dicho concepto comenzó a ser evitado en el ámbito académico (UNESCO, 1950).

Mientras tanto, en el campo de la biología, surgieron los estudios de genética de poblaciones a gran escala. En este marco, el concepto de raza fue desplazado por otros como el de población, caracterizada por frecuencias alélicas que varían a través del espacio. Muchos científicos de la época acumularon evidencias para mostrar que los humanos no pueden dividirse biológicamente en entidades discretas separadas denominadas razas. Además, estos trabajos comenzaron a proponer que todos los seres humanos son fundamentalmente iguales en términos biológicos, y que las diferencias suelen ser superficiales.

Una de las investigaciones más reseñadas en esta línea es el trabajo de Richard Lewontin del año 1972 denominado “La distribución de la diversidad humana”. Este trabajo tenía como objetivo analizar cómo se distribuye la diversidad genética a lo largo de la especie humana. Para ello se analizaron diferentes genes asociados a grupos sanguíneos y se calculó la frecuencia con que aparecían sus alelos en las siguientes poblaciones: caucásicos, negros africanos, mongoloides, aborígenes del sur asiático, amerindios, nativos de Oceanía y aborígenes australianos (Lewontin, 1972). La estimación de esas frecuencias alélicas permitió calcular cuánta diferencia genética existía entre los individuos dentro de cada presunto grupo racial (variabilidad intragrupal) y cuánta existía entre dichos grupos al compararlos (variabilidad intergrupala). En función de los datos, Lewontin infirió que la diversidad dentro de estas presuntas razas era muy alta, mientras que la diversidad disminuía al comparar individuos de estos grupos. De esta manera, se concluyó que las tradicionales razas humanas son muy similares entre ellas, mientras que la mayor variación se encuentra entre los individuos dentro de cada grupo.

Luego del trabajo de Lewontin, se hicieron muchos otros con el mismo objetivo, pero utilizando otros genes, distintas metodologías y refiriéndose a “grupos continentales” más que a “razas”. Las conclusiones de estos trabajos fueron similares: entre el 83-88% de la variación genética se encuentra dentro de las poblaciones y entre el 9-13% se encuentra entre las poblaciones (Jobling *et al.*, 2014: 329). Hasta el día de hoy, ningún trabajo relevante ha discutido esta conclusión. Estas investigaciones, y muy especialmente la de Lewontin, se constituyeron en un hito en la historia del concepto científico de raza que tuvo un fuerte impacto más allá de la biología, donde se tendió a asumir que la biología había “demostrado” la inexistencia de las razas humanas.

El auge de la genética humana tuvo su influencia en el ámbito de la medicina. Desde principios de la década de 1980 se consideró que tener una visión global de los genomas humanos podría acelerar enormemente la investigación biomédica y que, por tanto, era necesario un esfuerzo común internacional dirigido a tal fin. Estas dos ideas, junto al desarrollo de nuevas tecnologías que permitieron una secuenciación masiva y más barata de datos genéticos, impulsaron el surgimiento de diversos proyectos tales como el Proyecto Genoma Humano (PGH) (International Human Genome Sequencing Consortium, 2001) o el Proyecto de Diversidad del Genoma Humano (Cavalli-Sforza, 1994) a principios de la década de 1990, pero también el Proyecto HapMap (The International HapMap Consortium, 2003), ENCODE (ENCODE Project Consortium, 2004) o 1000 Genomas (The 1000 Genomes Project Consortium, 2010) en el 2000.

Estos proyectos internacionales, en general, tuvieron como objetivo identificar genes que influyeran en el desarrollo de enfermedades, que fuesen diana de fármacos o que permitieran repensar el tratamiento de estas enfermedades. Pero, además, en alguna medida, estos trabajos, herederos del trabajo de Lewontin, intentaron reforzar la idea de la no existencia de razas. Por ejemplo, investigadores involucrados en el PGH, tales como Craig Venter (jefe de Celera Genomics, una de las empresas privadas participantes del proyecto), declararon que se había resuelto la controversia duradera sobre el estatus científico del concepto de “raza” y que esto sería una contribución significativa a la eliminación del racismo (McCann-Mortimer *et al.*, 2004). Sin embargo, atentos a las repercusiones de sus trabajos, los investigadores y las investigadoras del consorcio de HapMap en las conclusiones del artículo en el que presentan el proyecto, proponen que “Será un desafío continuo evitar malas interpretaciones o usos incorrectos de los resultados de los estudios que utilizan HapMap. Los investigadores que utilicen HapMap deben presentar sus hallazgos de manera que eviten estigmatizar a los grupos, transmitir una impresión de determinismo genético o atribuir niveles incorrectos de importancia biológica a construcciones mayoritariamente sociales, como la raza.” (The International HapMap Consortium, 2003).

En síntesis, luego de una época en la que la ciencia fue una herramienta para legitimar las posiciones racistas, posteriormente a la segunda guerra mundial la biología, y en particular la genética, aparece como una herramienta para sostener que no existen las razas humanas. Este tipo de discursos continuó

repetiéndose, dándole a la genética una posición de legitimidad respecto de la cuestión racial. Se esperaba que, al decir la biología que no existían las razas, se terminaría con el racismo. Sin embargo, como resulta evidente, esto no ocurrió.

Dada la trágica historia de la Segunda Guerra Mundial, y más en general, la toma de conciencia sobre el problema del racismo en la sociedad actual debida al activismo político, las precauciones para evitar un retroceso en esta materia estuvieron a la orden del día. Así, en el 2001 la Asamblea General de las Naciones Unidas celebró la “Conferencia Mundial contra el Racismo, la Discriminación Racial, la Xenofobia y las Formas Conexas de Intolerancia” en Durban, Sudáfrica. Con la participación de diversos países, se acordó un documento que consiste en una declaración y un programa de acción. Dentro de dicho programa de acción, el artículo 73 del mismo “Insta a los Estados a que adopten medidas a fin de impedir que la investigación genética o sus aplicaciones se utilicen para promover el racismo, la discriminación racial, la xenofobia y las formas conexas de intolerancia, de proteger la confidencialidad de la información contenida en el código genético de las personas y de evitar que esa información se utilice con fines discriminatorios o racistas”.

Nuevas miradas desde la genómica

A pesar de la intención de desterrar – tanto del ámbito científico como de la arena pública - la cuestión racial de un modo definitivo, el auge de las investigaciones sobre genética de las poblaciones, potenciado como mencionamos por nuevas y poderosas tecnologías, volvió a instalar la pregunta sobre la magnitud y naturaleza de las diferencias genéticas dentro y entre las poblaciones humanas. En este contexto, comenzó a profundizarse el análisis de la estructura genética de las poblaciones humanas, esto es, de la cantidad de diversidad genética y cómo esta se encuentra repartida dentro de las poblaciones. Así, en el año 2002, el equipo del genetista estadounidense Noah Rosenberg publicó el artículo “*Genetic Structure of Human Populations*” en la prestigiosa revista *Science*, siendo el artículo más citado desde ese año en relación con este tema. En este estudio se propone una forma alternativa de estudiar la variación genética en humanos. En trabajos anteriores -por ejemplo, el de Lewontin- se predefinían los grupos humanos a partir de rasgos culturales o geográficos cuya composición genética luego se analizaba. En el trabajo de Rosenberg y colaboradores, en cambio, se propone un análisis inverso. Primero analizaron las variaciones genéticas de más de mil personas provenientes de más de cincuenta poblaciones del mundo. Con estos datos realizaron un “análisis de agrupamiento” de los individuos muestreados basándose en su similitud genética. Así los individuos de un grupo serán más similares genéticamente entre ellos que con los individuos de otros grupos. A su vez, cada grupo tendrá una frecuencia alélica distintiva para cada gen estudiado, que se diferenciará de las frecuencias con que aparecen esas variantes en otros grupos. Finalmente, examinaron en qué medida estos grupos resultantes del análisis de agrupamiento genético se correspondían con los grupos raciales tradicionales o con grupos referidos a áreas geográficas.

Estos investigadores e investigadoras encontraron que cuando se agrupaban a esos más de mil individuos por su similitud genética en cinco grupos (el programa informático permite imponer el número de grupos deseados), las personas quedaban organizadas en grupos que se correspondían con regiones geográficas: (1) América, (2) Oceanía, (3) Asia del Este, (4) Europa, Medio Oriente, Asia Sur y Central, (5) África. Esto quiere decir que dos individuos de Oceanía (supongamos Laura y Mario) serán más similares genéticamente que si los comparamos con un individuo de Asia del Este (supongamos Agustín). Sin embargo, los individuos como Laura y Mario no quedarán siempre necesariamente juntos en un mismo grupo, eso dependerá del número de grupos que se pida al programa, así como de qué regiones del genoma se analicen. Esto significa que, si en vez de cinco grupos se arman siete, o si las variantes génicas que se utilizan para las agrupaciones cambian, por ejemplo, Agustín puede caer en el mismo grupo que Laura. Así, los individuos no pertenecen siempre al mismo grupo, sino que pueden ser miembros de diferentes agrupaciones, dependiendo de cómo se lleve a cabo el análisis de los datos.

Siguiendo este razonamiento, es importante aclarar que aún fijados los parámetros del análisis (cantidad de grupos y regiones genómicas analizadas) cada persona no pertenece íntegramente a un único grupo de manera determinada por sus genes, sino que tiene diferentes probabilidades de pertenecer a un grupo u a otro. Por ejemplo, Agustín no pertenece en un ciento por ciento al grupo de Asia del Este, sino que pertenece en un setenta y ocho por ciento a ese grupo, en un tres por ciento al de África, en un nueve por ciento al de América y en un diez por ciento al de Oceanía. Esto puede ilustrarse con la figura 1 que mostramos a continuación (adaptada de Jobling *et al.*, 2014).

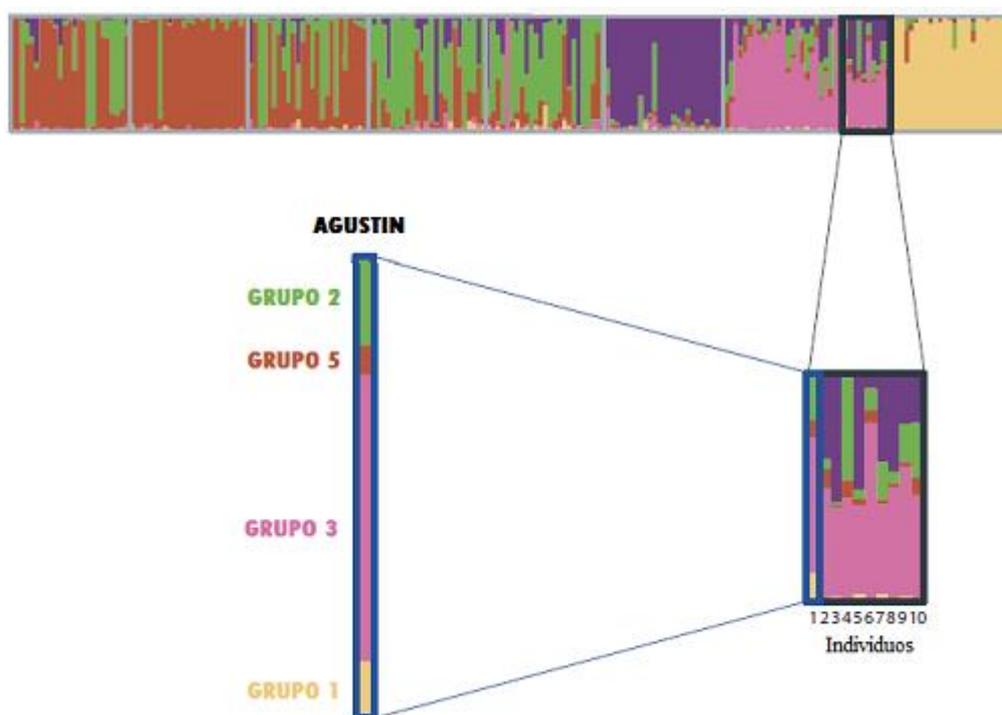


Figura 1 – Estructura genética poblacional obtenida a partir de análisis de agrupación amplio de genomas. Modificada a partir de Jobling *et al.* (2014, p. 179).

La parte de arriba de la figura muestra un resultado típico de un “análisis de agrupamiento” (en este caso se impuso al programa la definición de cinco grupos). Cada grupo está representado por un color: el amarillo representa al grupo de América, el verde al de Oceanía, el rosa al de Asia del Este, el violeta al de Europa, Medio Oriente, Asia Sur y Central y, finalmente, África representado por el color rojo. En la figura se resalta una muestra de 10 individuos que fueron categorizados como pertenecientes (en mayor medida) al grupo de Asia del Este. Cada individuo se muestra como una barra vertical donde cada color representa el valor de membresía para cada grupo, que refleja la probabilidad de que ese individuo pertenezca a ese grupo. Luego, en la parte inferior izquierda de la figura se hace foco en uno de esos 10 individuos que sería Agustín. Allí vemos con más detalle que Agustín tiene una alta probabilidad de pertenecer al grupo rosa (Asia del Este), y tiene probabilidades menores de pertenecer a los demás grupos. Si asumimos que cada barra vertical representa el genoma de la persona podemos percibir que gran parte del genoma de Agustín es similar al grupo de Asia del Este, pero que una porción de este también es similar al grupo de África o al de América o al de Oceanía.

