

Inteligencia. Nuevos hallazgos y desarrollos teóricos.¹

Richard E. Nisbett	University of Michigan
Joshua Aronson and Clancy Blair	New York University
William Dickens	Northeastern University
James Flynn	University of Otago
Diane F. Halpern	Claremont McKenna College
Eric Turkheimer	University of Virginia

Revisamos los nuevos descubrimientos y nuevos desarrollos teóricos dentro del campo de la inteligencia. Los mismos incluyen: (a) La heredabilidad del CI varía significativamente según la clase social. (b) Prácticamente no se han descubierto polimorfismos genéticos que se asocien consistentemente con la variación del CI en un rango normal. (c) Se ha avanzado mucho en el conocimiento sobre el sustento biológico de la inteligencia. (d) El CI “cristalizado” y el “fluido” son dos aspectos muy diferentes de la inteligencia tanto en niveles comportamentales como biológicos. (e) La importancia del ambiente sobre el CI se determina por el incremento de 12 a 18 puntos cuando los niños de clases trabajadoras son adoptados en hogares de clase media. (f) Incluso cuando las mejoras en el CI producidas por las intervenciones más efectivas en la infancia temprana no persisten, pueden existir marcados efectos en logros académicos y en el desarrollo personal. (g) En la mayoría de los países desarrollados estudiados, los incrementos en CI han continuado y en países en desarrollo están comenzando. (h) Las diferencias entre los sexos en los aspectos de la inteligencia se deben, en parte a diferencias biológicas identificables y por otro lado a diferencias en la socialización. (i) La distancia en el valor de CI entre negros y blancos se ha reducido un 0.33 DE [Desviación Estándar] en los últimos años. Informamos sobre la teorización de (a) la relación entre la memoria de trabajo y la inteligencia, (b) la aparente contradicción entre los fuertes efectos de heredabilidad del CI y los fuertes efectos culturales (c) si un factor de inteligencia general puede surgir de habilidades cognitivas que en un principio eran independientes, (d) la relación entre la auto-regulación y las habilidades cognitivas, y (e) los efectos que el estrés tiene sobre la inteligencia.

Palabras clave: Inteligencia, inteligencia fluida y cristalizada, influencia ambiental y genética, heredabilidad, diferencias de sexo y de raza.

En 1994, se publicó el controvertido libro de Richard Herrnstein y Charles Murray, llamado *The Bell Curve*. El libro argumentaba que las técnicas de medición de Cociente Intelectual [CI] representan una medida precisa de inteligencia; que el CI es un predictor sólido de los logros académicos y profesionales; que el CI es altamente heredable; que el CI es poco influenciado por factores ambientales; que las diferencias raciales de CI se deben en parte, y tal vez en gran parte, a la genética; que los efectos ambientales de todo tipo solo tienen un efecto modesto en el CI; y que las intervenciones educativas y de otro tipo no tienen un impacto considerable sobre el CI y tienen un efecto reducido sobre las diferencias raciales

¹ Fuente: Nisbett, R.; Aronson, J.; Blair, C.; Dickens, W.; Flynn, J.; Halpern, D. & Turkheimer, E. (February-March, 2012) Intelligence. New Findings and Theoretical Developments. *The American Psychologist*, 67(2), 130-159. doi: 10.1037/a0026699. E-Pub: January, 2, 2012. Traducción de Victoria Molinari y Sebastián M. Benítez (2016). Cátedra de Psicología II, Facultad de Psicología, UNLP.

en el CI. Los autores eran escépticos sobre el impacto que las políticas públicas pudieran tener sobre el CI u otros resultados relacionados al CI.

Se vendieron más de 300.000 ejemplares de *The Bell Curve* y recibió mucha atención por parte de la prensa, que se mostró poco crítica de los métodos y las conclusiones presentadas en el libro. El Directorio Científico de la Asociación Americana de Psicología decidió que era importante presentar la opinión general de los expertos en inteligencia sobre los temas presentados en el libro, y para ese fin se le encargó a un grupo de expertos que contaba con una gran variedad de puntos de vista, la producción de una revisión que contase con un amplio respaldo dentro del campo y un sondeo acerca de aquellas preguntas que los expertos sintieran que necesitaran investigación más profunda. El líder de ese grupo fue Ulrich Neisser, y el artículo resultante criticó aspectos muy importantes de *The Bell Curve* (Neisser et al., 1996). El artículo fue también un resumen excelente de lo que la gran mayoría de los expertos del momento sostenían como hechos sobre la inteligencia y sobre direcciones futuras de investigación.

Quince años después de la publicación de la reseña de Neisser y sus colegas (1996), se produjeron muchos descubrimientos nuevos sobre la inteligencia. Nuestra intención en esta reseña es actualizar el artículo de Neisser et al. (que en muchos sentidos sigue siendo un buen resumen del campo de estudios sobre la inteligencia). Hay tres aspectos principales en los que nuestra reseña se diferencia de la de Neisser y sus colegas: (a) Debido, en parte, al desarrollo de los estudios con imágenes, se puede conocer mucho sobre la biología de la inteligencia. (b) Se conoce más acerca de los efectos ambientales sobre la inteligencia, y gran parte de esa evidencia asigna al ambiente un rol mayor de lo que señalaban Neisser y sus colegas, y se observa un mayor optimismo hacia las posibilidades de intervención. (c) Se conoce más acerca de los genes y del ambiente. Nuestro artículo también presenta una amplia gama de preguntas y revisa algunos intentos de respuesta para esas preguntas. No pretendemos presentar la totalidad de los puntos de vista sobre la inteligencia. De todas formas, sí sostenemos que unos pocos hallazgos que presentamos han sido ampliamente desmentidos. Allí donde reconocemos discusiones teóricas proveemos fuentes donde el lector puede encontrar miradas alternativas. Admitimos que las preguntas teóricas que planteamos pueden no ser las más importantes para todos los expertos y reconocemos que no todos los expertos estarán de acuerdo con nuestros puntos de vista sobre estas preguntas. Hemos referenciado posiciones alternativas, siempre que las conociéramos.

Este artículo está organizado bajo los apartados de genes y ambiente; nuevos conocimientos acerca de los efectos del ambiente; nuevos conocimientos acerca de intervenciones; la biología de la inteligencia; diferencias grupales en el CI, y cuestiones importantes sin resolver. Nuestra definición de inteligencia es la ofrecida por Linda Gottfredson (1997):

[La inteligencia]...involucra la habilidad de razonar, planificar, resolver problemas, pensar de manera abstracta, comprender ideas complejas, aprender rápidamente y aprender de la experiencia. No se trata meramente del aprendizaje mediante libros o capacidades académicas limitadas, o la habilidad para rendir un examen. En cambio, refleja una capacidad más amplia y profunda para comprender lo que nos rodea- "captar", "comprender" las cosas, o "descubrir" qué hacer (p. 13).

La medición de la inteligencia es uno de los mayores logros de la psicología, así como uno de los más controvertidos. Los críticos denuncian que no hay un único test que pueda captar la complejidad de la inteligencia humana, toda medida es imperfecta, ninguna

medida única está completamente libre de sesgos culturales, y existe el peligro potencial de un mal uso de los resultados de los tests de inteligencia. Estas críticas tienen su mérito. Pero nosotros podríamos decir que la medición de la inteligencia- que se ha hecho primordialmente mediante tests de CI- tiene un valor práctico dado que es un buen predictor de las notas escolares, del desempeño laboral y muchos otros aspectos considerados exitosos en la vida (Gottfredson, 2004; Herrnstein & Murray, 1994). Por ejemplo, los estudiantes que obtienen buenos puntajes en pruebas como el SAT y el ACT, que tienen una alta correlación con las medidas de CI (Detterman & Daniel, 1989), tienden a desempeñarse mejor en la escuela que aquellos que obtienen resultados menos favorables (Coyle & Pillow, 2008). Del mismo modo, las personas con carreras profesionales como abogados, contadores y médicos tienden a poseer un CI alto. Incluso dentro de trabajos estrictamente definidos y en tareas definidas con precisión, aquellos con CI más alto tienen un mejor rendimiento que los que poseen un CI más bajo en promedio, con los efectos que un CI más alto tiene en aquellas ocupaciones y tareas que demandan más habilidades cognitivas (F. L. Schmidt & Hunter, 1998, 2004). Es importante mantenerse alerta por los usos incorrectos de los puntajes en los tests de inteligencia o de cualquier otra prueba psicológica y buscar sesgos posibles en cualquier medida, aunque los puntajes de inteligencia siguen siendo útiles cuando son usados de manera consciente y transparente.

El CI también es importante porque algunas diferencias de grupo son considerables y predicen el desempeño en diversos ámbitos. Gran parte de la evidencia indica que sería difícil vencer las desventajas raciales si las diferencias en el CI no pudieran ser mejoradas. Los tests de CI nos ayudan a rastrear los cambios de inteligencia de diferentes grupos y de naciones enteras, y a medir el impacto de las intervenciones destinadas a mejorar los niveles de inteligencia.

Otros tipos de inteligencia, diferentes a las clases analíticas examinadas por los tests de CI son ciertamente reales. Robert Sternberg y sus colegas (Sternberg, 1999, 2006) han estudiado la *inteligencia práctica*, que definen como la habilidad para resolver problemas concretos en la vida real que requieren la búsqueda de información que no necesariamente está contenida en el planteo del problema, y para los cuales muchas soluciones son posibles, tanto como la *creatividad*, o como la habilidad de aportar soluciones novedosas y de formular preguntas interesantes. Sternberg y sus colegas sostienen que tanto la inteligencia práctica como la creatividad pueden ser medidas, que ambas correlacionan moderadamente con la inteligencia analítica medida por los tests de CI y que pueden predecir una gran variación en logros académicos y ocupacionales, muy por encima de lo que puede predecirse sólo con medidas de CI. Declaraciones tempranas de Sternberg fueron discutidas por otros investigadores de la inteligencia (Brody, 2003; Gottfredson, 2003a, 2003b). El trabajo posterior de Sternberg (2006, 2007) enriqueció la evidencia original y demostró que la medición de aspectos no analíticos de la inteligencia podía mejorar significativamente el poder predictivo de los tests de inteligencia. Ver también Hunt (2011) y Willis, Dumont & Kaufman (2011).

La principal medida en la que nos enfocamos en este artículo es el CI, dado que la mayor parte de la evidencia pertinente para la inteligencia existe para esa medida. Cuando es relevante, distinguimos entre CI y *g*- muchas veces identificado como el primer factor extraído del análisis factorial de los subtests de CI y con el cual todos esos subtests correlacionan. Muchos investigadores de la inteligencia ponen mucho énfasis en la diferencia entre *g* y CI, sobre la base de que *g* tiende a predecir mejor algunos resultados académicos y de calidad de vida y diferencias de grupo de lo que lo hace el CI, y porque correlaciona mejor que éste con algunas medidas biológicas (Jensen, 1998). En general no

compartimos la visión de que g difiera considerablemente del CI y no interpretamos las correlaciones entre g y los niveles de vida, diferencias de grupo, y medidas biológicas con tanta importancia como las adjudicadas por otros investigadores. Nuestras diferencias con aquellos especialistas serán señaladas en varios puntos dentro del artículo.

Una importante distinción, comúnmente señalada en la literatura, es aquella entre la inteligencia cristalizada, $g(C)$, o el almacenamiento de conocimiento sobre la naturaleza del mundo de un individuo y las operaciones aprendidas como las aritméticas que pueden utilizarse para la resolución de problemas; y la inteligencia fluida, $g(F)$, que es la habilidad de resolver problemas nuevos que dependen relativamente poco de la información almacenada o la capacidad para aprender. Uno de los tests que es frecuentemente considerado la mejor medida disponible de $g(F)$ es el de las Matrices Progresivas de Raven. Este test requiere el análisis de una matriz de figuras geométricas que difieren las unas de las otras según una regla que debe ser identificada por el individuo sometido a la prueba. Esta regla es luego usada para generar una respuesta a una pregunta acerca de qué otra nueva figura geométrica podría adecuarse a la regla. Algunos avances recientes en la investigación de la inteligencia, particularmente aquellos dentro del área de la neurobiología de la inteligencia, han tendido a respaldar enfáticamente la distinción entre $g(F)$ y $g(C)$ (Blair, 2006; Horn & McArdle, 2007). Aunque gran parte de la investigación sobre inteligencia continúa resaltando una única dimensión, ya sea la escala total del CI o g derivada del análisis factorial, la investigación de las bases neuronales de la inteligencia sugiere que el CI está mejor representado por dos dimensiones en lugar de una². Referimos al lector a un volumen editado por Sternberg y Grigorenko (2002) sobre el tema de g en el cual partidarios y detractores debatieron la existencia y utilidad del constructo g .