En síntesis, el trabajo del equipo de Rosenberg propone que cada individuo posee un “valor de membresía” para cada grupo que refleja la probabilidad de que ese individuo pertenezca a ese grupo. Este valor también puede interpretarse como la fracción de su genoma que proviene de ese grupo en términos históricos (Jobling *et al.*, 2014; Serre & Paabo, 2004). Sobre esto, ahondaremos más adelante. Además, cuando se agrupa a individuos por su similitud genética, se encuentra que dichos grupos no son los grupos raciales clásicos, sino que los que se forman se corresponden de manera cercana a grupos poblacionales definidos por la geografía (África, Europa, Oriente medio, Asia del sur, Asia del este, Oceanía y América).

Los resultados del trabajo de Rosenberg y colaboradores coinciden con aquellos encontrados en otros trabajos (Barbujani & Belle, 2006; Hunley, Healy, & Long, 2009; Rosenberg *et al.*, 2005; Serre & Paabo, 2004). Todas estas investigaciones abonan al consenso que existe hoy en día entre las biólogas y los biólogos sobre que las razas clásicas (negros, blancos, amarillos, etc.) no encuentran sustento desde la biología (Brothers *et al.*, 2021; Cavalli-Sforza, 2000; Jobling *et al.*, 2014, Rosenberg, 2011; Templeton, 2013, 2019). Sin embargo, los resultados respecto de las agrupaciones de los humanos en categorías discretas asociadas a la geografía parecerían contradecir los análisis clásicos de Lewontin y trabajos posteriores. Recordemos que estos trabajos sugerían que hay una mayor diversidad genética dentro de cada grupo que entre distintos grupos y que, por tanto, no sería posible armar agrupaciones. Para resolver esta situación aparentemente paradójica debemos tener en cuenta que los trabajos de Lewontin y similares cuestionaron la legitimidad de ciertos modos específicos de agrupar a los humanos, especialmente la clasificación racial tradicional, pero de

allí no se sigue que toda agrupación sea igualmente insostenible. Recordemos que Lewontin partió de grupos ya definidos mientras que en los trabajos de Rosenberg y similares los grupos resultaban del análisis de la diversidad genética: mientras que en los trabajos a la Lewontin los grupos eran un dato de partida, en los trabajos a la Rosenberg eran un resultado. Esta importante diferencia metodológica hace que los resultados de ambos tipos de estudios no sean directamente comparables.

En cualquier caso, los estudios como el llevado a cabo por el equipo de Rosenberg plantearon la pregunta de si la diversidad genética mundial se explica mejor como unidades discretas o por una variación continua. Según diversos investigadores (Serre & Paabo, 2004; Rosenberg *et al.*, 2005; Rutherford, 2020) esta aparente contradicción puede explicarse utilizando dos modelos.

El primero de ellos es el “modelo de mixtura” o “admixture”, que propone que entre las poblaciones existe una constante migración de individuos, que trae aparejado el movimiento de alelos de una población a otra (flujo génico). Esto genera que, al cabo de un tiempo, las poblaciones se parezcan más entre ellas (o sea, que disminuya la divergencia genética) dado que comienzan a compartir los mismos alelos (Jobling *et al.*, 2014; Reich, 2019; Freeman & Herron, 2002; Rutherford, 2012). Este primer modelo permitiría explicar cómo los individuos pueden pertenecer a diferentes grupos o, en otras palabras, por qué la variación genética humana sigue un patrón continuo. Esto se debería a que la migración desdibuja los límites entre las poblaciones, creando un continuo de variación entre ellas. Así los grupos humanos no tendrían total discontinuidad. Esto es coherente con las explicaciones existentes respecto de la evolución humana que sugieren que nuestra historia ha estado repleta de migraciones y mezclas constantes entre poblaciones, creando una distribución gradual de las variantes genéticas a lo largo del mundo (Reich, 2019).

El segundo modelo explicativo es el de “aislamiento por distancia”, que propone que dos poblaciones aisladas geográficamente van a ser menos similares genéticamente. Esto ocurre porque disminuye el flujo génico entre ellas a medida que aumenta su distancia. El aislamiento geográfico puede ser producto de barreras como océanos, montañas o desiertos que impiden que las poblaciones se encuentren. Dada esta situación es que los individuos de las poblaciones suelen cruzarse y tener descendencia con individuos que estén cerca en su región geográfica, generando patrones de endogamia. Este proceso crea un patrón de distribución por parches de las variantes genéticas a lo largo del mundo (Barbujani & Colonna, 2010; Freeman & Herron, 2002; Serre & Paabo, 2004). Este segundo modelo permitiría explicar por qué los individuos pueden organizarse en grupos que generalmente se solapan con la geografía. En nuestra historia evolutiva como humanos la geografía fue una de las fuerzas que influenció la diferenciación genética de las poblaciones. Grandes distancias físicas y barreras geográficas como océanos, el desierto de Sahara, o los Himalayas, no fueron frecuentemente cruzadas por los humanos durante las migraciones (Cela Conde & Ayala, 2014; González Burchard *et al.*, 2003; Templeton, 2013). Este aislamiento genera un incremento de la similitud entre los individuos de un mismo lado de una barrera geográfica relativo a aquellos individuos del otro lado de la barrera.

Algunos párrafos atrás habíamos mencionado que un individuo, por ejemplo, Agustín, no era cien por ciento miembro de un determinado grupo (como si fuese “puro” asiático), sino que tenía cierta probabilidad de pertenecer al mismo. Como mencionamos, estos porcentajes pueden interpretarse como la fracción de su genoma que proviene de ese grupo. El modelo de admixture podría explicar esta situación. Los numerosos encuentros entre poblaciones – debidos a las migraciones –, y los consiguientes apareamientos, durante la historia desde el origen del *Homo sapiens* en África han dejado su marca en el genoma (Cela Conde & Ayala, 2014; Templeton, 2019; Jobling *et al.*, 2014; Reich, 2019; Rutherford, 2020). Los trabajos de las y los genetistas suelen utilizar la expresión “ancestría genética” para mostrar las conexiones de una persona (o de una población) con las personas o poblaciones del pasado. En este contexto, los ancestros son individuos que tuvieron descendientes, y la ancestría es la información que tenemos sobre ellos y sus relaciones genéticas con las personas de la actualidad (Mathieson y Scally, 2020). A pesar de la similitud genética que existe entre poblaciones, la acumulación de información de un gran número de variantes genéticas permite identificar con cierta probabilidad de qué poblaciones descendería un individuo (Rosenberg, 2011).

La ancestría genética implica entender que nuestro ADN es una combinación que proviene de distintas poblaciones. En casi ningún caso el ADN proviene de una única población en términos históricos (Agustín no era cien por ciento miembro de un grupo), esto significa que no existen las ancestrías puras o, en otras palabras, que no hay linajes evolutivos distinguibles unos de otros desde el origen de los tiempos. Lo que tenemos es un mayor o menor componente de una u otra población. Incluso, estudios de los últimos años muestran que, además de reproducirnos con miembros de otras poblaciones de nuestra especie, hemos tenido episodios de hibridación con miembros de otras especies tales como los *Neanderthales*. En particular, tenemos en nuestro genoma entre un uno y un cuatro por ciento de variantes genéticas provenientes de esta otra especie (Green *et al.*, 2010; Sankararaman *et al.*, 2014). Esto significa que individuos de *Homo sapiens*,

en algún momento de su existencia, se han apareado con individuos de esta otra especie, y eso también quedó marcado en nuestro ADN. También nos hemos hibridado con - al menos - otra especie como fueron los llamados “denisovanos” (Reich, 2019).

Cabe destacar que actualmente ningún investigador (incluidos aquellos que consideran legítimo y útil establecer algún tipo de agrupación) defiende la legitimidad de ninguna clase de jerarquización entre grupos humanos. Dado que la jerarquización es un componente necesario del racismo, ninguno de los estudios reseñados podría servir, salvo alguna tergiversación malintencionada mediante, de sustento para posturas racistas. No obstante, más allá de estos acuerdos centrales también existen numerosos debates dentro del área. Por ejemplo, algunos autores denuncian que, aunque los genetistas mencionan que no existen las razas en términos biológicos, utilizan categorías biogeográficas en sus investigaciones que pueden asemejarse a la idea de raza clásica. Este tipo de decisiones puede tener un impacto negativo en los usos políticos que se le dan a este tipo de investigaciones (Wade, 2014; Lopez Beltran, 2018; Hardy, 2008). Otro debate refiere al uso de la categoría “etnia”, en reemplazo de la categoría “raza”. La sustitución del término “raza” por el de “etnia” reviste algunos problemas tales como que cambia dramáticamente en diferentes contextos y tiempos históricos de la misma manera que lo hace el concepto de raza (Race, Ethnicity, and Genetics Working Group, 2005). Por último, podemos mencionar otro debate referente a que las investigaciones sobre la ancestría genética suelen analizar las variantes genéticas de los individuos en términos de tres posibles grandes ancestrías: la europea, la amerindia y la africana. Se asumen así poblaciones de referencia que se suponen puras, donde, por ejemplo, los conocimientos sobre las variantes genéticas referenciadas en la “ancestría africana” provienen de la etnia Yoruba (en su mayoría) despreciando la enorme diversidad dentro de África. Por otro lado, en este tipo de análisis se sobrerrepresentan las variantes europeas (lo que puede tener un impacto en las aplicaciones en medicina, como veremos más adelante en el artículo) y casi no aparecen variantes latinoamericanas conocidas (Dopazo *et al.*, 2019).

La concepción de raza y el racismo del sentido común

Con la expresión “racismo de sentido común” (RSC) nos referimos a una representación social ampliamente difundida en muchas sociedades según la cual las personas pueden clasificarse en razas, entendidas estas como categorías reales, discretas e inmutables, definidas con frecuencia –aunque no siempre- por diferencias biológicas relacionadas con los genes, el color de piel, la forma de la cara o los comportamientos. Esta clasificación racial intuitiva implica también un componente valorativo según el cual ciertas razas serían en algún sentido mejores o superiores respecto de las demás. Brothers *et al.* (2021) llaman a esto “ideología de raza”. Esta ideología es diferente al racismo científico o a las teorías no científicas que sustentan la ideología racista de ciertos grupos políticos actuales (tales como algunos partidos políticos de extrema derecha de Europa o EUA y, lamentablemente, Latinoamérica), en particular ya que los supuestos racistas se presentan de manera implícita e incluso no consciente. A continuación, realizaremos algunos análisis que buscan comprender por qué el RSC está tan difundido y arraigado en nuestra sociedad.

Numerosas investigaciones sugieren que, desde temprana edad, las personas tienden a clasificar a los individuos en categorías (raza, género, edad, etc.) (Pinker, 2012). Estas clasificaciones se basan en concepciones y modos de razonar que muchas veces son implícitos y de los que la persona suele incluso no ser consciente. El origen de estos modos de razonar intuitivos se puede comprender como resultante de la interacción entre ciertos sesgos cognitivos con ciertas influencias socioculturales (Amossy & Herschberg Pierrot, 2015; Furnham & Lamb, 1992). Con respecto este último conjunto de factores, resulta evidente que vivimos en una sociedad (nos referimos a la sociedad occidental capitalista y a todas aquellas que se han “occidentalizado” en mayor o menor medida) racista, esto es, que clasifica a los individuos en razas y que, además, establece una jerarquía entre las mismas (Van Dijk, 2007; Wiewiorka, 2009). Desde ya, la intensidad y forma de este racismo ha variado y varía mucho en diferentes épocas y lugares. Una expresión de este racismo a escala social lo constituyen los estereotipos raciales. Los estereotipos son “(...) la imagen típica que nos viene a la mente cuando pensamos en un determinado grupo social” (Dovidio, 2002:493) y son importantes porque están fuertemente vinculados a los prejuicios y a las conductas discriminatorias (Amossy & Herschberg Pierrot, 2015). Así, tenemos estereotipos de raza, de género, de clase, etc.

Estos estereotipos están presente en diversas expresiones de nuestra cultura (Saez, 2018; Van Dijk, 2007), desde los discursos explícitos de ciertos grupos sociales hasta el ideal de belleza que se transmite a través de las publicidades y la industria del entretenimiento que, en general, muestra personas blancas. Demás está decir que, dado lo dicho anteriormente en este artículo, este RSC no encuentra sustento en la biología actual. Pero, y tal vez esto sea lo más importante, todos y todas (no solamente quienes se reconocen a sí mismos como neonazis) participamos de cierta forma del racismo: siendo un componente estructural de nuestra cultura especialmente fácil de desarrollar a partir de ciertos sesgos cognitivos es poco probable que un individuo no termine por adoptar, en cierto grado al menos, este modo de pensar (Carpenter, 2010). El

componente sociocultural que contribuye a que las personas construyan el RSC es más bien evidente, razón por la cual nos centraremos ahora en el otro conjunto de componentes mencionado relacionado con ciertos sesgos cognitivos, un conjunto de factores que no es tan evidente y que rara vez es objeto de reflexión en la educación.

Las evidencias sobre estos sesgos provienen de distintas líneas de investigación, principalmente de los modelos de la mente dual de la psicología cognitiva y de los modelos sobre la “biología intuitiva” tanto de la psicología como de la antropología (Atran & Medin, 2008). Estas distintas perspectivas convergen en la idea general de que existen ciertos rasgos cognitivos humanos, probablemente universales, que nos hacen propensos a construir perspectivas racistas o semejantes.

Kahneman (2019), Pozo (2014) y otros autores y autoras proponen un modelo de la mente dual de acuerdo con el cual nuestra mente dispondría de dos formas de razonamiento. Una de ellos, el “sistema 1”, implicaría razonamientos implícitos (no conscientes), rápidos y “fáciles” (que no demandan un esfuerzo consciente). Por el contrario, el “sistema 2” implicaría razonamientos que solo se producen en virtud de un esfuerzo consciente. El “sistema 1” tendría una prevalencia funcional sobre el “sistema 2”, es decir, se activaría con más facilidad y frecuencia que este último. El “sistema 2” solo entraría en acción cuando la persona identifica algún problema y toma conciencia de que las concepciones que dispone no le permiten lidiar adecuadamente con dicho problema. Tanto sesgos cognitivos más o menos innatos como hábitos y representaciones sociales internalizadas conformarían este sistema 1 y sesgarían fuertemente el pensamiento en situaciones cotidianas. El RSC sería parte de este sistema 1.

Existen diferentes definiciones del concepto de sesgo cognitivo, desarrollado y divulgado en gran medida por el psicólogo Daniel Kahneman (2019). Según Blanco (2017) el sesgo cognitivo se refiere a una desviación sistemática (es decir, no aleatoria y, por tanto, predecible) de la racionalidad en el juicio o la toma de decisiones. Estos sesgos facilitarían el surgimiento, difusión y estabilización de ciertas representaciones, pero a su vez diversos factores culturales (mitos, ideologías, metáforas, etc.) podrían reforzar dichas representaciones en un proceso de retroalimentación positiva que hace muy difícil su modificación. De esta manera, la retroalimentación positiva entre ambos factores hace que casi todos los individuos, en mayor o menor medida, construyan ciertos tipos de representaciones, y que su eliminación total sea muy difícil o imposible. Consideramos que el RSC podría entenderse como una representación de este tipo. Resulta evidente, por lo dicho en estas últimas líneas, que adoptar semejante perspectiva tiene importantes implicancias didácticas que analizaremos más adelante.

En función de lo anterior, surge la pregunta de qué sesgos cognitivos facilitarían el surgimiento del RSC. Mencionaremos tres que podrían subyacer al desarrollo de este modo de pensar: los mecanismos de categorización, el esencialismo psicológico, y el “tribalismo”. Con respecto al primero, numerosas investigaciones sugieren que las personas (de todas las culturas) tendemos a clasificar las entidades del mundo que nos resultan relevantes en general. Esta es, tal vez, la función cognitiva más básica (Medin & Aguilar, 2002): “encajar” las entidades individuales en categorías es el único modo de comprender y predecir el mundo y tomar decisiones rápidas y adaptativas. Para decirlo de otro modo, alguien incapaz de hacer eso vería cada entidad individual como algo único y totalmente novedoso, lo que le impediría suponer nada respecto de dicha entidad y, por lo tanto, lo obligaría a una investigación que resultaría paralizante o peligrosa. Por ejemplo, si paseando por un sendero del Parque Nacional Iguazú nos encontramos con un yaguararé, el hecho de categorizar a esa entidad como un “felino depredador” nos permitirá rápidamente tomar decisiones adaptativas tales como alejarnos lo más rápido posible. Si no fuéramos capaces de tal categorización y viéramos a ese yaguararé como una entidad única, deberíamos indagar de qué se trata y, muy probablemente, dicha indagación terminaría en un problema para nosotros.

Con respecto al segundo (esencialismo), las categorías que construimos para clasificar las entidades del mundo tienden a ser esencialistas (Gelman, Coley & Gottfried, 2002; Gelman & Rhodes, 2012; Hood, 2019). El esencialismo psicológico supone creer que las categorías que utilizamos son reales (y no construidas) y que poseen una fuerza causal subyacente (la “esencia”) que explica las características de las entidades que pertenecen a esa categoría (Gelman & Rhodes, 2012). La cuestión de en qué consiste la “esencia” subyacente a las categorías utilizadas para clasificar a las personas puede variar según el entorno sociocultural. Por ejemplo, en las poblaciones urbanas escolarizadas occidentales es común el “esencialismo genético”, que es la creencia de que las personas de un mismo grupo socialmente definido (por ejemplo, raza) comparten genes que los hacen física, cognitiva y conductualmente uniformes y distintos de otros grupos (Donovan y Nehm, 2020).

Con respecto al tercer factor, tendemos a vernos como parte de un grupo social de pertenencia bien delimitado a partir del cual clasificamos a las personas, según pertenezcan o no a nuestro grupo, como parte

de un “nosotros” contrapuesto a un “otros”. Para complicar las cosas, tenemos un fuerte sesgo para atribuir propiedades positivas al “nosotros” y negativas al “ellos” (Haidt & Lukianoff, 2019; Pinker, 2012; Sapolsky, 2018; Sutherland, 1996; Van Dijk, 2007). A esto nos referimos con “tribalismo”, y resulta evidente cómo y por qué puede contribuir a la construcción del racismo y la xenofobia. En casos extremos dados por ciertos contextos sociales (por ejemplo, conflictos bélicos), estos sesgos llevan a la total deshumanización de los “otros”, lo que a su vez allana el camino del genocidio (Pinker, 2012).

Dos líneas de evidencias sostienen la hipótesis de que los sesgos que facilitan la construcción de estos modos de pensar son -en cierta medida- innatos. En primer lugar, se constata el surgimiento de la tendencia a construir categorías esencialistas (para clasificar objetos, seres vivos y personas) en la infancia temprana, antes de que el individuo haya sido expuesto a las influencias culturales pertinentes (ver, para el caso del pensamiento esencialista, Gelman, 2003, 2004, y específicamente para categorías raciales, Hirschfeld, 2005). Como ya señalamos, el reconocimiento de estos factores en el surgimiento del RSC no niega que los factores socioculturales tengan una gran influencia en la intensidad y forma particular a la hora de definir qué formas particulares de pensamiento se concretan en relación con la clasificación de las personas (Waxman, Medin & Ross, 2007). En segundo lugar, los estudios transculturales muestran que estos sesgos están presentes en poblaciones que difieren mucho en los aspectos culturales, más allá de que dichas diferencias culturales introduzcan variaciones en las representaciones y comportamientos asociados a los sesgos en cuestión. Es importante aclarar que de lo dicho no se sigue que las personas estemos “programadas” para convertirnos inexorablemente en racistas ni que todas las sociedades serán racistas, pero sí que, por así decirlo, la mente humana es “campo fértil” para las categorizaciones raciales u otras análogas (basadas en las nociones de casta, clase, partido político, equipo de fútbol, etc.) con consecuencias igualmente negativas. Así, aunque la tendencia a la emergencia de cierta forma de racismo constituye probablemente un rasgo universal humano (Atran & Medin, 2008; Hirschfeld, 1996), la forma que dicho racismo adopte dependerá fuertemente de factores socioculturales (Pauker, Williams & Steele, 2016). Tal como señalan Barret y Buchanan-Barrow (2005: 11) “Hirschfeld afirma que el niño está particularmente en sintonía con [attuned] los tipos de diferenciaciones que se hacen por el sistema de categorización racial. Sin embargo, en otras culturas que reconocen sistemas de categorías sociales diferentes a la raza (por ejemplo, en las culturas del sur de Asia donde se privilegia la casta), las distinciones se adquieren en lugar de la raza durante la primera infancia. Por lo tanto, la teoría intuitiva particular que adquiere el niño (y que impulsa su patrón de estereotipos prejuicios y evaluaciones) es culturalmente específica.”. Este ejemplo ilustra el modo en que la interacción entre factores culturales y psicobiológicos puede dar como resultado distintos sistemas intuitivos de clasificación de las personas.

Lo dicho supone que, a pesar de los sesgos que nos predisponen al RSC, los factores socioculturales sí importan, y entre dichos factores se encuentra la educación formal. En relación con esto nos interesa explorar la cuestión del modo en que la enseñanza de la biología en las escuelas podría orientarse a poner en cuestión el RSC de las y los estudiantes. Aunque cabe esperar que tal enseñanza pueda dar resultados en alguna medida positivos (ver, por ejemplo, Donovan, Weindling & Lee, 2020; Tawa, 2020), dado todo lo señalado en los párrafos precedentes resultaría un tanto ingenuo pretender eliminar totalmente el RSC. En cambio, podría ser más realista y productivo buscar una regulación consciente de los sesgos, prejuicios y estereotipos que pretender su total eliminación (Amoss & Herschberg Pierrot, 2015). Exploraremos estas cuestiones en lo que sigue.

IMPLICANCIAS DIDÁCTICAS

Tradicionalmente en las clases de biología, los debates y las controversias en torno a la cuestión racial, planteadas en los apartados anteriores, no suelen aparecer. Esto es, el abordaje tradicional tiende a estar centrado en la denuncia del racismo científico y, a su vez, en el supuesto de que la biología “demostró” que no hay razas humanas, en general con la intención de desarticular el RSC. Así, los estudiantes suelen construir la idea de que no es posible distinguir poblaciones humanas con base en diferencias genéticas.

Cabe destacar que, en este abordaje tradicional, tampoco los sesgos cognitivos reciben atención (Donovan & Nehm, 2020). Cuando se tienen en cuenta las concepciones de las y los estudiantes se lo hace más bien desde el enfoque del cambio conceptual, lo que lleva a discutir la incorrección científica de ciertas ideas, pero sin sondear conscientemente qué modos de razonar más generales subyacen a esas ideas. Además, y en relación con los contenidos a aprender, cuando se enseñan tópicos de genética, el énfasis en la cuestión matemática y algorítmica (los famosos “problemas” de genética mendeliana) suele relegar la discusión sobre la complejidad del funcionamiento de los genes y la relación entre los genes y el ambiente, entre otros tópicos que permitirían poner en discusión cuestiones relacionadas con la idea de raza o más

precisamente con el sesgo esencialista (Donovan & Nehm, 2020; Gericke, El-Hani, Sbeglia, Nehm, & Evangelista, 2021).

Cabe destacar que este modo de abordar la cuestión racial trae aparejado diversos conflictos. Por un lado, asumir que “todas las personas somos iguales” no es consistente con los modelos de la biología que sostienen que los humanos somos diversos genéticamente, tanto si comparamos individuos dentro de una población como si comparamos poblaciones entre sí, en este último caso la diversidad resulta de historias evolutivas divergentes (Cela Conde & Ayala, 2014; Jobling *et al.*, 2014; Rich Harris, 2015; Templeton, 2019). Subyace a esta idea un razonamiento esencialista sobre la humanidad que dificulta la comprensión de varios modelos de la biología (Donovan & Nehm, 2020; Gelman & Rhodes, 2012; Gericke & El-Hani, 2018; Gericke *et al.*, 2021).

Por otro lado, si bien la biología es clara respecto de que la clasificación clásica de razas no se sustenta en los modelos biológicos, según disciplinas como la antropología la idea de raza sigue utilizándose en las sociedades como un factor que estructura los modos en que vivimos en el mundo (Fuentes, 2020; Mullings, 2005). Si bien esta idea muchas veces da lugar al prejuicio y la discriminación en otras ocasiones permite también dar cuenta de ciertas inequidades en el campo de la salud, del trabajo, de la educación, lo que constituye una condición para la lucha contra dichas inequidades. Por ejemplo, durante la pandemia por COVID-19, murieron más personas negras que blancas en Estados Unidos (Rutherford, 2020). Este tipo de inequidades no puede explicarse sin hacer referencia a la raza en términos sociales (y por tanto al racismo), porque hacerlo obturaría la posibilidad de una discusión genuina sobre las desigualdades a las que son sometidos los grupos racializados y, en consecuencia, no permitiría pensar en políticas de estado específicas que reparen el daño causado a los grupos oprimidos (Fuentes, 2020; Gatto, 2016; Mullings, 2005; Segato, 2007).