[1] Genes y ambiente

Cuando el artículo de Neisser et al. (1996) apareció, la polémica sobre la influencia de los genes sobre la inteligencia se consideraba un tema saldado. En los años subsiguientes, ese debate se diluyó aun más, teniendo en cuenta los hallazgos científicos que postulaban que, no solo la inteligencia sino prácticamente todos los aspectos de la conducta en los que los seres humanos diferían eran hereditarios en alguna medida. Sin embargo, parte de la evidencia sugiere que los efectos de los genes en la inteligencia, aunque innegables, no son tan determinantes como los hereditaristas hubieran deseado o como los ambientalistas temían hace 25 años.

La herencia es la proporción de variabilidad en un fenotipo que está “basada” (en el sentido regresivo que se utiliza usualmente) en la variación del genotipo. La mayoría de los estudios estiman que la heredabilidad del CI se encuentra en algún punto entre 0,4 y 0,8 (y generalmente es menor en los niños), pero la realidad es que no tiene sentido considerar un solo valor para la heredabilidad de la inteligencia. La heredabilidad de un rasgo depende de las varianzas relativas de los indicadores, en este caso genotipo y ambiente. El concepto de heredabilidad tiene sus orígenes en la cría de animales, donde la variación del genotipo y el ambiente están bajo el control del experimentador, y bajo estas condiciones el concepto tiene aplicaciones en el mundo real. Sin embargo, en seres humanos en condiciones de libertad, la variabilidad no está controlada, no hay un “verdadero” grado de variación para estimar, y la heredabilidad pueden tomar prácticamente cualquier valor para cualquier rasgo

² Horn (1989) analizó varias dimensiones de la inteligencia en el mismo nivel que $g(F)$ y $g(C)$. No dudamos de la realidad de estas otras dimensiones, pero estas no han sido lo suficientemente estudiadas para justificar su consideración detenidamente.

dependiendo de la variabilidad relativa de la dotación genética y ambiental en la población estudiada. En cualquier población que se desarrolla naturalmente, la heredabilidad de la inteligencia no es cero (si el genotipo varía, se reflejará en los puntajes de CI) y no es uno (si el ambiente varía, también se reflejará en los puntajes de CI). Que la heredabilidad de la inteligencia se de entre cero y uno tiene una consecuencia importante: sin evidencia adicional, la correlación entre padres e hijos vinculados biológicamente no puede ser interpretada sin ambigüedad como genética o (como se intenta con mayor frecuencia) ambiental.

[1.1] Clase social y heredabilidad de las habilidades cognitivas

Un ejemplo de la dependencia de la población respecto de la heredabilidad es la afirmación de que la heredabilidad de los puntajes de los tests de inteligencia difiere en función de la edad, con un incremento de la heredabilidad en el curso del desarrollo (Plomin, DeFries, & McClearn, 1990). Otro ejemplo de dependencia de la población es que la heredabilidad de los resultados de los tests de inteligencia aparentemente, no es constante a través de diversas razas o clases socioeconómicas. Sandra Scarr (Scarr-Salapatek, 1971) publicó un informe sobre gemelos en el sistema educativo de Filadelfia en que el demostraba que la heredabilidad de los resultados de tests de aptitud y logros era mayor en niños blancos que en negros y para gemelos criados en hogares relativamente ricos que para gemelos que pertenecían a hogares más pobres. Este informe, aunque recibió apreciaciones positivas en su momento, también se enfrentó a críticas severas (Eaves & Jinks, 1972).

Más allá de una replicación parcial llevada a cabo por Scarr (1981) y un informe sueco de Fischbein (1980), la hipótesis de las diferencias grupales respecto de la heredabilidad fue prácticamente abandonada durante 20 años incluyendo el momento en que el artículo de Neisser et al. (1996) fue publicado. El interés en el fenómeno fue retomado en 1999 cuando Rowe, Jacobson y Van den Oord (1999) analizaron información del Estudio Longitudinal Nacional de Salud Adolescente (National Longitudinal Study of Adolescent Health), una gran muestra representativa de la juventud americana en la adolescencia temprana, a quienes se les administró una versión del Test de Vocabulario en Imágenes Peabody (TVIP). El análisis de Rowe et al. mostró que la mayor parte de la varianza en familias con madres poco educadas era explicada por el ambiente compartido (el ambiente compartido representa el ambiente común, a los hermanos de la misma familia y difiere de una familia a otra, en contraposición con aspectos del ambiente que pueden variar entre hermanos, como por ejemplo ser el primer hijo contra ser el último en nacer). La mayor parte de la variabilidad entre los niños de familias con buena educación fue explicada por los genes.

Turkheimer, Haley, Waldron, D'Onofrio y Gottesman (2003) condujeron un análisis de estatus socioeconómico (SES³) en función de las interacciones de la heredabilidad en el Proyecto Nacional de Colaboración Perinatal (NCP⁴). El NCP es particularmente idóneo para este propósito ya que está compuesto por una cantidad representativa de gemelos, muchos de ellos criados en condiciones de pobreza. Una medida válida de SES con buenas propiedades psicométricas se encuentra disponible en la base de datos del NCP (Myrionthopoulos & French, 1968). El modelado de ecuaciones estructurales demostró grandes interacciones, estadísticamente significativas, para el CI de Escala Completa y el

³ Por las siglas en inglés de Socioeconomic Status (Nota de los traductores [N.T.])

⁴ Por las siglas en inglés de National Collaborative Perinatal Project (N. T.)

CI de Rendimiento (PIQ⁵) pero no para el CI Verbal (VIQ), aunque los efectos del VIQ apuntaran hacia esa misma dirección. Para familias con niveles menores de SES, el ambiente compartido justificaba casi todas las variaciones de CI, mientras que los genes apenas lo hacían. A medida que el SES se incrementaba, la contribución del ambiente compartido disminuía y la carga de los genes crecía, ambos valores se cruzaban en familias de clase media. Finalmente, en las familias con mayores ventajas socioeconómicas (que no eran adineradas), casi toda la variación del CI se justificaba mediante los genes y prácticamente nada de la misma por el ambiente compartido.

Han existido muchos intentos de replicación de la interacción entre SES y herencia desde que se publicó el estudio de Turkheimer et al. (2003), con resultados heterogéneos. (Un estudio de Nagoshi y Johnson [2005] ha sido citado como un fracaso de tal replicación [Rushton & Jensen, 2010], pero no lo es. Nagoshi y Johnson usaron el Estudio de Familia Hawaiana para demostrar que no hay cambios en la correlación entre padres e hijos para los puntajes de inteligencia en función del ingreso familiar. Las correlaciones padres-hijos, sin embargo, son una combinación de factores genéticos y de ambiente compartido. Todas las instancias de interacción que han sido publicadas hasta la fecha han demostrado que los componentes genéticos del ambiente compartido cambian en direcciones opuestas en función del SES, por lo tanto, uno esperaría que se cancelen la una a la otra en las correlaciones entre padres e hijos.)

Harden, Turkheimer, y Loehlin (2007) examinaron nuevamente los datos de gemelos del Test de Calificación de Mérito Nacional (NMSQT⁶) obtenidos por Loehlin and Nichols (1976). Esta muestra de 839 pares de gemelos fue recogida de la población de casi 600.000 adolescentes que completaron el NMSQT en 1962. Cerca del 40% de la varianza fue justificada por la genética y el ambiente compartido en familias con los ingresos y los niveles de educación más bajos, mientras que en las familias más ricas y con mejores niveles de educación, algo más del 50% fue atribuida a la genética y cerca de un 30% al ambiente compartido. Un aspecto desconcertante de esta investigación es que pocos niños eran realmente pobres ya que habían sido seleccionados para participar en el NMSQT.

Una investigación reciente de 750 pares de gemelos en el Estudio Longitudinal de Infancia Temprana, Cohorte de Parto⁷ (Tucker-Drob, Rhemtulla, Harden, Turkheimer, & Fask, 2011) identificó una interacción entre un gen y SES en la emergencia de variabilidad genética en la infancia temprana. Para las Escalas Bayley de Desarrollo Infantil administradas a los 10 meses, no hubo variación heredable en ningún nivel de SES. Pero cuando el test fue repetido a los dos años de edad, se observó variación genética significativa, con mayor variación genética en niveles mayores de SES parental.

Existen informes contrapuestos sobre interacciones entre SES y herencia en adultos. Kremen, Jacobson & Xian (2005) identificaron una interacción significativa entre educación parental y puntuaciones en reconocimiento de palabras para la Prueba de Aprendizaje de Amplio Alcance [WRAT⁸] entre 690 gemelos adultos en el Registro de Gemelos de la Era Vietnam. Los análisis descriptivos demostraron que, para los gemelos con padres menos educados, tanto la genética aditiva como el ambiente compartido justificaba el 36% de la variabilidad en puntajes de lectura. Para los gemelos con padres mejor educados, la genética aditiva representaba el 56% de la variabilidad y el ambiente

⁵ Por las siglas en inglés Performance IQ (N. T.)

⁶ Por las siglas en inglés de National Merit Scholar Qualifying Test (N. T.)

⁷ Early Childhood Longitudinal Study, Birth Cohort (N. T.)

⁸ Wide Range Achievement Test (N. T.)

compartido, el 12%. El efecto parecía depender únicamente de la disminución de la variabilidad del ambiente compartido en función de la educación parental. El estudio de Kremen et al. es el único hasta la fecha que ha documentado la interacción SES-herencia en adultos. Por el contrario, un estudio sobre el test de habilidad cognitiva administrado en la instancia de alistamiento militar a una muestra del Registro de Gemelos de la Era Vietnam que formaba parte de una muestra mayor de 3.203 pares de gemelos (que incluía los pares de Kremen et al., 2005), no mostró interacción con la educación parental (Grant et al., 2010).

Existen también resultados diversos para los estudios europeos. Como se ha señalado antes, Fischbein (1980) encontró la típica interacción de SES y herencia en individuos de 12 años en Suecia. Más recientemente, Asbury, Wachs, y Plomin (2005) estudiaron una muestra de 4.446 gemelos británicos de 4 años de edad del Estudio de Desarrollo Temprano de Gemelos en Londres⁹. La única interacción que encontraron tuvo resultados contrapuestos (es decir, aquellos niños en ambientes de alto riesgo y pobreza mostraron mayor heredabilidad). Sin embargo, su medida de inteligencia se basó en una escala de habilidad infantil administrada a los padres por teléfono. Un segundo estudio (Docherty, Kovas, & Plomin, 2011) que utilizó 1.800 de los niños del estudio de Asbury et al. a la edad de 10, examinó las interacciones entre las variables ambientales y un conjunto de 10 polimorfismos de nucleótido único (SNPs¹⁰) identificados en estudios previos en la predicción de habilidades matemáticas medidas por internet. El conjunto de SNPs tuvo un efecto principal en la habilidad matemática, representando un 2,7% de la varianza, y mostró una variedad de pequeñas interacciones con medidas ambientales, en su mayoría, apuntando a mayores efectos genéticos en ambientes negativos o caóticos. Un nuevo análisis de la misma base de datos extendiendo el análisis hasta los 14 años (Hanscombe et al., 2012) ha encontrado interacciones significativas en la dirección original para el término ambiental. Los investigadores concluyeron que el ambiente compartido tiene mayor impacto en la inteligencia en familias de bajo SES.

Van der Sluis, Willemsen, de Geus, Boomsma, y Posthuma (2008) examinaron interacciones Gen - Ambiente para la habilidad cognitiva en 548 gemelos adultos y 207 de sus hermanos de cohortes de mayor o menor edad del Registro de Gemelos de los Países Bajos. Se observaron pequeñas interacciones y no significativas entre componentes biométricos del CI y una multiplicidad de variables ambientales, incluyendo barrio, ingreso, y niveles de educación paternos y conyugales. Existía una interacción sustancial entre la educación parental y los efectos del ambiente compartido, en contraposición a los hallazgos originales: los varones mayores de familias con altos niveles educativos mostraron mayores efectos ambientales.