En relación con los anterior, se nos presenta un dilema. Si nos basamos en la biología concluimos que las razas no existen, y en base a esto se construye un discurso que niega o no apela a la noción de raza para explicar cuestiones sociales. Esta situación fomenta en los estudiantes la percepción de que la raza no es algo real, concluyendo que la solución al racismo es ser “colorblind” (ignorar la raza) (Hubbard & Monnig, 2020). Pero, a su vez, las personas continúan pensando en términos de raza en su vida cotidiana y esto estructura las sociedades en las que vivimos. Incluso, los grupos racializados se han “apropiado de las armas del enemigo” en tanto que hacen propias identificaciones tales como “negro/a” para denunciar las inequidades a las que son sometidos. En este sentido, aunque a los racistas opresores el concepto de raza les sirve como herramienta, no hablar de razas en la escuela tendría un efecto político contraproducente porque le estaría ocultando una herramienta a los grupos racializados para luchar por sus derechos. Por estas razones existe en el ámbito académico una discusión sobre “qué hacer” con la palabra “raza” (Schaub, 2019).

Por último, la idea de que “no existen las razas humanas” o, más precisamente, de que los humanos no pueden agruparse de manera discreta en base a rasgos biológicos, es un supuesto discutido actualmente dentro de la propia biología como mostramos en apartados anteriores. Además, esta idea asume una perspectiva epistemológica sesgada en el sentido de mostrar una ciencia acabada y sin discusión (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, & Praia, 2002), obliterando así la discusión del rol actual que tiene la biología en esta temática y de aquello que dice respecto de las razas. Desde esta perspectiva se asume que la biología dice, simplemente (ignorando los complejos modelos actuales que hemos reseñado), que “las razas no existen” y, además, que aquello que dice la biología es una verdad absoluta (ignorando lo que dicen las ciencias sociales) (Hubbard & Monnig, 2020).

Frente a esta situación, hoy en día existen nuevos enfoques que recuperan la importancia de algunos elementos novedosos de la biología para pensar la cuestión de razas. Por ejemplo, para el caso de la nutrición humana (Orozco Marín & Cassiani, 2021), la genética (Donovan & Nehm, 2020; da Silva Dias da Silva Dias, Meneses Fernandes, Sánchez Arteaga, & Sepúlveda, 2018; Sánchez-Arteaga, Sepúlveda, & El-Hani., 2013; Tawa, 2020), la respiración celular (Orozco Marín *et al.*, 2022) o la biología evolutiva (Silva, Gouvêa Silva, & Franco, 2020), solo por mencionar algunos. En nuestra propuesta enfatizamos que el trabajo sobre los sesgos cognitivos debería tener un lugar central en la educación. Los modos en los que entendemos las causas y el funcionamiento del RSC que hemos desarrollado antes tendrán fuertes implicancias sobre cómo enseñar biología. Tal vez la principal de estas es el cuestionamiento a la pretensión de eliminar, mediante la instrucción, el RSC. Sostenemos que el RSC no es, estrictamente hablando, eliminable, porque está anclado en sesgos cognitivos que son parte de la estructura cognitiva humana, y porque, además, las personas crecemos en un entorno cultural que lo fomenta. Mostrar a las y los estudiantes que la noción tradicional de raza está desacreditada por la biología actual no bastará para anular los mencionados factores que causan el RSC. De hecho, en el plano social, el racismo ha persistido, desplazándose hacia formas más “culturales”, a pesar del cambio conceptual rotundo que tuvo lugar en la biología en relación con la noción de raza. En tal

sentido, Balibar (citado por Schaub, 2019: 43) señala que “(...) La idea de que raza [...] tendría una significación 'biológica' es una mistificación histórica. El término raza en su uso moderno, discriminatorio, adquirió su función y su valor antes de toda elaboración 'biológica' y puede conservarlos más allá de esta elaboración”. Así, desde la sociología se ha reconocido este problema, y se ha destacado la importancia de que las personas tomen conciencia de sus prejuicios racistas (Wieviorka, 2009).

En coherencia con estos análisis, desde la didáctica de las ciencias naturales, las propuestas de enseñanza que toman nota de la imposibilidad de la eliminación de ciertas concepciones se centran en la noción de metacognición. La metacognición se refiere al conocimiento y la capacidad de regular consciente e intencionalmente el propio pensamiento (Ritchhart, Church & Morrison, 2014; Swartz, Costa, Beyer, Reagan, & Kallick, 2017; Zohar & Dori, 2011). En el caso que estamos analizando, se puede proponer fomentar desde la educación, la capacidad de regular los propios sesgos, lo que se denomina “vigilancia metacognitiva” (Astolfi & Peterfalvi, 2001; González Galli, Pérez, & Gómez Galindo, 2020; Hartelt, Martens, & Minkley, 2022; Pérez & González Galli, 2024a, 2024b; Wingert, Bassett, Terry, & Lee 2022).

La “vigilancia metacognitiva” sobre cierto componente de la cognición, como por ejemplo el pensamiento esencialista, implica tres aspectos relacionados: (1) saber en qué consiste dicho componente cognitivo, (2) ser capaz de reconocer sus múltiples expresiones, más o menos explícitas, en pensamientos y producciones propias o de terceros, y (3) ser capaz de regularlo, esto es, la capacidad de evaluar su adecuación o conveniencia de acuerdo con ciertos criterios explícitos y ciertos objetivos cognitivos dados por el contexto. Tomando el caso del esencialismo, por ejemplo, la o el estudiante debería comprender que el pensamiento esencialista consiste en suponer que las categorías son reales, inmutables y demás características que ya mencionamos. Debería también ser capaz de identificar que el esencialismo subyace a frases tales como “los negros son todas iguales” o “María es china, entonces debe ser buena en matemáticas”. Además, y esto es lo más difícil, debería comprender las razones por las que sería deseable o conveniente evitar el esencialismo en estos casos porque se trata de un modo de pensar contradictorio con lo que nuestros mejores modelos científicos nos dicen acerca de la variabilidad interindividual en nuestra especie (Pérez y González Galli, 2024b).

En función de lo anterior, rasgos cognitivos como la categorización y el esencialismo no parecen ser eliminables, ni tampoco sería deseable hacerlo dada su utilidad para el pensamiento de todos los días. En todo caso, lo que esperamos es que las y los estudiantes sean conscientes de que en ciertos contextos esos modos de razonar pueden llevar a consecuencias problemáticas o indeseables y que, además, sean capaces de regularlos cuando esto pase. En este sentido, esperamos que el estudiantado logre ser consciente del RSC y pueda regularlo en todos los contextos posibles. Cuesta imaginar algún contexto en el que dicho modo de pensar pueda considerarse adecuado o, menos aún, deseable. Por obvias razones, y por principio, responderemos que no existen tales contextos. Ahora bien ¿esperamos que la “vigilancia metacognitiva” sobre el RSC resulte en un rechazo, en toda circunstancia y contexto, por parte de las y los estudiantes del pensamiento racista? La respuesta es sí, pero con una aclaración: en última instancia esto dependerá de los valores y las decisiones de cada uno de nuestros estudiantes.

De ninguna manera pretendemos ser neutrales frente a esta situación, ni tampoco suscribimos al relativismo en ninguna de sus formas (incluida la moral). Creemos que existen muchas y buenas razones para considerar que el racismo es algo negativo. Así, nos posicionamos claramente contra el racismo en todas sus formas, y deseamos que las y los estudiantes se posicionen del mismo modo. De este modo, además del tipo de trabajo metacognitivo del que hablamos, creemos que es necesario trabajar en las clases la cuestión de las consecuencias negativas (nuevamente: de acuerdo con nuestros valores, que aspiramos a compartir con el estudiantado) que el pensamiento racista tiene en la sociedad. Es necesario ayudar a las y los estudiantes a comprender que se trata de un modo de pensar que genera situaciones de injusticia que causan mucho sufrimiento. Sin embargo, nada de esto garantizará que todo el estudiantado llegue a las mismas conclusiones. En este sentido, deseamos que la última palabra la tenga cada estudiante.

A continuación, y retomando las consideraciones realizadas antes, presentaremos dos casos que pueden ser utilizados en las clases de biología para enseñar cuestiones relacionadas a la raza que se cruzan con temáticas de salud o de género.

DOS CASOS PARA EL ABORDAJE DE LA RAZA Y EL RACISMO EN LAS CLASES DE BIOLOGÍA

Primer caso: el racismo en los estudios médicos y sus implicancias en el aumento de la desigualdad estructural entre países

El cáncer de mama es un importante problema de salud pública. En los últimos años, las diversas investigaciones sobre este tema han permitido mejorar la detección y el tratamiento, logrando una disminución de la mortalidad en las personas que lo padecen. Sin embargo, todavía siguen sin ser claros algunos aspectos de la enfermedad. Por ejemplo, no se conocen todos los genes que intervienen en su desarrollo y cómo estos interactúan con factores no genéticos. Se sabe que una pequeña proporción de los cánceres de mama puede explicarse por mutaciones en los genes BRCA1 y BRCA2. Una mutación en alguno de estos genes suele estar asociada a una alta probabilidad de padecer cáncer de mama (Zavala, 2019). Sin embargo, existen otros genes (como decíamos, algunos aún hoy desconocidos) que también influyen en el desarrollo de este cáncer. En este sentido, es una enfermedad poligénica: esto quiere decir que muchas mutaciones diferentes influyen en su desarrollo.

La mayoría de estos genes mutados suele tener bajo impacto en la probabilidad de desarrollo de la enfermedad, sin embargo, es importante conocerlos para continuar desarrollando una mejor detección y mejores tratamientos (Zavala, 2019). Las científicas y los científicos realizan estudios de asociación del genoma para conocer estas variantes. Estos estudios consisten en comparar las secuencias genéticas en cientos de miles de sitios del genoma entre personas con la enfermedad y personas sanas. Si una variante es significativamente más frecuente en el grupo de personas que tienen la enfermedad, se sospecha que entonces esa variante puede llegar a influir en la probabilidad de contraer la enfermedad. Esto no significa que tener determinada variante determina el desarrollo de la enfermedad, sino que aumenta las probabilidades de desarrollarla.

En el caso de las poblaciones latinoamericanas, se conoce que aproximadamente el 16% de los cánceres de mama hereditarios están relacionados con variantes genéticas de BRCA1 y BRCA2. Países tales como Perú, México, Colombia o Brasil reportan una alta frecuencia de mutaciones en BRCA1 mientras que, en Costa Rica, Cuba, Puerto Rico y Uruguay, las mutaciones BRCA2 son las predominantes (Zavala, 2019). Estos datos, que muestran diferencias en la frecuencia de las mutaciones en diferentes países latinoamericanos, no aparecen habitualmente en las investigaciones internacionales. Es más, solo una pequeña proporción de las muestras incluidas en los estudios de asociación genética provienen de poblaciones latinoamericanas. Esto significa que la mayoría de las investigaciones que se realizan para identificar variantes genéticas asociadas a enfermedades se hacen con poblaciones europeas o estadounidenses, donde incluso en ellas se dejan fuera ciertos grupos de personas (afroamericanos, por ejemplo). A esta (decisión) situación en las ciencias biomédicas subyace el supuesto de que los resultados de las investigaciones realizadas en base a muestras tomadas de individuos europeos o norteamericanos (en general, blancos) serán extrapolables a individuos de cualquier otra población. Podemos decir que se asume que esas diferencias son “despreciables” en un doble sentido: o bien lo son por su pequeña magnitud o bien porque sus consecuencias afectan poblaciones cuyos derechos (en este caso a la salud) poco importan.

De lo anterior se desprende uno de los debates existentes en este campo: ¿sería necesario distinguir grupos humanos (geográficos, étnicos, raciales) en los análisis genómicos asociados a la medicina? En un lado del debate nos encontramos con investigadores e investigadoras que sostienen que es importante distinguir grupos humanos en la medicina y que ignorar la idea de raza conlleva riesgos en la investigación médica y la práctica clínica. Retomando lo que mencionábamos antes respecto de las diferentes variantes del gen BRCA en los pueblos latinoamericanos, esta información parecería ser crucial para identificar factores de riesgo propios de ciertas poblaciones que permitirían personalizar la medicina. Esto ayudaría a facilitar el testeo, diagnóstico y tratamiento, por ejemplo, del cáncer de mama, en las poblaciones sobre las que se conocen estos factores genéticos. Con este objetivo, en Argentina, hace unos años se creó el “Programa Nacional de Referencia y Biobanco Genómico de la Población Argentina” (PoblAr) que tiene como propósito crear un biobanco de datos de la población argentina que facilite las investigaciones genómicas biomédicas de nuestro país. Este tipo de biobancos (que tiene sus análogos en otros países latinoamericanos) permite analizar y caracterizar las variantes genéticas propias de la población de un país, con el fin de mejorar sus políticas sanitarias. Este tipo de iniciativas apuesta a que, en el futuro, cada paciente pueda recibir un tratamiento acorde a sus características genéticas (Dopazo *et al.*, 2019). Como hemos mencionado antes en el artículo, estas variantes específicas de algunas poblaciones geográficas dan cuenta de su propia historia. Los procesos de mestizaje generan un “collage genético” que influye en la predisposición a padecer ciertas enfermedades, condiciona su progresión o su respuesta a determinados tratamientos. Distinguir entre grupos humanos en las investigaciones médicas en nuestra región permitiría revertir la actual situación en la que los estudios de asociación genética suelen basarse en estudios con población europea (alrededor del 80%),

mientras que los estudios con población latinoamericana se encuentran en un 0,5% (Dopazo *et al.*, 2019). Según distintos investigadores (Brothers *et al.*, 2021; Mullings *et al.*, 2021) esto es una expresión del racismo institucional, en el sentido de que es un mecanismo de exclusión legal, en el que las personas no blancas continúan sobreviviendo en una situación de desventaja, en este caso en términos de acceso a mejores sistemas de salud. Aquellos países que tienen más información respecto de la variabilidad genética de su pueblo, podrán mejorar sus políticas sanitarias en detrimento de aquellos que no tienen la información para hacerlo. Importar resultados realizados en poblaciones europeas o estadounidenses a países latinoamericanos puede tener como consecuencia que los tratamientos o formas de detección de las enfermedades no funcionen óptimamente en las poblaciones de nuestra región (Dopazo *et al.*, 2019; González Burchard *et al.*, 2003; Belbin, Nieves-Colón, Kenny, Moreno-Estrada, & Gignoux, 2018).

En el otro lado del debate respecto de la necesidad de distinguir grupos humanos (geográficos, étnicos, raciales) en los análisis genómicos asociados a la medicina, nos encontramos con investigadores que plantean preocupaciones respecto de la distinción. En primer lugar, se sugiere que en las investigaciones se usa con frecuencia estrategias de muestreo y etiquetado que parecerían evocar categorías raciales en tanto refieren a poblaciones análogas a éstas. Por ejemplo, las investigaciones suelen referirse a poblaciones tales como africanas, europeas o nativas americanas, definiéndolas como poblaciones de referencia que se suponen puras (López Beltrán *et al.*, 2017; López Beltrán, 2018). En segundo lugar, a estos investigadores les preocupa que la raza o la etnia se convierta en causa de la enfermedad en el sentido de que el uso de categorías raciales en las investigaciones reforzaría la impresión de que las inequidades en salud se deben a la acción de diferencias genéticas independientes de factores socioculturales (López Beltrán, 2018; Race, Ethnicity, and Genetics Working Group, 2005). En muchos casos no se toma la precaución de explicitar que el desarrollo de una enfermedad no sólo está influido por lo genético, sino también por factores ambientales tales como el nivel socioeconómico de los grupos humanos (López Beltrán *et al.*, 2017). Por ejemplo, en Estados Unidos, las y los afroamericanos tienen tasas de mortalidad más altas que cualquier otro grupo en 8 de las 10 principales causas de muerte (Hummer & Chinn, 2011). Si bien existen evidencias de variantes genéticas que influyen en estas enfermedades, además hay evidencias de que estas disparidades de salud están influidas también por los efectos de la discriminación, las diferencias en el trato, la pobreza, la falta de acceso a la atención médica, el racismo, el estrés y otras cuestiones sociales (Race, Ethnicity, and Genetics Working Group, 2005). En tercer lugar, otra preocupación es la de la creación de biobancos nacionales. Delimitar la genómica nacional o mapear la diversidad genética dentro de un territorio nacional, puede llevar a que la idea de nación se asocie a la genética reforzando así alguna noción esencialista de raza (López Beltrán *et al.*, 2017; López Beltrán, 2018) asociada a la insostenible idea de que existe algo así como un "genoma nacional".

Para finalizar este apartado, consideramos que analizar este caso en la enseñanza respecto de la relación entre las investigaciones biomédicas y la distinción de grupos humanos, es potente en diversos sentidos. Por un lado, permite habilitar la discusión respecto de las desigualdades en torno a los diferentes grupos humanos que atraviesan el campo de la investigación biológica. Inclusive, es central aquí la discusión respecto del esencialismo que subyace a las investigaciones que asumen que todos los individuos son iguales. En lo descripto antes, hay buenas razones para entender por qué esto es problemático. Por otro lado, este caso permite revisar los debates existentes actualmente en la disciplina para construir una imagen de ciencia mucho más acorde a los desarrollos epistemológicos actuales. Esto es, la ciencia está en constante discusión y, además, las pugnas no sólo están relacionadas con lo meramente académico sino también, por ejemplo, con intereses económicos representados por empresas como las farmacéuticas. En relación con estos debates, también sería importante hacer énfasis en que para comprender las críticas que se hacen a los estudios biomédicos es necesario entender qué es lo que la biología está diciendo sobre esta temática. Por último, el caso permite repensar dos cuestiones que tradicionalmente atraviesan las clases de biología. La primera se relaciona con la enseñanza tradicional de la genética, en la que se enfatiza la genética mendeliana asociada al uso de algoritmos como el cuadro de Punnett. Cabe repensar en qué medida esta enseñanza aporta a la discusión de problemáticas sociales tales como la que presentamos aquí. La segunda es respecto de la enseñanza de cuestiones asociadas a la salud, en tanto que tradicionalmente no se tienen en cuenta factores tales como la raza en el abordaje de las enfermedades.

Segundo caso: el mito de la Argentina blanca y las cuestiones de ancestría genética

Existe un mito que se reproduce en diversos contextos de Argentina que es el llamado "mito de la Argentina blanca" (Frigerio, 2008; Lamborghini, Geler, & Guzmán, 2017). Este mito supone -posiblemente en términos esencialistas- que la población argentina es blanca y que todos sus habitantes son descendientes de europeos. Es un mito que se refuerza, reproduce y aparece en distintas situaciones de la vida cotidiana. Por ejemplo, en frases populares tales como "En Argentina no tenemos problemas de racismo" o "No hay negros en Argentina porque su población fue diezmada en la guerra del Paraguay". Esta idea también se

expresa en que durante los censos nacionales no se haya indagado sobre la población afrodescendiente o indígena hasta el censo del año 2022. Otra expresión cotidiana que sufren las personas no blancas argentinas son preguntas del estilo “¿de qué país venís?”, pregunta que parte del supuesto de que por sus rasgos fenotípicos dichas personas no son argentinas. De esta manera, existe una construcción de la blanquedad argentina (Frigerio, 2006) sobre la que cabe preguntarse ¿qué puede decir la genética?

Para responder a esta pregunta retomaremos el concepto de ancestría genética que presentamos anteriormente. Las científicas y los científicos que investigan estos temas tienen dos grandes modos de estimar la herencia en general, y la ancestría en particular. Uno de ellos, corresponde a analizar el ADN nuclear. En éste pueden examinarse las variantes genéticas que provienen tanto de madres como de padres. El otro modo es a partir del análisis del ADN mitocondrial, donde se pueden analizar las variantes genéticas que provienen de la línea materna, o bien del ADN del cromosoma Y, que se hereda de padres a hijos XY (Freeman & Herron, 2002; Relethford, 2012; Freeland, 2005). Analizar variantes genéticas ubicadas en el cromosoma Y, el ADN mitocondrial o el nuclear permite evaluar cuáles han sido las principales poblaciones “parentales” de la población actual. Por un lado, el ADN nuclear, permite evaluar los procesos de mestizaje entre poblaciones ocurridas a través del tiempo. Por otro lado, el cromosoma Y o el ADN mitocondrial, dadas sus características de transmisión, permiten inferir diferencialmente el origen del linaje paterno o materno al que pertenece un individuo.

Centrándonos en el caso de las poblaciones latinoamericanas, se conoce que históricamente han sido poblaciones que, en general, han atravesado diversos procesos de mezcla. Originalmente hubo una población diversa que se ha mezclado con colonizadores europeos, africanos trasladados forzosamente durante el tráfico esclavista y hoy en día con inmigrantes de diversas partes del mundo. Como hemos contado antes, estas mezclas se evidencian en el ADN de las personas. Así, existen diversas investigaciones que muestran cómo son esos patrones de diversidad genética, por ejemplo, en el caso de Argentina (Avena *et al.*, 2012; Di Fabio Rocca *et al.*, 2018; Luisi *et al.*, 2020; Novembre & Ramachandran, 2011; Parolin *et al.*, 2013; Russo *et al.*, 2016). A lo largo y ancho de nuestro país, estos estudios analizaron variantes genéticas correspondientes a tres grandes poblaciones geográficas: las americanas nativas, las del África subsahariana (regiones que históricamente fueron afectadas por el tráfico esclavista), y las europeas (a veces restringidas a las europeas mediterráneas o peninsulares). En general, las investigaciones coinciden en que la gran mayoría de las personas argentinas poseen variantes genéticas de, al menos, dos de las poblaciones mencionadas. Recordemos que nuestro ADN es una combinación producto de mezclas entre poblaciones, por lo que una persona podrá tener variantes genéticas (en mayor o en menor proporción) de las tres poblaciones que se analizan. La distribución varía, aproximadamente, desde 0 a 100% de ancestría americanas nativas, 0-100% europea y 0-35% africana en cada persona.

No solo la mezcla se encuentra a nivel del ADN nuclear y varía según la región geográfica, sino que las y los investigadores también encuentran diferencias significativas entre las variantes genéticas que aparecen en el ADN mitocondrial y aquellas que aparecen en el ADN del cromosoma Y. En general, las investigaciones proponen que hay muchas más variantes genéticas de poblaciones nativas americanas en el ADN mitocondrial, mientras que hay más variantes genéticas de poblaciones europeas en el ADN del cromosoma Y. Esta situación puede explicarse utilizando el concepto de “sesgo sexual” según el cual las contribuciones genéticas son diferentes según el linaje materno o paterno. En Argentina, esta diferencia puede explicarse, en parte, por las reiteradas violaciones a mujeres indígenas de parte de europeos durante los procesos de colonización. Esta situación no es exclusiva de Argentina, sino que es habitual en la historia de muchas poblaciones latinas (Jobling *et al.*, 2014; Reich, 2019).

Sintetizando, las poblaciones argentinas son producto de una combinación génica de variantes europeas, nativas americanas y africanas, con un aporte asimétrico por sexo. Consideramos que estos análisis son potentes para trabajar en la educación ya que, en primer lugar, permiten poner en discusión mitos populares como el de la blanquedad argentina. En segundo lugar, el análisis de estos datos genéticos contribuye a revelar formas históricas de violencia de género y la manera en que estas se evidencian en nuestro ADN. En tercer lugar, el concepto de ancestría permite poner en discusión algunas ideas del sentido común tales como que todas las personas somos iguales o la idea de que existen razas puras.

ESCENAS DE AULA

Con la finalidad de ilustrar las potencialidades de la revisión bibliográfica presentada en este artículo, en este apartado mostraremos algunas reflexiones concretas que emergen de estudiantes de escuela secundaria que han transitado una secuencia didáctica basada en estos fundamentos. La misma se enmarca en un proyecto de investigación que tiene como principal objetivo analizar el desarrollo de la vigilancia

metacognitiva como resultado de intervenciones didácticas sobre la relación entre raza, racismo y biología, en la escuela media (Pérez y González Galli, 2024a, 2024b). La secuencia didáctica tenía como objetivos que las y los estudiantes comprendieran qué dice la genética sobre los posibles modos de agrupar las poblaciones humanas, así como qué es la ancestría genética y cómo se relacionan estos temas con algunos aspectos su vida cotidiana. Transversalmente en la secuencia se fomentó el desarrollo de la vigilancia metacognitiva. No pretendemos realizar aquí un análisis exhaustivo de estas escenas escolares, ni tampoco se pretende mostrar resultados de la investigación, el propósito de este apartado es ejemplificar lo que se esperaría que suceda en el caso de utilizar los lineamientos que hemos sugerido, en una propuesta didáctica.

Reflexiones sobre ancestría genética

En una actividad se propuso a las y los estudiantes analizar el cambio a través del tiempo en las variantes genéticas del grupo sanguíneo ABO en la provincia de Buenos Aires (los datos para la actividad fueron tomados de Parolin *et al.*, 2013). Luego, se les propuso representar su genoma en un rectángulo con distintos colores según de dónde consideraban que provenían sus ancestros. Posteriormente se trabajó sobre la idea de sesgo sexual, analizando datos de variantes genéticas del ADN mitocondrial y del cromosoma Y en la población argentina (los datos para la actividad fueron tomados de Corach *et al.*, 2010). Finalmente se solicitó a las y los estudiantes realizar una reflexión cuya consigna se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1 – Consigna para la reflexión final en la actividad sobre ancestría genética.

Actividad de reflexión

Para sintetizar todo lo que estuvimos trabajando respecto de nuestra historia desde la genética realizá un resumen de ideas donde tengas en cuenta:

- ¿Qué conceptos o ideas clave de lo trabajado son importantes y vale la pena tener en cuenta?
 - ¿Qué conexiones podés establecer entre lo que trabajamos y tu vida de todos los días u otro aprendizaje que hayas adquirido?
 - ¿Qué ideas o conceptos de lo trabajado todavía no entendés o no te convencen?
- No es necesario responder las preguntas una a una, sino que podés elaborar un texto.

En el cuadro 2 ofrecemos dos fragmentos de reflexiones que realizaron dos estudiantes: Julia y Cecilia.