Un estudio reciente sugiere que la interacción más frecuentemente encontrada puede operar en el nivel de la corteza cerebral. Chiang et al. (2011) evaluó la integridad de la materia blanca cortical con imagenología con tensor de difusión en 705 gemelos y sus hermanos. Demostraron que la integridad de la materia blanca era altamente heredable y que, además, había interacciones Gen - Ambiente significativas, en tal grado que la heredabilidad era mayor entre gemelos con SES y puntajes de CI más altos.

En suma, parece razonable concluir que la heredabilidad de la habilidad cognitiva se atenúa en niños y jóvenes adultos que viven en condiciones de pobreza en los Estados Unidos. Existe evidencia heterogénea sobre si este efecto ocurre en otros países y hay

⁹ Twins Early Development Study (N. T.)

¹⁰ Single Nucleotide Polymorphisms (N. T.)

evidencia contradictoria sobre si estos efectos persisten en la adultez. Solo se puede especular acerca de por qué existen estas diferencias entre los estudios. Parece, por ejemplo, que las diferencias socioeconómicas respecto de la inteligencia no son tan pronunciadas en la Europa moderna como lo son en los Estados Unidos. En el estudio de Turkheimer et al. (2003), la correlación del SES con el CI fue -0,70; en Asbury et al. (2005), fue aproximadamente -0,2. En van der Sluis et al. (2008), había sólo 5 puntos de CI de diferencia entre los grupos de gemelos con el mayor y el menor nivel de educación parental. Los estudios en adultos deben enfrentarse a la baja magnitud de los componentes de ambiente compartido y puede ser difícil detectar interacciones donde existen pocos efectos de ambiente compartido con los que trabajar.

Una interpretación de los hallazgos sobre la baja heredabilidad del CI para individuos con bajo SES es que los niños en condiciones de pobreza no alcanzan a desarrollar su potencial genético total. Si esto es cierto, hay lugar para intervenciones con ese grupo para obtener grandes efectos en el CI. Lo acertado de esta interpretación es indicado por un estudio de intervención reciente (Turkheimer, Blair, Sojourner, Protzko, & Horn, 2012). El Programa de Salud y Desarrollo Infantil (IHDP¹¹) fue un programa de intervención de base amplia, diseñado para mejorar las funciones cognitivas y el desempeño escolar de aproximadamente 1000 niños nacidos con bajo peso. Había 95 pares de gemelos idénticos y mellizos que fueron incidentalmente incluidos en el programa. Casi un tercio de los pares fueron asignados aleatoriamente al grupo experimental. Sus familias recibieron visitas domiciliarias semanales por parte de una persona del equipo con entrenamiento clínico que exponía contenidos de desarrollo infantil y educación parental, un programa de counseling de salud mental y apoyo, y referencias a servicios sociales disponibles en esa comunidad. En las edades de 1 a 3, el grupo de tratamiento de pares de gemelos podían ser elegidos para asistir gratuitamente, por un día, a un centro de desarrollo infantil de alta complejidad fundado y administrado por el equipo del IHDP. Los otros pares de gemelos no recibían las visitas domiciliarias ni accedían a los centros de desarrollo infantil. A los 96 meses, los niños pasaban por una batería de tests estandarizados de habilidad cognitiva y éxito escolar, que incluía la Escala de Inteligencia Wechsler para niños, la Escala de Logro Woodcock-Johnson, y el Test de Matrices Progresivas de Raven. Sobre la base del estudio de variación natural en SES, se planteó la hipótesis de que la heredabilidad de la inteligencia sería mayor en el grupo aleatoriamente seleccionado para su exposición en el ambiente enriquecido. La heredabilidad fue significativamente mayor a 0 en los grupos de intervención en 7 de los 8 tests y fue mayor en el grupo intervenido que en el grupo control en todas esas siete.

La baja representación de individuos de bajo SES en estudios genéticos de conducta genera un problema para los estudios de heredabilidad. Las estimaciones de heredabilidad que se acaban de discutir están basadas en estudios sobre gemelos. Otra manera de estimar la relativa importancia de los genes y el ambiente es comparar la correlación entre el CI de los niños adoptados y aquel de sus padres biológicos con la correlación entre el CI de niños adoptados y sus padres adoptivos. La primera correlación es generalmente más alta que la segunda, a veces mucho más alta. Muchos han concluido, sobre la base de tales hallazgos, que los ambientes son relativamente poco importantes para determinar el CI, dado que las variaciones en el ambiente de las familias adoptivas no se asocian fuertemente con el CI de los niños. Sin embargo, el trabajo de Stoolmiller (1999) demuestra que el estimado de la contribución relativa de los genes y el ambiente puede ser

¹¹ Por las siglas en inglés Infant Health and Development Program (N. T.)

muy sensible a la inclusión de poblaciones desfavorecidas en un estudio dado. Los estudios de adopción pueden tender a subestimar el rol del ambiente y sobreestimar el rol de la genética debido a un rango limitado de clase social de los hogares adoptivos. Las familias adoptivas tienen generalmente un SES alto. Incluso la observación de las configuraciones familiares por medio de la técnica HOME¹² [Observación del Hogar para Mediciones del Ambiente] (Bradley et al., 1993; Phillips, Brooks-Gunn, Duncan, Klebanov, & Crane, 1998) muestra que los ambientes de las familias adoptivas apoyan más el desarrollo intelectual que aquellos de familias no adoptivas. La restricción en el rango (casi el 70% en algunos estudios; Stoolmiller, 1999) significa que la posible magnitud de las correlaciones entre el CI de los padres adoptivos y el de sus hijos es limitado.

Las conclusiones de Stoolmiller's (1999) han sido cuestionadas por Loehlin y Horn (2000) y McGue et al. (2007). Loehlin and Horn llamaron la atención sobre un número de implicaciones del análisis de Stoolmiller que son inconsistentes con algunos hechos que Stoolmiller tampoco consideró, aunque no pudieron dar cuenta de tests formales para medir el impacto de estas inconsistencias, por lo que es imposible saber cuán importantes son. McGue et al. demostraron que las disminuciones de CI en algunas características estaban restringidas en el rango de sus datos por lo que muestran que esas variables no tienen ningún efecto. Pero las variables que ellos examinaron no son las únicas con un rango restringido notable en relación a toda la población, muchas de las cuales no están representadas en los datos. Aún más, McGue y sus colegas estaban viendo los efectos del rango restringido en una muestra cuyo rango ya era restringido respecto de la población de la que fue extraído. Su muestra simplemente consistió en familias nucleares tradicionales de SES relativamente alto.

Los hallazgos sobre la interacción entre SES e influencias genéticas que fueron descritos sugieren que el problema va más allá de las consideraciones sobre las restricciones de rango de las que se ocupó Stoolmiller (1999). Si hay heterogeneidad en la importancia del ambiente en diferentes grupos sociales, entonces la exclusión de participantes de orígenes socioeconómicos más pobres puede tener un efecto mucho más profundo de lo que puede aparecer en la reducción de la varianza del SES solo. Dado que el ambiente tiene un impacto mayor en los resultados entre los individuos de SES más bajo, entonces sacarlos de la muestra no solo reduce la varianza del ambiente, sino que también reduce el promedio de impacto del ambiente en resultados de la muestra, causando, de este modo, una reducción del rol del ambiente medido por dos razones diferentes. Entonces, además del sesgo introducido en las estimaciones de los efectos ambientales por la restricción del rango en el SES, excluir a participantes de niveles de SES bajo también sesgaría los resultados por omisión de la porción de la distribución para la cual es sabido que los efectos ambientales son más fuertes (Turkheimer, Harden, D'Onofrio, & Gottesman, 2009).

[1.2] La búsqueda de genes de CI

Uno de los mayores desarrollos desde el informe de Neisser et al. (1996) ha sido el desciframiento del genoma humano y la mayor disponibilidad y practicidad de las tecnologías de genotipificación. La alta heredabilidad de la habilidad cognitiva ha llevado a muchos a creer que encontrar genes específicos que fueran responsables de las variaciones normales sería fácil y fructífero.

¹² Por las siglas en inglés Home Observation for Measurements of the Environment (N.T.)

Hasta ahora, los avances para encontrar la locación genética de los rasgos humanos complejos han sido limitados. Mientras que se han identificado 282 genes individuales responsables del retraso mental (Inlow & Restifo, 2004), ha habido muy pocos adelantos en el descubrimiento de genes que contribuyan a la variación normal (Butcher, Davis, Craig, & Plomin, 2008). Por ejemplo, en un estudio reciente de gran magnitud -un escaneo de genoma completo utilizando 7000 sujetos (Butcher et al., 2008)- se encontraron solo 6 marcadores genéticos (SNPs) asociados a habilidad cognitiva, y solo uno de ellos se mantuvo estadísticamente significativo una vez que los valores críticos fueron ajustados a múltiples tests. Cuando los seis marcadores fueron considerados juntos, apenas explicaron el 1% de la varianza en habilidad cognitiva general. Más aún, en muchos estudios similares que han pretendido encontrar genes para habilidad cognitiva, la (muy leve) influencia de un solo gen ha sido consistentemente replicada en estudios subsiguientes (Butcher et al., 2008).

Lamentablemente, esto es común en la búsqueda de genes para un amplio rango de rasgos humanos. Cuando hay un solo gen responsable para la variación individual es fácil de encontrar, pero cuando un rasgo es más que levemente poligénico (es decir que contribuyen muchos genes) encontrar los genes que expliquen más que una pequeña fracción de la varianza en el rasgo, hasta ahora ha sido desalentador (Goldstein, 2009). Tal vez el mejor ejemplo de esto es la altura, para la cual un escaneo de genoma completo con 30.000 sujetos encontró solo 20 marcadores que explican menos del 3% de la varianza en la altura. Este fue el caso a pesar del hecho de que, en la población estudiada, la altura es heredable en una proporción mayor al 90% (Weedon et al., 2008).

Entender por qué se ha demostrado que es tan difícil identificar genes específicos que sean responsables de la variación genética en rasgos conductuales altamente hereditarios es el problema más desafiante al que se enfrenta la genética conductual contemporánea¹³. Las explicaciones posibles pueden ser divididas en dos grandes clases. La dificultad puede hallarse en problemas técnicos para especificar la secuencia genética o en problemas más profundos que incluyen la predicción de conductas humanas complejas de modo más general; o en ambos.

A pesar de los sorprendentes logros que se han obtenido en la especificación de la secuencia genética humana en las últimas dos décadas, las tecnologías que se han utilizado para identificar genes específicos relacionados a rasgos complejos están lejos todavía de la secuencia genética real. Los métodos de enlace, los primeros en ser usados en rasgos como la inteligencia, pueden indagar el genoma entero, pero tienen relativamente poco poder estadístico y solo identifican regiones de cromosomas que pueden incluir genes relevantes. Los estudios de asociación de genes candidatos estiman asociaciones entre genes específicos y un resultado conductual, pero son necesariamente limitados al número relativamente pequeño de genes candidatos que pueden ser testeados. El método más reciente, de asociación de genoma completo (GWAS), explora el genoma en busca de asociaciones entre resultados y variación en marcadores cromosómicos individuales conocidos como SNPs. El GWAS es lo más cercano a lo que han llegado los investigadores para explicar la relación entre la secuencia genética verdadera e inteligencia, pero aún hay limitaciones. Solamente se incluyen SNPs relativamente comunes en GWAS, y las

¹³ Para aquellos interesados en obtener más detalles para estas preguntas el número de *New England Journal of Medicine* (Vol. 360, No. 17) del 23 de Abril de 2009, realizó un simposio sobre este tema.

relaciones entre SNPs densamente rellenos y los genes con los que son asociados son bastante complejos.

Otra clase de dificultades técnicas incluye la posibilidad de que una especificación lineal de la secuencia genética no capte toda la información contenida en el genoma. Las interacciones estadísticas o las asociaciones no lineales entre los genes, o entre genes y ambientes particulares, podrían frustrar el esfuerzo de entender la inteligencia, por sólo nombrar algunos de los pequeños efectos de la multiplicidad de genes.

Finalmente, la explicación más probable del problema de los genes faltantes es la más sencilla, pero desafortunadamente es también, la más difícil de subsanar. Puede que simplemente se trate de que el número de genes involucrados en un resultado tan complejo como la inteligencia sea muy grande y por ende, la contribución de cualquier locus individual sea tan pequeño como el número de genes, por lo que es muy difícil de detectar sin muestras inmensas. Es poco probable que este problema se resuelva con los avances en tecnología genética que puedan imaginarse en el presente.

[2] Nuevos conocimientos acerca de los efectos del ambiente

Se ha avanzado mucho sobre las relaciones entre factores ambientales e inteligencia desde que apareció el informe de Neisser et al. (1996), especialmente sobre el interjuego de factores biológicos y sociales que, por lo tanto, han vuelto borroso el límite entre los efectos biológicos y los ambientales.

[2.1] Factores biológicos

Un amplio rango de factores ambientales de naturaleza biológica influye en la inteligencia. Muchos de los factores conocidos son perjudiciales, tienen que ver con la falta de micronutrientes y la presencia de toxinas ambientales, y fueron referenciados de manera superficial por Neisser et al. (1996). Pocos descubrimientos notables se han hecho desde entonces, pero no existe mucha investigación en esta área.

Hay, sin embargo, un factor biológico que parece aumentar la inteligencia y que tiene lugar en los comienzos de la vida. La lactancia materna puede aumentar el CI por 6 puntos (Anderson, Johnstone, & Remley, 1999; Mortensen, Michaelsen, Sanders, & Reinisch, 2002) en niños nacidos con peso normal y por 8 puntos en aquellos nacidos prematuramente (Anderson et al., 1999; Lucas, Morley, Cole, Lister, & Leeson-Payne, 1992), y la ventaja parece persistir hasta la adultez (Mortensen et al., 2002). Un meta-análisis descubrió solo un efecto de 3 puntos de lactancia sobre CI cuando la clase social y el CI de la madre eran monitoreados (Anderson et al., 1999), y otro no descubrió ningún efecto sobre rendimiento académico cuando el CI de la madre era monitoreado excepto por un modesto efecto en niños amamantados por más de siete meses (Der, Batty, & Deary, 2006).

Sin embargo, no es claro que la conjunción entre la clase social y el CI de la madre sea lo que justifique la relación entre lactancia y CI. La leche materna humana contiene ácidos grasos que no se encuentran en la leche de fórmula y se ha demostrado que previenen déficits neurológicos en ratones (Catalan et al., 2002). Un importante estudio indica que la lactancia es efectiva para el aumento del CI por seis puntos, pero solo para la mayor parte de la población que tiene dos alelos en un lugar particular que regula los ácidos grasos y es influenciada por la leche materna (Caspi et al., 2007). Aquellos que tienen otro alelo en ese sitio no se beneficiaron de la lactancia materna, pero aquellas personas con ese alelo son la minoría. El descubrimiento de esta contingencia genética va en contra de la posibilidad de un solapamiento de la clase social en la relación lactancia-CI, ya que el beneficio de la

lactancia se dio en niños con los dos alelos más comunes independientemente de la clase social de la madre y no ocurrió en niños con el alelo menos común, una vez más, independientemente de la clase social. Además, fue solo el alelo del niño en el sitio relevante, no el de la madre, que medió la influencia sobre el CI. Otra investigación manipuló la lactancia en un gran estudio aleatorio de control y también encontró cerca de 0,5 *DE* de diferencia en el CI (Kramer, 2008).

El problema de la lactancia continúa generando dudas. Hasta ahora, sigue habiendo contradicciones en los estudios sobre el tema. De todas formas, la recomendación prudente para nuevas madres es que, si no hay contraindicaciones, deben amamantar a sus hijos.

[2.2] Factores sociales

Podemos estar seguros de que las diferencias ambientales que se asocian a la clase social tiene un gran efecto en el CI. Sabemos esto porque los niños adoptados típicamente obtienen un puntaje de 12 o mayor que los niños a lo que se los compara (por ejemplo, hermanos que son dejados con los padres biológicos o niños adoptados por padres de bajo SES) y, típicamente, la adopción mueve a los niños de hogares de bajo SES a hogares con alto SES. Un meta-análisis disponible en el momento en que Neisser et al. (1996) publicaron su artículo encontró un efecto de la adopción de niños de bajo SES por parte de padres de clase media alta de 12 puntos (Locurto, 1990). Un estudio de adopción subsiguiente llevado a cabo por Duyme, Dumaret, y Tomkiewicz (1999) encontró que las diferencias de CI entre niños adoptados por padres de clase media alta y aquellos adoptados por padres de SES más bajo era de aproximadamente 12 puntos. Un meta-análisis reciente de van IJzendoorn, Juffer, y Klein Poelhuis (2005) encontró un efecto promedio de adopción de 18 puntos. Sin embargo, estos autores consideraron algunos estudios en los que la adopción era comparada con entornos institucionales extremadamente desfavorecidos.

[2.2.1] Diferencias de clase y raza en la socialización de habilidades intelectuales

La evidencia de los estudios de adopción que sugieren que la clase social afecta en gran medida el CI de los niños, plantea cuestiones acerca de cuáles correlatos de SES afectan el CI.

Existe evidencia reciente que indica que hay marcadas diferencias, empezando en la primera infancia, entre el ambiente de familias de mayor SES y familias con menor SES en factores que plausiblemente impacten el crecimiento intelectual. Uno de los hallazgos más importantes acerca de la socialización cognitiva implica hablarles a los niños. Hart y Risley (1995) demostraron que los niños de padres profesionales han escuchado 30 millones de palabras a los 3 años de edad, el niño de clase trabajadora ha escuchado 20 millones y el vocabulario es mucho más rico para el niño de alto SES. Los hijos de mujeres afroamericanas desempleadas han escuchado 10 millones de palabras a los 3 años. Hart y Risley también encontraron una gran diferencia en la proporción de palabras de aliento hacia los niños en contraposición a las reprimendas. Los hijos de padres profesionales recibieron 6 palabras de aliento por cada reprimenda, los niños de clase trabajadora recibieron dos palabras de aliento por reprimenda y los hijos de madres afroamericanas desempleadas recibieron dos reprimendas por palabra de aliento.

Los hallazgos de Hart y Risley (1995) son profundizados por estudios que utilizan la técnica HOME mencionada anteriormente. Los investigadores HOME evalúan los ambientes familiares por la cantidad de estimulación intelectual disponible, indicada por cuánto le hablan los padres al niño; cuanto acceso hay a libros, revistas, periódicos y computadoras;

cuánto leen los padres del niño; cuántas experiencias de aprendizaje hay fuera de la casa (visitas a museos, visitas a amigos); el grado de calidez versus conductas punitivas de los padres hacia los hijos; etcétera (Bradley et al., 1993; Phillips et al., 1998). Estos estudios encuentran marcadas diferencias entre clase social y descubren que la asociación entre los puntajes de HOME y los del CI es muy sustanciosa. Una diferencia de 1 *DE* en resultados de HOME sintetizados, es asociada a una diferencia de 9 puntos de CI.

Debe reconocerse, de todas formas, que en el presente no hay manera de saber cuánta de la ventaja de CI en niños con ambientes excelentes se debe a los ambientes en sí y cuánto a los genes de los padres que crean esos ambientes, que les heredan a sus hijos. Además, algunas ventajas de CI en niños que viven en ambientes superiores pueden deberse a dotaciones genéticas superiores del niño que produce un fenotipo que recompensa a aquellos padres que crean ambientes excelentes para el desarrollo intelectual (Braungart, Plomin, DeFries, & David, 1992; Coon, Fulker, DeFries, & Plomin, 1990; Plomin, Loehlin, & DeFries, 1985). En la medida en que esos procesos desempeñen un rol, la ventaja de CI en niños en ambientes superiores puede deberse a sus propios genes superiores en lugar de los ambientes superiores en sí mismos.

Estamos casi seguros, sin embargo, de que una fracción significativa de la ventaja de CI se debe a ambientes independientes de los genes asociados a ellos, porque sabemos que la adopción añade de 12 a 18 puntos al CI de niños sin relación entre ellos, que usualmente provienen de hogares de SES bajo. Los entornos familiares no son los únicos candidatos para explicar los efectos de ambiente compartido. Los entornos familiares se correlacionan con el barrio, los pares y los entornos escolares. Estos son probablemente componentes importantes de los efectos de ambiente compartido que se reflejan en los resultados de adopción para niños de diferentes clases sociales. Pero subrayamos que no poseemos evidencia directa del impacto de ningún factor ambiental particular sobre el CI.

[2.2.2] Efectos de ambiente compartido en niñez y en adultez

Los efectos de ambiente compartido son aquellos comunes a todos los miembros de una familia determinada pero que difieren entre familias. Por ejemplo, la clase social es probablemente compartida por todos los miembros de la familia. Los niños de una familia elegida al azar van a diferir en promedio de 1,13 *DE* en SES de los niños de otra familia seleccionada al azar.

A veces, los efectos del ambiente compartido son muy bajos o incluso nulos en la adultez (Bouchard, 2004; Johnson, 2010; McGue & Bouchard, 1998). Si los efectos del ambiente compartido fueran realmente tan bajos en la adultez, provocaría conclusiones pesimistas acerca del grado de durabilidad de los efectos de las intervenciones en la niñez. Un fundamento para alegar que los efectos de ambiente compartido son nulos en los adultos es una reseña de tres estudios en 1993 de McGue, Bouchard, Iacono y Lykken (1993), que ha sido frecuentemente citada desde entonces (ej., Bouchard & McGue, 2003; Rushton & Jensen, 2005a). Sin embargo, pudieron relevarse un amplio rango de efectos ambientales. Bouchard y McGue (2003) reprodujeron los estudios de 1993 y su evaluación de efectos nulos de ambiente compartido en adultos, pero ellos también encontraron un efecto de ambiente compartido en exceso de 0,25 para sujetos entre 16 y 20 años. Johnson (2010) señaló que los efectos de ambiente compartido son nulos en la adultez (pero no proveyó recursos) y en el mismo año publicó un estudio que demostraba que el efecto de ambiente compartido era 0,7 para individuos de 17 años en Minnesota y 0,26 para sujetos de 18 años en Suecia (Johnson, Deary, Silventoinen, Tynelius, & Rasmussen, 2010). Otro estudio reciente encontró efectos de ambiente compartido de 0,26 para sujetos de 20 años

y 0,18 para individuos de 55 años (Lyons et al., 2009), otro incluso encontró efectos de ambiente compartido de 0,20 para reclutas suecos (Beauchamp, Cesarini, Johannesson, Erik Lindqvist, & Apicella, 2011). Una reseña reciente de 6 estudios bien conducidos encontró efectos de ambiente compartido en adultos de un promedio de 0,16 (Haworth et al., 2009).

Finalmente, debe señalarse que la mayoría, sino todos, los estudios de gemelos, especialmente estudios en adultos, reportan estimaciones mayores de efectos genéticos y estimaciones más bajas de efectos ambientales de los que se encontrarían con muestras aleatorias genuinas de gemelos en una población dada. Esto sucede porque individuos de SES más bajos son más difíciles de conseguir para los laboratorios y zonas de pruebas (Dillman, 1978). Muchos estudios de heredabilidad no dan información del SES, e incluso aquellos que afirman tener muestras representativas de grupos de diferentes clases sociales pueden tener problemas de autoselección: los individuos con menor SES que se han presentado como voluntarios pueden parecerse a los individuos de SES más alto en variables relevantes a la sobreestimación de efectos de heredabilidad. Por otro lado, prácticamente todos los estudios fallan al tomar en cuenta los efectos de emparejamiento por afinidad. Beauchamp et al. (2011) sugirieron que el emparejamiento por afinidad podría contrarrestar completamente sus estimados de 0,2 para los reclutas suecos, dejando los efectos de ambiente compartido en cero.

Todavía no se ha realizado una reseña exhaustiva de todos los estudios que proveen evidencia sobre los efectos de ambiente compartido durante toda la vida, a pesar de la obvia importancia de tal empresa. Lo que podemos decir con cierta seguridad en el presente es que los efectos de ambiente compartido, como son típicamente medidos, persisten al menos hasta los primeros años de la segunda década de vida. Luego, los datos son escasos y casi no existen estudios longitudinales excepto en adultos muy mayores.