Cuadro 2 – Reflexiones de dos estudiantes producidas a partir de la consigna para la reflexión final en la actividad sobre ancestría genética.

Reflexiones de Julia

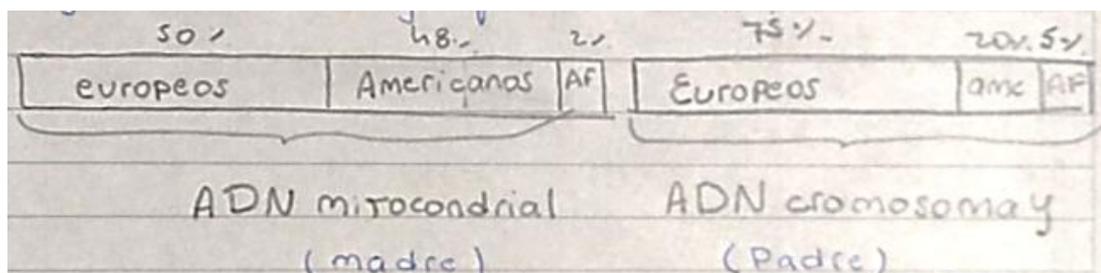
[...] Lo que más me impactó/marcó fue la verdad sobre los marcadores moleculares (es decir, las violaciones sistemáticas de los hombres españoles a las mujeres aborígenes). Si bien sabía o tenía una idea de que los españoles habían tenido hijos con los aborígenes, nunca tomé dimensión, hasta ahora, de que se realizaron violaciones sistemáticas hacia las mujeres y que nos guste o no, venimos de eso, ya que quedó impregnado en nuestro genoma y no podemos hacer nada al respecto (sí podemos pensar sobre eso, reflexionar y concientizar sobre este tema, que no es poco, pero me refiero a que no podemos hacer nada para cambiarlo biológicamente).

Lo podría relacionar con el hecho de que mi familia viene de España, así que me disgusta bastante saber que un antepasado mío haya podido ser parte de los españoles que vinieron a colonizar y violar a todas esas mujeres.

Algo que nunca había pensado es el hecho de que el genoma no es puro. Cuando hicimos la actividad 2 de ancestría genética, en un principio marqué que el 100% de mi genoma era español, después [...] me di cuenta que la mitad de mi genoma (que viene de parte de mi padre) no lo conozco en absoluto, por lo que podría ser de cualquier parte. Y al finalizar, cuando hablamos sobre el origen del hombre y que éste viene de África, fue cuando finalmente logré comprender el por qué nuestro genoma no es puro y me pareció super loco ya que nunca lo había pensado así.

Reflexiones de Cecilia

Con lo trabajado me di cuenta de muchas cosas que antes ignoraba. La historia quedó impregnada en nuestros genes, aunque no nos guste. Con la llegada de los europeos al continente, quedó marcado en nosotros como masacraron a los habitantes de entonces, tal y como los gráficos indican



Esta diferencia es el fruto de las violaciones a las mujeres aborígenes y matanza a los hombres [...]

En un principio me enorgullecía de tener más genes europeos que aborígenes, ya que creía que me hacían más elegante. Pero después de esta clase me di cuenta de que pensar así fue una tontería y que no debo enorgullecerme por un pasado tan violento.

Ahora la historia me cierra mucho más, ya todo tiene sentido lógico.

La actividad de reflexión presentada es una actividad de carácter metacognitivo. Se les solicita a las y los estudiantes explicitar su conocimiento respecto de qué es lo que saben y qué no, así como qué relaciones pueden establecer entre las ideas discutidas y algunos aspectos de su vida cotidiana (Pérez y González Galli, 2020, 2024a, 2024b). Este tipo de actividades habilita un espacio en el que las y los estudiantes pueden cuestionarse y repreguntarse sobre diversas situaciones, de un modo bien diferente a las actividades tradicionales con respuestas de tipo cerrada. Como se lee en los fragmentos, las estudiantes ponen en discusión la idea intuitiva de pureza de un genoma. Además, explicitan vinculaciones entre la genética y la vida de cada una. Por ejemplo, Cecilia cuestiona la "elegancia" de tener genes europeos, lo que puede poner en cuestión la idea de blanquedad (Frigerio, 2006), así como la jerarquía supuesta en esa clasificación. Esto último es potente si comprendemos que en la enseñanza tradicional de la genética las temáticas abordadas dicen poco respecto de la vida cotidiana de las y los estudiantes. Incluso, puede leerse que en esta actividad las estudiantes repiensen su propia historia e identidad, poniendo en juego algunos de los elementos de la biología que hemos descrito en este artículo.

Reflexiones sobre modos de pensar

Las reflexiones de estudiantes que presentaremos aquí surgen de una actividad que se dividió en varias etapas. En un primer momento se presentó a las y los estudiantes la definición del razonamiento esencialista, como sesgo que permite analizar el racismo. Se lo ilustró con diversos ejemplos que mostraron su transversalidad. También se trabajó sobre la funcionalidad del mismo a partir de la lectura de una adaptación del cuento "Funes, el memorioso" de Jorge Luis Borges. Es clara la vinculación entre los problemas que afronta Funes -quien no puede categorizar- y nuestra útil habilidad para categorizar. Posteriormente se propuso a los y las estudiantes identificar el esencialismo en textos o videos de redes sociales. En último lugar, se planteó a las y los estudiantes la construcción de una reflexión a partir de la consigna mostrada en el cuadro 3 (Pérez y González Galli, 2024b).

Cuadro 3 – Consigna para la reflexión final en la actividad sobre modos de pensar.

Actividad de reflexión

En función de lo trabajado en estas clases organizá una reflexión de (mínimo) media carilla que contenga: qué cosas nuevas aprendiste y que antes no sabías, dificultades que tuviste en las actividades y cómo las resolviste, preguntas que te hacés sobre este tema, dudas que te generó hasta el momento, relaciones que encontraste entre este tema y tu vida de todos los días, cosas que todavía te faltan comprender. Podés agregar imágenes/dibujos a la reflexión, explicando por qué los agregaste. La reflexión tiene que dar cuenta de que estuviste pensando sobre este tema. Pensar es analizar, comparar, recordar, discutir, argumentar, etc.

En el cuadro 4 ofrecemos dos fragmentos de reflexiones que realizaron dos estudiantes.

Cuadro 4 – Reflexiones de dos estudiantes producidas a partir de la consigna para la reflexión final en la actividad sobre modos de pensar.

Reflexiones de Martin

Al principio me había surgido la duda de si este pensamiento era “bueno” o “malo”, pero ya pude resolverla ya que entendí que hay veces en el que este nos sirve, como en el caso de clasificar a las personas como heterosexuales u homosexuales, porque esto nos va a servir para poder luchar por los derechos de la comunidad LGBTQ+, si no lo hiciéramos no podríamos reconocer que estas personas no tienen los mismos derechos que las personas hetero; y hay otras veces, como en el caso de Blaquier¹, en el que el pensamiento puede usarse de forma clasista, racista o discriminatoria para las personas del colectivo LGBTQ+ [...].



Usar el esencialismo para discriminar o para cosas negativas (como Blaquier)



Usar el esencialismo para poder luchar por los derechos u cosas positivas

Reflexiones de Andrea

Sobre esa actividad, la verdad que es lo que más me interesó, porque me hizo reflexionar. Este modo de pensar nos permite clasificar el mundo en el que vivimos haciendo generalizaciones y olvidándonos de lo particular [...] Para explicar mejor mi conclusión, voy a contar un ejemplo de mi vida cotidiana que se me vino a la cabeza; resulta que como yo soy totalmente sorda de un oído, y casi no tengo audición en el otro, pero uso audífonos, y gracias a ellos no necesité ir a escuela de sordos, y siempre me manejé bien así como ahora, varias veces recibí chicas que pensaban, que como yo era sorda no sabía hablar y que sé lenguaje de señas (no tengo ni idea jajaja)... algo que a mí me parecía totalmente ridículo en ese entonces, porque yo, si bien fui a la fonoaudióloga mucho tiempo (y empecé hablar un poco tarde, eso sí) , nunca tuve problemas para hablar, eso es porque aún sin los audífonos algo escucho, igualmente viví con ellos desde que nací... bueno, gracias a dichas generalizaciones aprendidas mientras trabajaba sobre el pensamiento esencialista, comprendí mejor que se debe a que lxs sordxs también estamos clasificadxs por nuestro “accidente” (el hecho de tener menos o no tener audición), y generalizadxs sin importar cuanta audición no tengamos, porque puede haber personas que son totalmente sordas, (como mi mejor amiga de la primaria, quién usa un implante para poder escuchar , y sin él al no escuchar, si se le complica más hablar... y además sí sabe lenguaje de señas porque fue a escuela de sordxs anteriormente) o personas que aún tenemos al menos un poco más de audición y podemos escuchar algo aún sin aparatos auditivos y por ende, hablar normalmente sin necesidad de recurrir al lenguaje de señas. [...]

todxs somos humanxs, y por más que cambiemos la palabra “raza” por “etnia”, si no podemos cambiar nuestra manera racista (y, por lo tanto, esencialista) de pensar según las clasificaciones, al menos deberíamos controlar nuestras palabras y acciones, para tener una sociedad con un poco más de igualdad, sin discriminación a las distintas etnias. Y que, por suerte, si bien actualmente persisten el racismo y la xenofobia, hay también una sociedad más avanzada, otros pensamientos, muchas luchas y logros cumplidos respecto a estos, hay gente con mente más abierta, y el hecho de que tratemos estos temas en la escuela, sirve de mucho para concientizar y lograr que lxs chicas se replanteen su postura. Así, si todxs ponemos nuestra parte, de alguna manera, vamos a lograr más cambios.

¹ El estudiante se refiere a una carta de lectores escrita por el empresario Carlos Pedro Blaquier en el diario “La Nación” en el año 2001, uno de los textos que se propuso analizar en el tercer momento de la actividad. El texto en cuestión puede leerse en <https://www.lanacion.com.ar/opinion/cartas-de-lectores-nid49183/>

Al igual que el caso anterior, este nuevo espacio de reflexión permite continuar pensando en la construcción de las identidades de las y los estudiantes. Podemos inferir de la lectura de estas reflexiones, que las y los estudiantes extrapolan lo aprendido sobre el esencialismo a otras situaciones que atraviesan su vida cotidiana. En el caso particular de Andrea, le permite repensar ciertas situaciones asociadas a su sordera. Inclusive, logran identificar el esencialismo como modo de pensar transversal más allá del racismo, en situaciones sexistas o clasistas. Esta capacidad de extrapolación es destacable, ya que uno de los grandes problemas de los saberes construidos en la escuela es que su ámbito de aplicación suele limitarse al propio contexto escolar, lo que conspira contra el objetivo (frecuentemente declarado) de que lo aprendido en la escuela sirva para ejercer una ciudadanía crítica y autónoma que implica pensar, actuar y tomar decisiones en todos los ámbitos de la vida.

Estos ejemplos ilustran muy bien lo que Ritchhart *et al.* (2014) llaman “hacer visible el pensamiento”, en el sentido de que los y las estudiantes logran escribir explícitamente sobre el esencialismo. Ponerlo en palabras permite analizarlo, identificando cuándo es útil y cuándo no lo es. Sin embargo, creemos que también sería importante que, en los casos en que no es útil (o deseable), los estudiantes pudiesen utilizar los modelos de la biología para argumentar el porqué de esa inadecuación.

Por último, cabe resaltar que, si bien no se solicita en la consigna, en la reflexión de Martin aparece un meme como un modo de representación y comunicación de sus ideas. Insistimos en que, si la consigna hubiese sido cerrada (como lo son la mayoría de las consignas en la enseñanza tradicional), este tipo de expresiones nunca hubiese aparecido. Creemos que es potente habilitar estos modos de representación que juegan un rol fundamental en la vida fuera de la escuela de las y los estudiantes, en tanto son formas de comunicación que utilizan cotidianamente.

REFLEXIONES FINALES

En este artículo tuvimos la intención de mostrar qué dice actualmente la biología sobre la diversidad genética de las poblaciones humanas y sobre la posibilidad, legitimidad y conveniencia de basarse en la genética para reconocer ciertos grupos. Como vimos, el panorama es complejo. En este sentido ofrecimos una transposición didáctica del estado de situación en la biología que pueda ser una herramienta que nos ayude a repensar cuestiones asociadas a la raza y al racismo en la escuela. Creemos que la comprensión de aquello que dice la biología sobre esta temática requiere necesariamente de una reflexión sobre los modos de razonar intuitivos. En particular, sugerimos reflexionar sobre el racismo de sentido común (RSC), a partir del desarrollo de la vigilancia metacognitiva. Sería necesario fomentar esta capacidad tanto sobre el RSC en sí como sobre los sesgos cognitivos más generales en que se basa, por ejemplo, el esencialismo, así como sobre las representaciones sociales que lo refuerzan.