[2.2.3] Efectos intra-familiares (efectos de ambiente no compartido)

Las diferencias en el CI de hermanos dentro de una familia se deben en parte a diferentes experiencias ambientales que incluyen cambios de clase social de una familia determinada, diferencias en los barrios a lo largo de los años, diferencias en el carácter de diferentes asociaciones de pares entre niños de la misma familia, y diferencias del orden de los nacimientos. Existe vasta literatura sobre la cuestión del orden de nacimiento y el CI: algunos investigadores encuentran que los hijos que nacen primero tienen un CI mayor (Zajonc, 1976) y otros investigadores no llegan a esas mismas conclusiones (Wichman, Rodgers, & MacCallum, 2006). Zajonc y Sulloway (2007) sostuvieron que las diferencias en los descubrimientos podrían explicarse por el hecho de que los efectos del orden de los nacimientos no son visibles hasta la adolescencia. Evidencia reciente de un estudio particularmente riguroso, indica que hay de hecho una diferencia de 3 puntos de CI en la adultez temprana en favor de los hijos mayores sobre los últimos que puede entenderse en términos de las diferencias en los entornos familiares (Kristensen & Bjerkedal, 2007). Que sea el orden social del nacimiento y no el orden biológico el que tiene impacto en la diferencia de CI se indica por el hecho de que los hijos que nacieron segundos en familias donde el primogénito murió joven tienen niveles de CI tan altos como los que nacieron primero a la edad de 18 años (Kristensen & Bjerkedal, 2007); por lo tanto, los factores genéticos o de gestación no justifican la diferencia. Zajonc y otros han discutido que el ambiente intelectual del primogénito es superior al del hijo menor, en parte porque el que nació primero tiene toda la atención de los padres por un período de tiempo.

[3] Intervenciones

Un gran número de intervenciones han demostrado tener efectos considerables en el CI y en el logro académico. En particular, hay clara evidencia disponible sobre los efectos de la escuela sobre la inteligencia.

[3.1] Educación y otras intervenciones ambientales

Era sabido al momento de la publicación del artículo de Neisser et al. (1996) que la escuela tiene un gran impacto en el CI (Ceci, 1991). Los experimentos naturales con niños que son privados de ir a la escuela por un tiempo extendido muestran déficits en el CI de hasta 2 *DE*. Un niño que entra a 5° grado aproximadamente un año antes que un niño de la misma edad que entra a 4° grado tendrá un CI verbal 5 puntos mayor al final del año escolar (Cahan & Cohen, 1989) y tanto como 9 percentiles más alto en 8° grado, como se encontró en un estudio internacional de países de la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo llevado a cabo por Bedard y Dhuey (2006). Esos niños tienen mayores posibilidades de ingresar a programas de secundaria de alta trayectoria y más posibilidades de ir a la universidad que los que comienzan más tarde (Bedard & Dhuey, 2006). Los niños que pierden un año de escuela pierden varios puntos de CI. Los niños pierden CI y habilidades académicas durante el verano (Ceci, 1991; Jencks et al., 1972). Pero el cambio estacional en las habilidades intelectuales, como podríamos esperar dados los diferentes entornos familiares de diferente clase social, es mayor para niños de menor SES. En efecto, el conocimiento y las habilidades de los niños del quinto grado de mayor SES familiar se incrementan, de hecho, durante el verano (Burkam, Ready, Lee, & LoGerfo, 2004; Cooper, Charlton, Valentine, & Muhlenbruck, 2000), un efecto que probablemente se deba a las actividades favorables para los niños de SES mayor. Este efecto es tan marcado que, para los últimos años de educación primaria, muchas de las diferencias en las habilidades académicas entre niños con menor y mayor SES pueden deberse a la pérdida de habilidad en el verano para los niños de SES bajo versus las ganancias para niños de SES alto (K. L. Alexander, Entwisle, & Olson, 2001). Los efectos beneficiosos de la escolaridad continúan, aparentemente, al menos hasta los primeros años de escuela secundaria. Brinch y Galloway (2011) hicieron uso del experimento natural creado en Noruega cuando comenzaron a requerirse dos años de escolarización extra más allá del 7° grado. Los efectos en el CI fueron considerables a los 19 años - igual a un tercio del tamaño del efecto Flynn (la ganancia secular marcada en países desarrollados que discutiremos más adelante) en Noruega en ese momento.

Los mejores programas, previos al jardín de infantes para niños de bajo SES tienen un efecto considerable en el CI, aunque generalmente se desvanece hacia el final de la escuela primaria, tal vez porque los ambientes de los niños no mantienen su enriquecimiento. Existen dos excepciones a la regla de que los programas previos al jardín de infantes tienen un efecto menor en el CI más adelante. Ambos se caracterizan por haber ubicado a los niños en escuelas primarias promedio o por encima del promedio luego de las intervenciones previas al jardín de infantes. Los niños del programa del Proyecto Milwaukee (Garber, 1988) tenían un CI de 10 puntos mayor que aquellos en grupos de control cuando eran adolescentes. Los niños en el programa intensivo pre jardín de infantes de Abecedarian tenían CIs de 4,5 puntos de diferencia mayor que los de los grupos control cuando tenían 21 años (Campbell, Ramey, Pungello, Sparling, & Miller-Johnson, 2002)¹⁴.

¹⁴ Otro programa similar al Abecedarian fue llevado a cabo con niños de bajo peso en el nacimiento. En lugar comenzar a los seis meses y continuar hasta los 5 años, el programa comenzó al año y

Ya sea que los programas de intervención de alta calidad tengan efectos sostenidos sobre el CI o no, los efectos sobre el éxito académico y el desarrollo personal pueden ser muy significativos. Las ganancias son particularmente marcadas para los programas intensivos como el Perry School Project (Campbell, Pungello, Miller-Johnson, Burchinal, & Ramey, 2001; Schweinhart et al., 2005; Schweinhart & Weikart, 1980; Schweinhart & Weikart, 1993) y el programa Abecedarian (Campbell et al., 2001; Campbell & Ramey, 1995; C. T. Ramey et al., 2000; S. L. Ramey & Ramey, 1999). En la adultez los individuos que habían participado de esas intervenciones presentaban menos repeticiones de grado o menos chances de haber sido ubicados en clases de educación especial y tenían muchas más posibilidades de haber terminado la secundaria, haber ido a la universidad, e incluso de tener su propia vivienda. Las discrepancias entre los efectos sobre el logro escolar y los efectos sobre el CI (después de la escuela primaria) es lo suficientemente grande para sugerir que algunos de los efectos del logro se producen más por ganancias en la atención, el autocontrol, y la perseverancia que por conquistas intelectuales en sí mismas (Heckman, 2011; Knudsen, Heckman, Cameron, & Shonkoff, 2006).

La calidad de la enseñanza en el jardín de infantes también tiene un efecto mensurable en el impacto del éxito académico y el desarrollo personal. Chetty et al. (2010) examinaron datos del Proyecto STAR en Tennessee. Los estudiantes que habían sido asignados al azar a clases más pequeñas tenían más posibilidades de ir a la universidad luego, asistir a una universidad de alto rango y tener mejores desarrollos vitales en múltiples aspectos. Los estudiantes que tuvieron maestros más experimentados tuvieron mayores ingresos monetarios cuando adultos, como los estudiantes para quienes la calidad de la enseñanza medida por los resultados en los exámenes fue más alta. Los beneficios académicos de tener maestros más calificados y más experimentados se desvanecieron en grados más altos, pero las ganancias no cognitivas persistieron, tanto como para las intervenciones previas a la escuela primaria que se acaban de discutir.

La calidad de la enseñanza en el primer grado también tiene un impacto significativo en los logros académicos en grados posteriores. Hamre y Pianta (2001) encontraron que los niños que estaban en riesgo de tener un desempeño escolar pobre en virtud de un SES relativamente bajo tuvieron puntajes de logro un 0,4 *DE* más alto si su maestro de primer grado tenía una calidad de enseñanza considerada en el tercio más alto en contraposición a si se encontraba entre el tercio más bajo. De hecho, el desempeño de los niños con mejores maestros no fue significativamente menor al de aquellos niños con padres bien educados.

Se ha descubierto que muchas intervenciones en la escuela primaria, incluyendo la jornada escolar alargada, menor tamaño de clases y programas interactivos de computadora, afectan marcadamente las habilidades académicas (Nisbett, 2009). El único programa escolar reforzado, de nuestro conocimiento, que ha tenido efectos sobre el CI fue comunicado por Neisser et al. (1996). Este fue un programa de un año que enseñaba una variedad de habilidades de razonamiento a niños de séptimo grado en Venezuela (Herrnstein, Nickerson, Sanchez, & Swets, 1986). El programa tuvo un efecto muy significativo en las capacidades de razonamiento individual enseñadas y tuvo un efecto de 0,4 *DE* en la habilidad intelectual medida por los tests típicos. No ha habido replicaciones exactas de este estudio, aunque Sanz de Acedo Lizarraga, Ugarte, Iriarte, & Sanz de Acedo Baquedano (2003) diseñaron una gran intervención educacional que utilizó los materiales

continuó hasta los tres años. Las mejoras en el CI fueron modestas para los niños con peso de más de 2000 gramos y persistieron hasta la adolescencia. Para niños de peso menor a 2000 gramos, y para la muestra completa, el grupo control no obtuvo resultados significativamente diferentes al grupo experimental.

de Herrnstein et al. (1986). Sanz de Acedo Lizarraga et al. encontraron aumentos considerables en varias medidas de inteligencia, incluyendo el Test de Factor g - Escala 1 [Test de inteligencia libre de influencias culturales] (Cattell, 1973), un test de matrices similar a las Escalas Progresivas de Raven. Su intervención incluyó una variedad de tareas que pretendían enriquecer la auto-regulación, entonces no queda claro qué aspectos de su intervención mejoraron el CI. Como discutimos más abajo, se ha probado que los intentos de mejorar el razonamiento de matrices del tipo de las de Raven a través del entrenamiento de la memoria de trabajo, son bastante exitosos.

[3.2] Intervenciones para aumentar la inteligencia fluida

Se ha demostrado en investigaciones recientes que $g(F)$ puede ser mejorada mediante el entrenamiento de las habilidades de la memoria de trabajo. Por ejemplo, Jaeggi, Buschkuhl, Jonides, y Perrig (2008) utilizaron una prueba n -back de memoria de trabajo que requería que los participantes recordaran información tanto verbal como visoespacial durante varios ensayos. En una prueba n -back, se les pide a los participantes que vean presentaciones secuenciales de letras individuales o un estímulo en una localización específica y que indiquen cuando una de las letras o lugares es igual a las que les fueron presentadas la primera, la segunda o la tercera vez. Esto es, en la condición 1-back, el participante indica si una letra es la misma que le enseñaron en la presentación inmediatamente anterior; en la 2-back, la misma que en la presentación antes que la última; en la 3-back, la misma que se enseñó dos presentaciones antes; y así sucesivamente. Jaeggi et al. (2008) encontraron que los participantes que pasan un mes entrenando en una versión de n -back que requería recordar simultáneamente el lugar de un estímulo presentado visualmente y una letra presentada auditivamente mejoraban sus resultados en el Test Bochumer Matrizen, un test de razonamiento de matrices de inteligencia fluida. Este descubrimiento fue usado como base de la afirmación de que la memoria de trabajo conlleva un mejoramiento en $g(F)$. Jaeggi et al. (2010) replicaron este hallazgo y lo extendieron para incluir los resultados de las Matrices Progresivas de Raven.

Klingberg, Forssberg, y Westerberg (2002) proporcionaron entrenamiento de memoria a niños y a adultos con trastorno de déficit de atención con desorden de hiperactividad (TDAH) y encontraron mejoras notables en el desempeño sobre las Matrices Progresivas de Raven para ambos grupos. Rueda, Rothbart, McCandliss, Saccomanno, y Posner (2005) brindaron entrenamiento de control de la atención a niños y encontraron un aumento de 0,5 DE para una tarea de matrices. El trabajo llevado a cabo por Mackey y sus colegas (Mackey, Hill, Stone, & Bunge, 2011) demostró que el entrenamiento de la memoria de trabajo en niños de bajo SES usando una variedad de juegos de computadora y otros, resultó en 10 puntos de ganancias de CI en una tarea de una matriz de razonamiento. Investigaciones con participantes de edad avanzada demostraron que el entrenamiento con un juego de computadora que involucraba habilidades de control ejecutivo mejoraba el desempeño en una variedad de tareas que medían el funcionamiento ejecutivo, incluyendo las Matrices Progresivas de Raven (Basak, Boot, Voss, & Kramer, 2008). Efectos similares para participantes mayores han sido encontrados por otros investigadores usando un paradigma de entrenamiento de memoria de trabajo, con significativa transferencia del entrenamiento y el mantenimiento de ganancias en tareas de $g(F)$ durante un período de ocho meses (Borella, Carretti, Riboldi, & De Beni, 2010). Se han encontrado mejoras en el rango de 0,5 a 1 DE para la transferencia del entrenamiento de cambio de tareas en niños, jóvenes adultos y en personas mayores (Karbach & Kray, 2009). Ver también Schmiedek, Lövdén, y Lindenberger (2010), Tranter and Koutstaal (2007), y Stephenson & Halpern

(2012) para efectos similares resultado de intervenciones que incluyen tareas múltiples que apuntan al control ejecutivo.

Como puede esperarse, se ha demostrado que el funcionamiento del control ejecutivo y el entrenamiento de la memoria de trabajo mejoran solo el desempeño de la inteligencia fluida y tienen efectos pequeños o nulos en habilidades cristalizadas o razonamiento verbal.

[3.3] Fármacos de mejora cognitiva

Puede encontrarse una tendencia en individuos normales y sanos que crece rápidamente, de ingerir drogas que pueden mejorar la “memoria, concentración, la planificación y reducir el comportamiento impulsivo y toma de decisiones riesgosa” (Sahakian & Morein-Zamir, 2007, p. 1157). La mayoría de estas drogas son usadas “sin etiqueta”, lo que significa que están siendo usadas de maneras que no son aprobadas por agencias de administración de fármacos. Por ejemplo, el Metilfenidato (Ritalina) es comúnmente usado para personas con TDAH, pero cada vez más frecuentemente, personas sin TDAH están usando esta droga para mejorar su cognición. Una encuesta encontró que el 25% de los estudiantes universitarios en algunos campus usan estimulantes de ese modo a lo largo de un año (McCabe, Knight, Teter, & Wechsler, 2005). Se han encontrado mejoras leves en la atención, memoria de trabajo y función ejecutiva en adultos normales y sanos con una variedad de drogas estimulantes: con Modafinilo, que está aprobada para el tratamiento de la narcolepsia, y con Donepezil (Aricept) que se utiliza para el Alzheimer (Greely et al., 2008). Hay muchas indicaciones que sugieren que el uso de farmacéuticos de mejora cognitiva entre individuos normales está en aumento.

Existen múltiples incógnitas sobre el uso de drogas de mejora cognitiva, incluyendo los beneficios a largo plazo y los riesgos de estas drogas para las dos poblaciones para las que han sido desarrolladas y para su uso en personas normales. Es probable que el uso de fármacos de mejora cognitiva sea un tema emergente de investigación y debate. Ya conocemos los efectos beneficiosos de la educación, el ejercicio y la nutrición saludable. Una gran pregunta es si las intervenciones farmacológicas son similares a estas intervenciones menos controvertidas o si ofrecen riesgos desconocidos que hacen que su uso sea cualitativamente diferente de los otros tipos de intervención.

[3.4] Ejercicio y envejecimiento

[3.4.1] Ejercicio físico

Un meta-análisis de un gran número de estudios ha demostrado que el ejercicio aeróbico, al menos en personas mayores, es muy importante para el mantenimiento del CI, especialmente para las funciones ejecutivas como la planificación, la inhibición y la programación de procesos mentales (Colcombe & Kramer, 2003). El efecto del ejercicio en estas funciones es más de un 0,5 *DE* para lo mayores (más para aquellos mayores de 65 años que para personas más jóvenes). Es posible empezar ejercicios cardiovasculares tan tarde como en la séptima década de la vida y reducir considerablemente las posibilidades de tener Alzheimer (Aamodt & Wang, 2007).

[3.4.2] Ejercicio cognitivo

El ejercicio cognitivo no previene literalmente el declinamiento de las habilidades cognitivas por la edad (G. D. Cohen, 2005; Maguire et al., 2000; Melton, 2005; Salthouse, 2006). Sin embargo, muchos estudios demuestran que las habilidades cognitivas de las personas mayores pueden ser entrenadas en el corto plazo (Salthouse, 2010). Y se encuentra cierta evidencia que sostiene que entrenar a adultos mayores en memoria,

rapidez de procesamiento y ciertas habilidades de razonamiento particulares, produce mejoras significativas que se sostienen durante un cierto lapso de tiempo (Ball et al., 2002). La evidencia citada anteriormente en la sección de entrenamiento de la inteligencia fluida incluye dos estudios de adultos mayores que demuestran efectos de transferencia muy significativos y un estudio que demuestra las mejoras en tareas que requieren transferencia significativa mantenida en un período de 8 meses. Un estudio sobre la jubilación provee evidencia adicional acerca de que el ejercicio cognitivo detiene el proceso de deterioro intelectual. La memoria episódica, que es la memoria de eventos personales relevantes, no se considera frecuentemente como un aspecto de la inteligencia, pero es una habilidad intelectual de algún tipo y está entre las primeras en deteriorarse con la edad. Un estudio de los efectos de la jubilación sobre la memoria episódica fue llevado a cabo con hombres de entre 50 y 54 años y entre 60 y 64 (Adam, Bonsang, Germain, & Perelman, 2007). Doce naciones fueron clasificadas en términos de persistencia del empleo en edad mayor. Si un porcentaje de hombres que seguían trabajando caía un 90% del rango 50-54 al de 60-64 años (Austria, Francia), había un 15% de disminución de la memoria episódica. Si el porcentaje de los que seguían trabajando caía un 25% (Estados Unidos, Suecia), la disminución solo era del 7%. Ver también Rohwedder y Willis (2010). Estos hallazgos son consistentes con la evidencia correlacional de un estudio en el Reino Unido que muestra que un año extra de trabajo se asociaba a un retraso en la aparición del Alzheimer en un promedio de seis semanas (Adam et al., 2007; Lupton et al., 2010).

[3.5] Ganancias masivas de CI con el tiempo

La investigación de Flynn (1987) que demostraba que 14 países habían tenido ganancias masivas de CI de una generación a otra era sabida por Neisser et al. (1996). Los datos sobre las tendencias del CI provienen ahora de 30 países. Las ganancias difieren en función del grado de modernidad que caracteriza a los diferentes países. Para las naciones que eran completamente modernas en los comienzos del siglo XX, las ganancias de CI han estado en el orden de los 3 puntos por década (Flynn, 2007). Países que recientemente han empezado a modernizarse, como Kenya (Daley, Whaley, Sigman, Espinosa, & Neumann, 2003) y las naciones del Caribe (Meisenberg, Lawless, Lambert, & Newton, 2005), muestran altas tasas de ganancia. En Sudán, grandes ganancias de inteligencia fluida (en la Escala de Ejecución de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos, o WAIS) han acompañado una pequeña pérdida de inteligencia cristalizada (Khaleefa, Sulman, & Lynn, 2009).

Países en los que la modernización comenzó a mediados del siglo XX muestran ganancias grandes y persistentes. La Argentina urbana (entre los 13 y 24 años de edad) tuvo un incremento de 22 puntos en la Escala de Matrices Progresivas de Raven entre 1964 y 1998 (Flynn & Rossi-Casé, 2011). Los niños del Brasil urbano entre 1930 y 2002 (Colom, Flores-Mendoza, & Abad, 2007), en Estonia entre 1935 y 1998 (Must, Must, & Raudik, 2003) y en España entre 1970 y 1999 (Colom, Lluís - Font, & Andrés-Pueyo, 2005) han experimentado ganancias en una tasa de 3 puntos por década.

Los resultados para los países que comenzaron a modernizarse en el siglo XIX sugieren que los efectos en el CI encuentran una asíntota. Las naciones escandinavas muestran un leve ascenso e incluso un pequeño declive en las diferencias de CI (Emanuelsson, Reuterberg, & Svensson, 1993; Sundet, Barlaug, & Torjussen, 2004; Teasdale & Owen, 1989, 2000). Otras naciones altamente desarrolladas apenas han experimentado disminuciones en la tasa de avance. Las ganancias de los niños británicos en la Escala de Matrices Progresivas de Raven eran al menos tan altas desde 1980 a 2008

como lo eran desde 1943 a 1980 (Flynn, 2009a). Tanto los niños norteamericanos (medidos por la Escala de Inteligencia para Niños o WISC, 1989-2002) y los adultos (WAIS, 1995-2006) están teniendo avances a su tasa histórica de tres puntos por década (Flynn, 2009b,2009c).

Si Suecia representa la asíntota de lo que es probable que veamos para las ganancias de los países desarrollados, la brecha de CI entre países en vías de desarrollo y desarrollados podría cerrarse hacia el final del siglo XXI y falsear la hipótesis de que algunas naciones no tienen la inteligencia suficiente para industrializarse por completo. En 1917, los norteamericanos igualaban el CI más bajo que hoy se encuentra en el mundo en desarrollo. Parece posible que el primer paso hacia la modernización, eleve el CI un poco, lo que facilita el camino para el próximo paso, que eleva el CI un poco más y así sucesivamente.

Es importante señalar que la reseña de Flynn (2007) demostró que las ganancias en tests que se considera que miden inteligencia fluida mostraron ganancias significativamente mayores (18 puntos en términos equivalentes al CI) que tests que miden inteligencia cristalizada (10 puntos).

Las causas de ganancia de CI todavía están sujetas a debates. Lynn (1989) ha propuesto que se deben a mejoras en la nutrición. En el mundo desarrollado, la mejor nutrición fue probablemente un factor antes de 1950, pero probablemente no desde entonces. La hipótesis de la nutrición supone ganancias mayores de CI en la mitad más baja de la distribución de CI, que en la mitad más alta porque uno asumiría que incluso en el pasado las clases más altas estaban bien alimentadas, mientras que las deficiencias nutricionales de las clases bajas ha decrecido gradualmente. Las ganancias de CI están de hecho, concentradas en la mitad más baja de la curva en Dinamarca, España y Noruega, pero no en Francia, los Países Bajos y en los Estados Unidos. Noruega es de hecho un contraejemplo: las ganancias en la altura fueron mayores en la mitad más alta de la distribución, mientras que las ganancias de CI fueron mayores en la mitad más baja. Es poco probable que las mejoras en la nutrición a lo largo del tiempo hayan tenido un efecto positivo en el CI aunque negativo sobre la altura. Las tendencias británicas son bastante incompatibles con la hipótesis de la nutrición. No muestran que la brecha en el CI de las mitades más bajas y más altas se haya reducido a lo largo del tiempo. Las diferencias eran grandes en la víspera de la Gran Depresión, se contrajeron de 1940 a 1942, se expandieron desde 1964 a 1971, se contrajeron desde 1972 a 1977, y se han expandido desde entonces (Flynn, 2009a, 2009c).

Las personas que contraen matrimonio dentro de un grupo reducido sufren depresión por endogamia, lo que baja los puntajes de CI. Se ha propuesto que el menor aislamiento de una población reproductora puede contribuir a ganancias en el CI por un "vigor híbrido" (Mingroni, 2004). Datos de Noruega que comparan puntajes de CI entre hermanos de edades diferentes muestran tendencias de CI que replican aquellas de sociedades más grandes (Sundet, Eriksen, Borren, & Tambs, 2010). Dado que los hermanos no pueden diferir en el grado de consanguinidad, esto indica que el vigor híbrido no ha sido un factor en la Escandinavia moderna. Flynn (2009c) ha demostrado que la gran fluctuación en Norteamérica data de 1872 al menos. Por lo tanto, la hipótesis de que una tendencia de aislamiento considerable a poco aislamiento justifica las ganancias de CI, parece improbable.

Es más sencillo descartar causas que proveer un escenario causal claro. Parece probable que la última causa de ganancias en el CI sea la Revolución Industrial, que produjo la necesidad de crecimiento de las habilidades intelectuales que las sociedades

modernas, de algún modo, lograron satisfacer. Las causas intermedias de las ganancias de CI pueden incluir factores como una tasa más favorable de adultos a niños, mejor educación, empleos de mayor demanda cognitiva, y recreación que sea más desafiante a nivel cognitivo. Flynn (2009c) ha discutido que una causa inmediata es la adopción de un enfoque científico sobre el razonamiento con un énfasis auxiliar en la clasificación y el análisis lógico. Blair y sus colegas (Blair, Gamson, Thorne, & Baker, 2005) han demostrado que la enseñanza de las matemáticas, comenzando muy temprano en la escuela, ha pasado de la instrucción en meros cálculos y operaciones aritméticas a la presentación de formas de objetos y figuras geométricas altamente visuales con patrones que los niños deben comprender. Esta instrucción parece ser una explicación plausible para, al menos, una parte de la ganancia de inteligencia fluida del tipo medida por las Matrices Progresivas de Raven.

El análisis en varios subtests de Wechsler y las Matrices Progresivas de Raven para los Estados Unidos puede ser de ayuda para entender qué implican en el mundo real las ganancias de CI.