Describimos brevemente algunas propuestas didácticas y mostramos algunas reflexiones de estudiantes facilitadas por este tipo de propuestas. Poner en discusión la cuestión racial desde las clases de biología o habilitar un espacio para repensar la propia identidad, parecen ser potencialidades de este marco teórico. A futuro quedará analizar sistemáticamente los resultados de estas intervenciones en relación con el ambicioso objetivo relacionado con la vigilancia metacognitiva. Sabemos que la metacognición es el tipo de actividad cognitiva más demandante. Esto es especialmente cierto cuando hablamos de la regulación efectiva de modos de pensar intuitivos fuertemente arraigados en la estructura cognitiva de los sujetos y en la cultura en la que viven. Más difícil aún es lograr que esa regulación se ejerza basándose en modelos científicos complejos como los que discutimos aquí. Sabemos que nuestro objetivo didáctico es complejo y ambicioso. Pero también sabemos, por las experiencias llevadas a cabo, que es posible avanzar en tal sentido (Astolfi & Peterfalvi, 2001; Hartelt *et al.*, 2022; Hartelt & Martens, 2024; Pérez & González Galli, 2024a, 2024b; Wingert *et al.*, 2022). Creemos, además, que como educadores debemos afrontar estos desafíos ya que este es un tipo de trabajo que puede dar lugar a una enseñanza de las ciencias con sentido para las vidas de las y los estudiantes.

Consideramos que la situación actual, en la que el debate sobre las razas y el racismo se ve obturado en las clases, no contribuye al cuestionamiento de los privilegios de aquellas personas que somos blancas. Además, esta situación aporta a la reproducción de ideales de proyectos neoliberales tales como el mérito individual ocultando así mecanismos de desigualdad y exclusión que está atravesados por la cuestión racial (Mullings, 2005).

Agradecimientos

Agradecemos a Nataly Balvin, activista antirracista en redes; al Esp. Carlos Molina del Museo Etnográfico Juan Bautista Ambrosetti dependiente de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires; y a la Mg. Gilma Vieira da Silva por sus aportes y discusiones sobre esta temática, más allá de que compartan (o no) todas las argumentaciones de este artículo. Las conversaciones que mantuvimos fueron una piedra fundamental en el desarrollo de este trabajo. También agradecemos al CONICET, como institución que permite el desarrollo de la ciencia en Argentina, y a la Universidad de Buenos Aires, por el proyecto UBACyT (Código: 20020220400219BA): Estudio de los procesos de aprendizaje y de enseñanza de la biología evolutiva y la genética con énfasis en los obstáculos epistemológicos, metacognición, modelización, analogías y el pensamiento crítico.

REFERÊNCIAS

- Amossy, R., & Herschberg Pierrot, A. (2015). *Estereotipos y clichés*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba.
- Atran, S. & Medin, D. (2008). *The Native Mind and the Cultural Construction of Nature*. Cambridge, United States of America: The MIT Press.
- Avena, S., Via, M., Ziv, E., Pérez-Stable, E., Gignoux, C., Dejean, C., ..., & Fejerman, L. (2012). Heterogeneity in genetic admixture across different regions of Argentina. *PloS one*, 7(4), e34695. <https://doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0034695>
- Barbujani, G., & Belle, E. (2006). Genomic boundaries between human populations. *Human Heredity*, 61(1), 15-21. <https://doi.org/10.1159/000091832>
- Barbujani, G., & Colonna, V. (2010). Human genome diversity: frequently asked questions. *Trends in Genetics*, 26, 285–295. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2010.04.002>
- Barrett, M. & Buchanan-Barrow, E. (2005). Emergent themes in the study of children's understanding of society. In M. Barrett & E. Buchanan-Barrow (Eds.), *Children's Understanding of Society* (pp. 1-16). Cambridge, United Kingdom: Psychology Press.
- Belbin, G., Nieves-Colón, M., Kenny, E., Moreno-Estrada, A., & Gignoux, C. (2018). Genetic diversity in populations across Latin America: implications for population and medical genetic studies. *Current opinion in genetics & development*, 53, 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.gde.2018.07.006>
- Beltrán Castillo, M. J. (2015). Reflexiones sobre algunos alcances del racismo científico en Colombia. En W. Mora Penagos (Comp.), *Educación en Ciencias: Experiencias Investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura* (pp. 147-161). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Blanco, F. (2017). Cognitive Bias. In J. Vonk & T. Shackelford (Eds), *Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior*. Cham, Switzerland: Springer.
- Brothers, K., Bennett, R., & Cho, M. (2021). Taking an antiracist posture in scientific publications in human genetics and genomics. *Genetics in Medicine*, 23(6), 1004-1007. <https://doi.org/10.1038/s41436-021-01109-w>
- Carpenter, S. (2010). Sesgos del subconsciente. *Mente y Cerebro*, 40, 60-67.
- Cavalli-Sforza, L. (1994). *The Human Genome Diversity Project*. Washington, United States of America: National Science Foundation.
- Cavalli-Sforza, L. (2000). *Genes, pueblos y lenguas*. Barcelona, España: Crítica.
- Cela Conde, C., & Ayala, F. (2014). *Evolución humana. El camino de nuestra especie*. Madrid, España: Alianza Editorial, S.A.
- Cooper, H. (2010). *Research Synthesis and Meta-Analysis* (4ta edición). New York, United States of America: SAGE Publications Ltd.

- Corach, D., Lao, O., Bobillo, C., Van Der Gaag, K., Zuniga, S., Vermeulen, M., ... Kayser, M. (2010). Inferring continental ancestry of Argentineans from autosomal, Y-chromosomal and mitochondrial DNA. *Annals of human genetics*, 74(1), 65-76. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1809.2009.00556.x>
- da Silva Dias, T., Meneses Fernandes, K., Sánchez Arteaga, J., & Sepúlveda, C. (2018). Cotas raciais, genes e política. Uma questão sociocientífica para o ensino de ciências. Em D. Conrado & N. Nunes-Neto (Coord.), *Questões sociocientíficas. Fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas* (pp. 303-324). Salvador, BA: Universidade Federal da Bahia.
- Di Fabio Rocca, F., Spina, S., Coirini, E., Gago, J., Patiño Rico, J., Dejean, D., & Avena, S. (2018). Mestizaje e identidad en Buenos Aires, Argentina. Experiencias desde la búsqueda individual de datos genéticos. *Anales de Antropología*, 52(1), 165-177. <https://doi.org/10.22201/ia.24486221e.2018.1.62655>
- Donovan, B. & Nehm, R. (2020). Genetics and Identity. *Science & Education*, 29, 1451–1458. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00180-0>
- Donovan, B., Weindling, M. & Lee, D. (2020). From Basic to Humane Genomics Literacy. How Different Types of Genetics Curricula Could Influence Anti-Essentialist Understandings of Race. *Science & Education*, 29, 1479–1511. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00171-1>
- Dopazo, H., Llera, A., Berenstein, M. & González-José, R. (2019). Genomas, enfermedades y medicina de precisión: un proyecto nacional. *Ciencia, Tecnología y Política*, 2(2).
- Dovidio, J. (2002). Estereotipos. En R. Wilson & F. Keil (Eds.), *Enciclopedia MIT de ciencias cognitivas* (p. 493-496). Madrid, España: Síntesis.
- ENCODE Project Consortium (2004). The ENCODE (ENCyclopedia Of DNA Elements) Project. *Science*, 306, 636–640. <https://doi.org/10.1126/science.1105136>
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3962>
- Francisco Junior, W. (2008). Educação anti-racista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências e de alguns pensadores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(03), 397-416. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000300003>
- Freeland, J. (2005). *Molecular Ecology*. Chichester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- Freeman, S. & Herron, J. (2002). *Análisis evolutivo*. Madrid, España: Prentice Hall.
- Frigerio, A. (2006). “Negros” y “Blancos” en Buenos Aires: Repensando nuestras categorías raciales. *Temas de Patrimonio Cultural*, 16, 77-98.
- Frigerio, A. (2008). De la «desaparición» de los negros a la «reaparición» de los afrodescendientes: comprendiendo la política de las identidades negras, las clasificaciones raciales y de su estudio en la Argentina. En G. Lecchini (Comp.), *Los estudios afroamericanos y africanos en América Latina. Herencia, presencia y visiones del otro* (pp. 117-144). Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- Fuentes, A. (2020). Biological anthropology's critical engagement with genomics, evolution, race/racism, and ourselves: Opportunities and challenges to making a difference in the academy and the world. *American Journal of Physical Anthropology*, 175(2), 326-338. <https://doi.org/10.1002/ajpa.24162>
- Furnham, A. & Lamb, R. (1992). Estereotipos. En R. Harré & R. Lamb (Eds.), *Diccionario de psicología social y de la personalidad* (p.147-148). Barcelona, España: Paidós.
- Gasparatou, R. (2017). Scientism and Scientific Thinking. *Science & Education*. 26, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9931-1>

- Gatto, E. (2016). *Nuevo activismo negro. Lecturas y estrategias contra el racismo en Estados Unidos*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Tinta Limón.
- Gelman, S. & Rhodes, M. (2012). Two-Thousand Years of Stasis. How psychological essentialism impedes evolutionary understanding. In K. Rosengren, S. Brem, E. Evans, & G. Sinatra, G. (Eds.), *Evolution Challenges. Integrating research and practice in teaching and learning about evolution* (pp. 3-21). Oxford, United Kingdom: Oxford University Press.
- Gelman, S., Coley, J., & Gottfried, G. (2002). Las creencias esencialistas en los niños: la adquisición de conceptos y teorías. En L. Hirschfeld, & S. Gelman (Eds.), *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y la cultura* (pp.128-160). Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Gericke, N. & El-Hani, C. (2018). Genetics. En K. Kampourakis & M. Reiss (Eds.), *Teaching Biology in Schools. Global Research, Issues, and Trends* (pp. 110-123). New York, United States of America: Routledge.
- Gericke, N., El-Hani, C., Sbeglia, G., Nehm, R. & Evangelista, N. (2021). Is Belief in Genetic Determinism Similar Across Countries and Traits?. En M. Haskel-Ittah, & A. Yarden (Eds), *Genetics Education. Contributions from Biology Education Research* (pp. 107-125). Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-86051-6_7
- González Burchard, E., Ziv, E., Coyle, N., Gomez, S., Tang, H., Karter, ... Risch, N. (2003). The importance of race and ethnic background in biomedical research and clinical practice. *New England Journal of Medicine*, 348(12), 1170-1175. <https://doi.org/10.1056/nejmsb025007>
- González Galli, L.; Pérez, G. & Gómez Galindo, A. (2020). The self-regulation of teleological thinking in natural selection learning. *Evo Edu Outreach*, 13(6). <https://doi.org/10.1186/s12052-020-00120-0>
- Gould, S. (2010). *Desde Darwin*. Barcelona, España: Crítica.
- Green, R., Krause, J., Briggs, A., Maricic, T., Stenzel, U., Kircher, M., ... Paabo, S. (2010). A draft sequence of the Neandertal genome. *Science*, 328 (5979), 710–722. <https://doi.org/10.1126%2Fscience.1188021>
- Haidt, J. & Lukianoff, G. (2019). *La transformación de la mente moderna*. Barcelona, España: Deusto.
- Hardy, J. (2008). Race, genetics, and medicine at a crossroads. *Lancet*, 372, 85–89. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(08\)61886-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(08)61886-3)
- Hartelt, T. & Martens, H. (2024). Self-regulatory and metacognitive instruction regarding student conceptions: influence on students' self-efficacy and cognitive load. *Frontiers in Psychology*, 15: 1450947. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1450947>
- Hartelt, T., Martens, H., & Minkley, N. (2022). Teachers' ability to diagnose and deal with alternative student conceptions of evolution. *Science Education*, 106(3), 706-738. <https://doi.org/10.1002/sce.21705>
- Hirschfeld, L. (1996). *Race in the Making*. Cambridge, United States of America: MIT Press.
- Hirschfeld, L. (2005). Children's understanding of racial groups. In M. Barrett, & E. Buchanan-Barrow (Eds.), *Children's Understanding of Society* (p. 199-222). Cambridge, United Kingdom: Psychology Press.
- Hood, B. (2019). Esencialismo. En J. Brockam (Ed.), *Las mejores decisiones* (pp. 135-156). Barcelona, España: Crítica.
- Hubbard, A. & Monnig, L. (2020). Using Anthropological Principles to Transform the Teaching of Human “Difference” and Genetic Variation in College Classrooms. *Science & Education*, 29,1541–1565. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00164-0>
- Hummer, R. & Chinn, J. (2011). Race/Ethnicity and US adult mortality: Progress, Prospects, and New Analyses. *Du Bois Review: Social Science Research on Race*, 8(1), 5-24. <https://doi.org/10.1017/s1742058x11000051>