[3.5.1] Las Matrices Progresivas de Raven.

Las grandes ganancias en el desempeño en el test de Raven - casi 2 *DE* en el período que va de 1947 a 2002- indican que el razonamiento sobre las abstracciones ha mejorado en un sentido muy real. Las elevadas ganancias para el test de Raven vuelven inverosímil la afirmación de que el test está “libre de cultura”.

[3.5.2] Similitudes. Las grandes ganancias en el subtest de similitudes implican que las habilidades para clasificar (los perros son similares a los buhos porque ambos son animales) se han incrementado. Esto parece ser de ayuda para el razonamiento científico y para la preparación para la educación terciaria.

[3.5.3] Subtests de desempeño. Estos subtests, por ejemplo, la creación de una representación en tres dimensiones de un dibujo bidimensional, que requieren operar sobre un estímulo por medio de la manipulación o detección de diferencias, han mostrado grandes mejoras. Estas ganancias son más difíciles de interpretar. Ciertamente, las ganancias en el subtests de Diseño con Bloques indican que ha habido una habilidad reforzada para resolver problemas en el momento que requieren más que la mera aplicación de reglas aprendidas.

[3.5.4] Comprensión. Desde 1947, los adultos han ganado el equivalente a casi 14 puntos de CI y los niños han ganado 11 puntos ($DE=15$) en el subtest de Comprensión. Este subtest mide la habilidad de comprender cómo se organiza el mundo concreto (ej., porque las calles están numeradas siguiendo una secuencia, porque los doctores continúan su educación). Estos aumentos representan una ganancia real en la capacidad para entender el mundo en el que uno vive.

[3.5.5] Información. Ha habido aumentos para el subtest de Información de más de 8 puntos para los adultos, aunque solo 2 puntos para los niños. Parece posible que la ganancia en los adultos refleje la influencia de la expansión de la educación terciaria.

[3.5.6] Vocabulario. El vocabulario en adultos ha aumentado por más de 1 *DE*, pero en los niños ha aumentado solo trivialmente (Flynn, 2010). La ganancia para los adultos es probable que refleje la influencia del aumento de la educación terciaria y el desarrollo de roles laborales más demandantes cognitivamente.

[3.5.7] Aritmética. Ha habido ganancias muy pequeñas para Aritmética tanto para adultos como para niños. Tal vez esto sea porque la educación en décadas recientes no ha aumentado el énfasis en esas habilidades.

La obsolescencia de las normas de los tests de CI tiene una consecuencia importante en el mundo real. Alguien que tomó un test obsoleto puede haber obtenido un CI de 74, mientras que su CI medido con un test más reciente sería 69. Dado que 70 es el punto de corte para la inmunidad contra la pena de muerte en los Estados Unidos, los tests obsoletos han literalmente costado vidas (Flynn, 2009b).

[4] La Biología de la Inteligencia

Tal como había sido adelantado por el artículo de Neisser et al. (1996), pueden observarse grandes avances en las investigaciones sobre las imágenes cerebrales, dando cuenta de un gran número de investigaciones que correlacionaban el cerebro con la inteligencia, incluyendo resonancias magnéticas de la estructura y del funcionamiento cerebral, así como tomografías de emisión de positrones.

[4.1] Relación entre CI y Estructuras y Funciones Cerebrales

Uno de los claros hallazgos de las investigaciones sobre el cerebro en la última década, tanto en la investigación por imágenes como en la clínica neuropsicológica, ha sido la confirmación de la asociación entre la actividad de la corteza prefrontal (CPF) y el rendimiento en tareas de razonamiento fluido y de funciones ejecutivas y memoria de trabajo. Quizás, los estudios más convincentes respecto de la asociación entre la CPF y el razonamiento fluido y visoespacial sean aquellos que indican un profundo deterioro en actividades de razonamiento como el Test de Matrices Progresivas de Raven y el Test de Idoneidad con la Cultura de Cattell en individuos con deterioro en la CPF (Duncan, Burgess, & Emslie, 1995; Waltz et al., 1999). Un resultado importante de estos estudios es que otros aspectos de las habilidades mentales - a saber, habilidades aprendidas culturalmente como el conocimiento sobre el vocabulario que suele agruparse con la inteligencia cristalizada o g (C)- no parecen estar afectados cuando hay daño en la CPF (Waltz et al., 1999). Efectivamente, individuos funcionales con una inteligencia cristalizada estándar pueden funcionar fluidamente tanto como 2 *DE* por debajo de la media (Blair, 2006).

Estos estudios sugieren que la CPF es necesaria para solucionar tareas de razonamiento visoespacial en que la información es no semántica y novedosa pero que la CPF está menos involucrada en tareas que requieran habilidades cristalizadas. Confirmando la distinción que pudo realizarse en los estudios clínicos entre áreas cerebrales importantes para $g(F)$ y otras que son importantes para $g(C)$, un gran número de estudios en neuroimágenes han demostrado que el rendimiento en las tareas de razonamiento fluido en el Test de Matrices Progresivas de Raven, tales como la memoria de trabajo y las funciones ejecutivas dependen de circuitos neuronales de la CPF que se extienden hacia el neo-cortex - incluyendo los lóbulos temporal, occipital y parietal superior, así como las regiones subcorticales, particularmente el Cuerpo Estriado (Duncan et al., 2000; Gray, Chabris, & Braver, 2003; Jung & Haier, 2007; Olesen, Westerberg, & Klingberg, 2004). La consistencia de los estudios en la asociación entre áreas cerebrales y el razonamiento, sin embargo, es limitada. Los patrones de activación en respuesta a tareas de razonamiento fluido son diversos y la activación de ciertas áreas del cerebro en respuesta a tareas de razonamiento ostensiblemente similares (inductivo, deductivo) parecen estar fuertemente asociadas al contenido y contexto de las actividades. La evidencia no es consistente con la idea de un sustrato neuronal unitario del razonamiento (Goel, 2007; Kroger, Nystrom, Cohen, & Johnson-Laird, 2008).

Del mismo modo, los estudios de imágenes funcionales y estructurales indican que las regiones cerebrales asociadas a aspectos de la inteligencia cristalizada, tales como las

habilidades verbales, están ubicadas en el área frontal y posterior del lóbulo temporal y parietal, y que, como sucede con el razonamiento fluido, están asociadas al contenido de las tareas realizadas (Sowell et al., 2004). Si bien se han identificado áreas comunes del cerebro para habilidades fluidas y cristalizadas (Colom & Jung, 2004), parece haber una limitada similitud entre los estudios sobre el sustrato neuronal de *g*. Por ejemplo, la comparación directa entre correlatos estructurales de *g* derivado de dos baterías de tests revela una correspondencia limitada en la identificación de regiones cerebrales (Haier, Colom, et al., 2009).

A pesar que la evidencia para una base neuronal básica para la inteligencia sea diversa, el problema investigado no tiene que ver con la identificación de las regiones cerebrales relevantes sino en cómo se usan las áreas cerebrales que forman las bases neuronales básicas de la inteligencia emparentadas con tareas mentales (Haier, Karama, Leyba, & Jung, 2009). Esta posibilidad es sugerida por la revisión de 37 estudios estructurales y funcionales de neuroimágenes en “tests de razonamiento e inteligencia” de Jung y Haier (2007), en la que proponen una teoría de integración parieto-frontal de la inteligencia (TIP-F) basada en la identificación de actividad en toda la región parietal y frontal, así como en áreas específicas de los lóbulos temporal y occipital en la mayoría de los estudios revisados. Sin embargo, los autores, así como gran parte de los comentaristas de la teoría, notaron una considerable heterogeneidad en los hallazgos de los estudios relevados en ese trabajo. Una pequeña parte de los estudios sugirieron la implicación de diversas áreas cerebrales, mientras que más del 50% de los estudios pudieron identificar áreas específicas (Colom, 2007).

En líneas generales, la conclusión parece ser que hay una gran heterogeneidad en los hallazgos de los estudios de imágenes que examinan las bases funcionales y estructurales de la inteligencia. Un área de estudios promisorios respecto de las bases neurales de la inteligencia es la de mapeo de las variaciones individuales en las funciones y estructura cerebrales en relación con las variaciones individuales en los resultados de los tests. Un objetivo importante para estos estudios será la determinación de cuánto de la información sobre la estructura y funciones del cerebro puede ser usada para estimar, apropiadamente, el nivel de habilidad mental general de un individuo (Colom, Karama, Jung, & Haier, 2010).

Los estudios con gemelos sobre la heredabilidad de materia blanca y gris del cerebro y la inteligencia, pueden ser una indicación adicional de los límites potenciales de identificar la estructura y las funciones cerebrales y la inteligencia general. Si bien las muestras de estos estudios son muy acotadas ($N < 25$), imágenes cerebrales de individuos que tienen diversos grados de parentesco (gemelos idénticos, mellizos y sujetos no emparentados) han demostrado que las variaciones en las áreas y estructuras del cerebro son, como las habilidades cognitivas, sustancialmente heredables (Chiang et al., 2009; Hulshoff Pol et al., 2006; Thompson et al., 2001; Toga & Thompson, 2005; van Leeuwen et al., 2009). La materia gris en la corteza frontal, parietal y occipital en gemelos es, así como en casi todos los aspectos morfológicos de estos sujetos, esencialmente idéntica (con una correlación de $> 0,95$). En mellizos, sin embargo, se observa una menor similitud, aunque esta siga siendo alta, en la materia gris de las áreas parietales-occipitales de la corteza, así como en el área frontal, asociada al lenguaje. Tal como sucede con la materia gris, respecto de la materia blanca, la similitud es (relativamente) alta entre monocigóticos ($r = 0,45 - 0,80$), mientras que ciertas áreas, particularmente las frontal y parietal no presentan correlación ($r = 0,01 - 0,19$) (Chiang et al., 2009).

Si bien los estudios de neuroimágenes permitieron establecer un alto grado de heredabilidad de la estructura cerebral, la correlación entre el volumen del cerebro y el CI en estudios de gemelos es moderada, así como en todos los estudios sobre la correlación entre CI y la estructura del cerebro que se ubican alrededor del 0,33 (McDaniel, 2005). Sin embargo, no queda claro si la relación entre el tamaño del cerebro y el CI es casual. Hay evidencia conflictiva sobre si existe una correlación entre el tamaño de cerebros de hermanos y el CI. Un estudio de Jensen (1994) encontró una correlación de 0,32 entre la circunferencia de la cabeza y g en una pequeña muestra de gemelos idénticos y una correlación de 0,31 en mellizos. Sin embargo, gran cantidad de estudios no encontraron ninguna relación o una muy débil en estudios entre hermanos. Jensen & Johnson (1994) encontraron una correlación de -0,06 entre la circunferencia de la cabeza entre hermanos de 4 años y una correlación de 0,11 de hermanos a los 7 años, pero incluso la débil relación a esta edad se basa en ajustar el tamaño de la cabeza por peso y altura, y la verdad es que no se sabe si ese ajuste es el apropiado para esas variables. Un pequeño estudio de casos encontró una correlación de 0,15 entre el volumen del cerebro y el CI para hermanos (Gignac, Vernon, & Wickett, 2003), aunque otro estudio con un N mayor de casos encontró una correlación de -0,05 entre el volumen del cerebro y el principal componente de una batería de subtests de CI (Schoenemann, Budinger, Sarich, & Wang, 2000).

[4.2] Habilidades Cognitivas y Eficiencia Neuronal

Un hallazgo importante en las investigaciones de imágenes cerebrales en la última década es que los sujetos de grandes capacidades exhiben una mayor eficiencia a nivel neuronal. Esto quiere decir que sujetos con mayores habilidades son capaces de resolver problemas simples y de dificultad moderada más rápidamente y con menor actividad cortical, particularmente la actividad prefrontal, que sujetos con menores habilidades (Neubauer & Fink, 2009). Sin embargo, las relaciones entre la actividad neuronal y la inteligencia están asociadas a las dificultades en la tarea a la manera de una herradura. Por ejemplo, uno de los primeros estudios de neuroimágenes que examinaron la relación entre la inteligencia fluida y la actividad cerebral, encontró que los sujetos más inteligentes exhiben menor actividad total (medido a partir de valores de glucosa metabólica) cuando completaban ítems del Test de Matrices Progresivas de Raven (Haier et al., 1988). Sin embargo, cuando la dificultad de las tareas se emparejaba con el nivel de las habilidades, individuos con mayor $g(F)$ mostraron actividad cerebral mayor que individuos con menor $g(F)$ (Larson, Haier, LaCasse, & Hazen, 1995). Estudios posteriores con resonancia magnética confirmaron que sujetos con mayores habilidades son más eficientes resolviendo problemas a nivel neuronal y que a medida que la dificultad de las tareas aumenta, ellos muestran mayor actividad neuronal en la corteza prefrontal, mientras que sujetos con menor rendimiento, exhiben actividad decreciente (Callicott et al., 1999; Rypma et al., 2006).