- Hunley, K., Healy, M., & Long, J. (2009). The global pattern of gene identity variation reveals a history of long-range migrations, bottlenecks, and local mate exchange: implications for biological race. *American Journal of Physical Anthropology*, 139(1), 35-46. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20932>
- James, M. & Burgos, A. (2022). *Race*. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Recuperado de: <https://plato.stanford.edu/entries/race/>
- Jiménez Aleixandre, M. & Puig, B. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1),55-65.
- Jobling, M., Hollox, E., Hurles, M., Kivisild, T., & Tyler-Smith, C. (2014). *Human evolutionary genetics* (2nd ed.). New York, United States of America: Garland Science.
- Kahneman, D. (2019). *Pensar rápido, pensar despacio* (13a. ed.). Buenos Aires, Argentina: Debate.
- Kaplan, K. & Saez, V. (2019). *Estigmatización, racismo y violencia en el territorio escolar. Deconstruyendo las miradas de los medios de comunicación*. Buenos Aires, Argentina: Homo Sapiens.
- Kevles, D. (1986). *La eugenesia ¿ciencia o utopía? Una polémica que dura cien años*. Barcelona, España: Planeta.
- Kitson, P., Lee, D., Mellor, A. & Walvin, J. (1999). *Slavery, Abolition and Emancipation (Vol 8). Writings in the British Romantic Period*. London, United Kingdom: Routledge.
- Klug, W., Cummings, M., Spencer, C. & Palladino, M. (2013). *Conceptos de genética* (10a. ed.). Madrid, España: Pearson education.
- Lamborghini, E., Geler, L. & Guzmán, F. (2017). Los estudios afrodescendientes en Argentina: nuevas perspectivas y desafíos en un país «sin razas». *Tabula Rasa*, 27, 67-101. <https://doi.org/10.25058/20112742.445>
- International Human Genome Sequencing Consortium (2001). Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409, 860–921. <https://doi.org/10.1038/35057062>
- Lewontin, R. (1972). The apportionment of human diversity. En T. Dobzhansky (Ed.), *Evolutionary Biology* (pp. 381-398). New York, United States of America: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-9063-3_14
- López Beltrán, C. (2018). Escenarios de la patologización racial: la anomalía amerindia en una nación enferma. *Metatheoria*, 8(2), 181-193. <https://doi.org/10.48160/18532330me8.186>
- López Beltrán, C., Wade, P., Restrepo, E. & Ventura Santos, R. (2017). *Genómica mestiza. Raza, nación y ciencia en Latinoamérica*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Luisi, P., García, A., Berros, J., Motti, J., Demarchi, D., Alfaro, E.; ... Dopazo, H. (2020). Fine-scale genomic analyses of admixed individuals reveal unrecognized genetic ancestry components in Argentina. *PLoS ONE*, 15(7): e0233808. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233808>
- Mathieson, I. & Scally, A. (2020). What is ancestry? *PLoS Genetics*, 16(3): e1008624. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008624>
- McCann-Mortimer, P., Augoustinos, M. & LeCouteur, A. (2004). 'Race' and the human genome project: constructions of scientific legitimacy. *Discourse & Society*, 15(4), 409-432. <https://doi.org/10.1177/0957926504043707>
- Medin, D. & Aguilar, C. (2002). Categorización. En R. Wilson & F. Keil (Eds.), *Enciclopedia MIT de ciencias cognitivas* (p. 295-297). Madrid, España: Síntesis.
- Mensha, F. (2015). Multiculturalism. En R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 666-671). Dordrecht, Netherlands: Springer.

- Mullings, L. (2005). Interrogating racism: toward an antiracist Anthropology. *The Annual Review of Anthropology*, 34, 667-693. <https://doi.org/10.1146/annurev.anthro.32.061002.093435>
- Mullings, L.; Torres, J.; Fuentes, A.; Gravlee, C.; Roberts, D. & Thayer, Z. (2021). *The Biology of Racism. American Anthropologist*, 123(3), 671-680. <https://doi.org/10.1111/aman.13630>
- Niemonen, J. (2008). Antiracist education. En R. Schaefer (Ed.), *Encyclopedia of race, ethnicity, and society* (pp. 73-76). California, United States of America: SAGE Publications.
- Novembre, J., & Ramachandran, S. (2011). Perspectives on Human Population Structure at the Cusp of the Sequencing Era. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, 12, 245–74. <https://doi.org/10.1146/annurev-genom-090810-183123>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1950). El Correo (Julio-Agosto). Editorial Unesco. Recuperado de: <https://es.unesco.org/courier/julio-agosto1950>
- Orozco Marín, Y. & Cassiani, S. (2021). Enseñanza de la biología y lucha antirracista: Posibilidades al abordar la alimentación y nutrición humana. *Revista de Educación en biología*, 24(1), 39-54. <https://doi.org/10.59524/2344-9225.v24.n1.28586>
- Orozco Marin, Y., Morales Sánchez, J. & Cassiani, S. (2022). “No puedo respirar”: enseñanza de la respiración celular en una perspectiva antirracista. *Eccos - Revista Científica*, 60, 1-17. <https://doi.org/10.5585/eccos.n60.21732>
- Parolin, M., Avena, S., Fleischer, S., Pretell, M., Di Fabio Rocca, F., Rodríguez, D., ... Carnese, F. (2013). Análisis de la diversidad biológica y mestizaje en la ciudad de Puerto Madryn (Prov. de Chubut, Argentina). *Revista Argentina de Antropología Biológica*, 15(1), 61-75.
- Pauker, K., Williams, A. & Steele, J.R. (2016). Children's Racial Categorization in Context. *Child Development Perspectives*, 10(1), 33-38. <https://doi.org/10.1111/cdep.12155>
- Pérez, G. & González Galli, L. (2020). Actividades para fomentar la metacognición en las clases de biología. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 47, 235-249. <https://doi.org/10.17227/ted.num47-7970>
- Pérez, G. & González Galli, L. (2024a). Metacognition and Self-Regulation in Science Learning. En A. Marzabal & C. Merino (Eds), *Rethinking Science Education in Latin-America* (pp. 291-308). Cham, Switzerland: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52830-9_15
- Pérez, G. & González Galli, L. (2024b). Metacognitive reflections on essentialism during the learning of the relationship between biology and the human race. *Metacognition Learning*, 19, 1035-1064. <https://doi.org/10.1007/s11409-024-09394-x>
- Peterfalvi, B. (2001). Identificación de los obstáculos por parte de los alumnos. En A. Camilloni (Ed.), *Los obstáculos epistemológicos en la enseñanza* (pp. 127-168). Barcelona, España: Gedisa.
- Pinker, S. (2012). *Lo ángeles que llevamos dentro. El declive de la violencia y sus implicaciones*. Barcelona, España: Paidós.
- Pozo, J. (2014). *Psicología del Aprendizaje Humano: Adquisición de conocimiento y cambio personal*. Madrid, España: Morata.
- Prenant, M. (1939). *Raza y racismo*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Quijano, A. (2014). *Cuestiones y horizontes: de la dependencia histórico-estructural a la colonialidad/descolonialidad del poder*. Buenos Aires, Argentina: CLACSO.
- Race, Ethnicity, and Genetics Working Group (2005). The use of racial, ethnic, and ancestral categories in human genetics research. *The American Journal of Human Genetics*, 77(4), 519-532. <https://doi.org/10.1086%2F491747>
- Reich, D. (2019). *Quiénes somos y cómo hemos llegado hasta aquí: ADN antiguo y la nueva ciencia del pasado humano*. Barcelona, España: Antoni Bosch.

- Relethford, J. (2012). *Human population genetics*. New York, United States of America: Wiley-Blackwell.
- Rich Harris, J. (2015). *No hay dos iguales. Individualidad humana y naturaleza humana*. Madrid, España: Editorial Funambulista.
- Ritchhart, R.; Church, M., & Morrison, K. (2014). *Hacer visible el pensamiento*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Lopes, N. y Rodriguez, T. (2021). Raças Humanas como uma Questão Sociocientífica (QSC): implicações na formação de professores de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27,1-19. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210030>
- Rosenberg, N. (2011). A Population-Genetic Perspective on the Similarities and Differences among Worldwide Human Populations. *Human Biology*, 83(6), 659-684. <https://doi.org/10.3378%2F027.083.0601>
- Rosenberg, N., Mahajan, S., Ramachandran, S., Zhao, C., Pritchard, J. & Feldman, W. (2005). Clines, Clusters, and the Effect of Study Design on the Inference of Human Population Structure. *PLoS Genet*, 1(6), e70. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.0010070>
- Rosenberg, N., Pritchard, J., Weber, J., Cann, H., Kidd, K., Zhivotovsky, L. & Feldman, M. (2002). Genetic Structure of Human Populations. *Science*, 298, 2381-2385. <https://doi.org/10.1126/science.1078311>
- Russo, M., Di Fabio Rocca, F., Doldán, P., Cardozo, D., Dejean, C., Seldes, V. & Avena, S. (2016). Evaluación del número mínimo de marcadores para estimar ancestría individual en una muestra de la población argentina. *Revista del Museo de Antropología*, 9(1), 49-56. <https://doi.org/10.31048/1852.4826.v9.n1.12579>
- Rutherford, A. (2020). *How to argue with a racist: what our genes do (and don't) say about human difference*. New York, United States of America: The Experiment.
- Saez, V. (2018). El racismo mediático: un estudio de la prensa en Argentina (1993-2011). *Revista de Ciencias Sociales*, 31(43), 163-182. <https://doi.org/10.26489/rvs.v31i43.8>
- Sánchez-Arteaga, J., Sepúlveda, C. & El-Hani, C. N. (2013). Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciencias. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 6(12), 55-67. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.m6-12.rcpa>
- Sankararaman, S., Mallick, S., Dannemann, M., Prüfer, K., Kelso, J., Pääbo, S., ... Reich, D. (2014). The genomic landscape of Neanderthal ancestry in present-day humans. *Nature*, 507(7492), 354–357. <https://doi.org/10.1038/nature12961>
- Sapolsky, R. (2018). *Compórtate. La biología que hay detrás de nuestros mejores y peores comportamientos*. Madrid, España: Capitán Swing Libros.
- Schaub, J. (2019). *Para una historia política de la raza*. Ciudad de México, México: Fondo de Cultura Económica.
- Segato, R. (2007). Racismo, discriminación y acciones afirmativas: herramientas conceptuales. En J. Anson & F. Tubino (Eds.), *Educación en ciudadanía intercultural. Experiencias y retos en la formación de estudiantes universitarios indígenas* (pp. 63-89). Lima, Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Serre, D. & Pääbo, S. (2004). Evidence for gradients of human genetic diversity within and among continents. *Genome research*, 14(9), 1679-1685. <https://doi.org/10.1101/gr.2529604>
- Silva, A., Gouvêa Silva, A. & Franco, F. (2020). Utilização de conceitos evolutivos como contraponto a manifestações xenofóbicas. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 70-85. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p70>
- Sutherland, S. (1996). *Irracionalidad. El enemigo interior*. Madrid, España: Alianza.

- Swartz, R., Costa, A., Beyer, B., Reagan, R. & Kallick, B. (2017). *El aprendizaje basado en pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Buenos Aires, Argentina: SM.
- Tawa, J. (2020). Does Social Constructionist Curricula Both Decrease Essentialist and Increase Nominalist Beliefs About Race? *Science & Education*, 29, 1452–1480. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00125-7>
- Templeton, A. (2013). Biological races in humans. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 44(3), 262-271. <https://doi.org/10.1016%2Fj.shpsc.2013.04.010>
- Templeton, A. (2019). *Human Population. Genetics and Genomics*. London, United Kingdom: Academic Press.
- The 1000 Genomes Project Consortium (2010). A map of human genome variation from population-scale sequencing. *Nature*, 467, 1061–1073. <https://doi.org/10.1038/nature09534>
- The International HapMap Consortium (2003). The International HapMap Project. *Nature*, 426, 789-796. <https://doi.org/10.1038/nature02168>
- Van Dijk, T. (2007). *Racismo y discurso en América Latina*. Barcelona, España: Gedisa.
- Wade, P. (2011). Raza y naturaleza humana. *Tabula Rasa*, 14(1), 205-226.
- Wade, P. (2014). Raza, ciencia, sociedad. *Interdisciplina*, 2(4), 35–62. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2014.4.47204>
- Waxman, S., Medin, D. & Ross, N. (2007). Folkbiological reasoning from a cross-cultural developmental perspective: early essentialist notions are shaped by cultural beliefs. *Developmental psychology*, 43 2, 294-308. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.43.2.294>
- Wingert, J., Bassett, G., Terry, C., & Lee, J. (2022). The impact of direct challenges to student endorsement of teleological reasoning on understanding and acceptance of natural selection: an exploratory study. *Evo Edu Outreach*, 15(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s12052-022-00162-6>
- Wieviorka, M. (2009). *El racismo: una introducción*. Barcelona, España: Gedisa.
- Zavala, V., Serrano-Gomez, S., Dutil, J. & Fejerman, L. (2019). Genetic Epidemiology of Breast Cancer in Latin America. *Genes*, 10(153). <https://doi.org/10.3390/genes10020153>
- Zohar, A. & Dori, Y. (2012). *Metacognition in Science Education. Contemporary Trends and Issues in Science Education*. Dordrecht, Netherlands: Springer.

Recebido em: 05.01.2024

Aceito em: 02.12.2024