La relación en forma de herradura entre la actividad neuronal y el CI ayuda a comprender los hallazgos de los estudios de neuroimágenes designados para identificar el correlato neuro-funcional de las diferencias individuales en la inteligencia. Por ejemplo, en un estudio de resonancia magnética ampliamente citado, la actividad neuronal en la corteza prefrontal y en la corteza parietal en respuesta a tareas de memoria de trabajo fue correlacionado con la inteligencia fluida medida con el Test de Matrices Progresivas de Raven (Gray et al., 2003). Esta correlación estaba presente, sin embargo, sólo en los ítems más difíciles de las tareas de memoria de trabajo, en las cuales la interferencia debido a elementos distractores era muy alta. Del mismo modo, un segundo estudio que utilizó el Test de Raven también encontró correlación entre la inteligencia y la activación en regiones

frontales y parietales en respuesta a ítems de razonamiento visoespacial relativamente complejos y simples. Las áreas mayormente asociadas a $g(F)$, fueron localizadas en la corteza parietal posterior bilateralmente, mas que en la corteza prefrontal (Lee et al., 2006). Estos hallazgos sugieren que incluso en problemas ostensiblemente dificultosos de resolver, sujetos con mayores habilidades son más efectivos al resolver razonamientos de estilo matricial a través de los sistemas de atención visoespacial de la corteza parietal posterior, que a partir de procesos de la memoria de trabajo que demandan mayor esfuerzo, asociados con la corteza prefrontal. A medida que las tareas se vuelven más difíciles, tal como sucede con las pruebas de memoria más complicadas mencionadas en el estudio de Gray et al. (2003), los sujetos con mayor rendimiento mostraban mayor actividad prefrontal que sujetos con menores habilidades.

Si bien se ha aprendido mucho acerca de las bases neuronales de las habilidades cognitivas a partir de la proliferación de los estudios de neuroimágenes, los resultados de tales estudios proveen un panorama fragmentado del sustrato neuronal de la inteligencia. Aún queda mucho por saber respecto de las bases neurológicas de habilidades cognitivas específicas que son importantes para el rendimiento en los tests de inteligencia. Sin embargo, pareciera que, como la gran mayoría de los aspectos de nuestra conducta, el rendimiento en los tests de inteligencia estaría determinado por múltiples factores y que un único sustrato neuronal que se active con la inteligencia de maneras similares en diversos sujetos, no parece ser posible de encontrar.

[4.3] Diferenciación de $g(F)$ y $g(C)$

En cualquier caso, las investigaciones a la fecha dejan claro que $g(F)$ y $g(C)$ son un conjunto de habilidades diferentes, relacionadas con distintas áreas del cerebro: $g(F)$ parece estar mediada sustancialmente por la corteza prefrontal, mientras que $g(C)$ no lo está. En vista de los siguientes hechos, presentados en su mayoría por Blair (2006), esto no resulta sorprendente: (a) $g(F)$ declina con la edad mucho más rápido que $g(C)$. (b) La corteza prefrontal se deteriora con la edad más rápido que el resto de la corteza. (c) El daño severo en la corteza prefrontal está asociado con una marcada discapacidad en $g(F)$, aunque de modo muy menor o sin ningún tipo de discapacidad con $g(C)$. (d) Discapacidades severas de $g(C)$, tal como ocurre en el autismo, están asociadas normalmente con niveles cercanos a la normalidad o incluso superiores de $g(F)$. (e) En décadas recientes, las ganancias en las habilidades mentales han sido en un porcentaje mucho menor a habilidades cristalizadas (el equivalente a unos diez puntos del CI) que para habilidades fluidas (alrededor de 18 puntos), y han sido particularmente dramáticas para el rendimiento en el Test de Matrices Progresivas de Raven (28 puntos), que tradicionalmente ha sido caracterizado como la medida de g fluido puro (Flynn, 2007)¹⁵. (f) El entrenamiento en funciones ejecutivas tales como el control atencional y la memoria de trabajo pueden tener un marcado efecto en la inteligencia fluida tal como es medida por el Test de Matrices Progresivas de Raven, aunque no tendrían ningún efecto en la inteligencia cristalizada. (g) Cambios en $g(F)$ y en $g(C)$ en la adolescencia pueden ser sustanciales, y los mismos son independientes entre sí y están asociados con cambios en la materia gris de diversas partes del cerebro (Ramdsen et al, 2011). Es importante destacar que de los 35 investigadores que replicaron el artículo

¹⁵ Los países germano-parlantes parecen ser la excepción a la regla, en relación a otras sociedades cuyos logros han sido mayores en la inteligencia fluida que en la cristalizada (Pietschnig, Voracek, & Formann, 2010).

de Blair (2006) evidenciando que $g(F)$ y $g(C)$ eran constelaciones separadas de habilidades, sólo dos confrontaron esta visión y ninguno defendió la visión de g como un constructo psicológico unitario, sustentado por una red neuronal única. Ver también Hunt (2011).

Puede encontrarse una relación compleja entre el envejecimiento y el declinamiento relativo entre $g(f)$ y $g(C)$ (J. R. Flynn, 2009c). La inteligencia declina al envejecer, pero en individuos más brillantes, ¿lo hace más o menos? No poseemos datos longitudinales al respecto, pero información entrecruzada de las secciones del WAIS indican que parece haber un “impuesto a la brillantez” para la inteligencia fluida. Después de los 65 años, a mayor brillantez, mayor declina la inteligencia: mientras que aquellos sujetos que se encuentran en la media pierden unos 6,35 puntos extra ($DE=15$), comparados con aquellos 1 DE por debajo de la media, los individuos 1 DE por encima de la media pierden un extra de 6,20 puntos comparados con aquellos que se encuentran en la media. Aquellos con 2 DE por encima de la media pierden 3,40 puntos más que aquellos que tienen sólo 1 DE por encima. Los individuos considerados más brillantes, en lugar de aquellos que se encuentran por debajo del promedio, pagan una multa total de 16 puntos de CI. El reverso son las habilidades verbales, en las que se da un “bonus de brillantez” de 6,30 puntos.

[4.4] Causalidad Recíproca Entre Morfología Cerebral y Función Intelectual

Es importante reconocer que el vector causal entre el funcionamiento intelectual y la morfología del cerebro apunta a ambas direcciones. El ejercicio de ciertas tareas incrementa el tamaño de ciertas áreas del cerebro. El hipocampo media la navegación en el espacio tridimensional. Los taxistas londinenses tienen un hipocampo mayor -y creciente en relación con la cantidad de tiempo que trabajan (Maguire et al. 2000). De modo similar, el proceso de aprendizaje respecto de cómo hacer malabares en un periodo trimestral aumentó el tamaño de la materia gris en el área medio temporal y posterior derecha del surco intra-parietal (Draganski et al., 2004). El crecimiento de la extensión de la materia gris estructural correlacionó con la creciente habilidad para hacer malabares. Tres meses después de finalizar la actividad malabarística, el tamaño de esa expansión se redujo. Tres meses de jugar al Tetris, un juego visoespacial, dio como resultado un incremento del grosor de dos regiones corticales, así como cambios funcionales (aunque los cambios estructurales no fueron en las mismas áreas que los funcionales; Haier, Karama, et al., 2009).

[5] Diferencias Grupales en el CI

Dos tipos de diferencias en el CI han sido estudiados de manera exhaustiva: entre hombres y mujeres y entre negros y blancos (sobre todo en los Estados Unidos). Las diferencias entre Orientales y Occidentales han sido menos exploradas, mientras que las diferencias entre judíos y no-judíos han tenido un desarrollo aún menor. Expondremos diversas evidencias para estos tipos de grupos. Poco se conoce sobre el valor de CI de las poblaciones hispánicas e indo-americanas, más allá de que son más bajas que la población blanca estadounidense, y apenas más altas que la de población negra. Según mediciones de las Evaluaciones Nacionales de Progreso Educativo, las estimaciones de la brecha entre hispanos y blancos pasaron de tener dos tercios del tamaño de la brecha entre poblaciones negras y blancas en las pruebas de CI a sólo un poco menos que esa misma brecha en rendimiento académico.

[5.1] Diferencias sexuales en la Inteligencia

Los interrogantes sobre las diferencias entre los sexos en la inteligencia, se distinguen del resto de las diferencias grupales ya que hay ciertas diferencias biológicas fundamentales entre hombres y mujeres, más allá de las distintas prácticas de socialización o el hecho que vivan en ambientes compartidos o con el mismo SES. Sin embargo, tal como sucede respecto de las diferencias raciales, el tema genera grandes controversias ya que los resultados que aquí proveemos tienen implicancias políticas que incluyen cómo y a quienes educamos, contratamos y seleccionamos como líderes.

Algunos distritos escolares comenzaron a separar a niños y niñas basados en la creencia de que son tan diferentes intelectualmente que necesitan educación diferenciada, una creencia que se desprende de extrapolaciones que falsean los estudios sobre diferencias en la inteligencia. Una extensa revisión llevada a cabo por el Departamento de Educación de los Estados Unidos (Mael, Alonso, Gibson, Rogers, & Smith, 2005) encontró que la mayor parte de los estudios comparativos entre la coeducación y la educación diferenciada no mostraron diferencias u obtuvieron resultados heterogéneos. Otras revisiones mostraron consecuencias negativas de la educación diferenciada por sexos, incluyendo una mayor estereotipia en los roles de género, lo que podría ser perjudicial tanto para los varones como las niñas (Halpern et al., 2011; Karpiak, Buchanan, Hosey, & Smith, 2007). Tal como se muestra a continuación, se encuentran áreas cognitivas que presentan diferencias promedio entre los sexos, pero los datos de las investigaciones sobre la inteligencia y las habilidades cognitivas indican que el aprendizaje en ambientes diferenciados entre varones y mujeres no es recomendable.

[5.1.1] Habilidades verbales, visoespaciales y cuantitativas

Jensen (1998) planteó la cuestión respecto de las diferencias de la inteligencia entre hombres y mujeres a partir del análisis de tests que “correlacionan fuertemente con g ” pero que no fueron normativizados para eliminar las diferencias entre los sexos. Llegó a la conclusión que “no había evidencia para sostener diferencias en el nivel principal de g o en la variabilidad de g ... En promedio, los hombres sobresalen en algunos factores; las mujeres en otros” (Jensen, 1998, pp. 531-532). Las conclusiones de Jensen que no existían diferencias generales entre hombres y mujeres fueron corroboradas por otros investigadores que llevaron a cabo las mediciones con una batería de 42 tests de habilidades mentales (Johnson & Bouchard, 2007). Encontraron que la mayoría de las técnicas no mostraron diferencias significativas respecto del sexo. Sin embargo, pueden encontrarse una gran cantidad de tests en que hubo una diferencia igual o mayor a 0,5 *DE*. Estas diferencias incluyen un mejor rendimiento en mujeres en habilidades verbales tales como la fluidez y las capacidades mnemónicas, mientras que los hombres les aventajaban en habilidades visoespaciales como la rotación de objetos. Estos investigadores recomendaron que la división entre inteligencia fluida y cristalizada se reemplazara por un modelo que dividiese a la inteligencia en habilidades verbales, perceptivas y de rotación visoespacial. Si se utiliza ese modelo, las mujeres eran mejores en tareas verbales y perceptuales mientras que los hombres lo eran en tareas visoespaciales.

Los resultados diferenciales para los varones en tareas de rotación mental, es decir la habilidad de imaginar cómo luce un objeto al ser rotado, pueden encontrarse en niños de hasta 3 meses de edad (Quinn & Liben, 2008). Si bien esta diferencia temprana parece redundar en una base biológica para explicar esta diferencia, también pueden encontrarse evidencias de la importancia del aprendizaje sociocultural. Por ejemplo, cuando estudiantes universitarios fueron entrenados con juegos de computación que requerían la utilización de visualización espacial, pudo reducirse la brecha entre hombres y mujeres, aunque no llegó a ser eliminada (Feng, Spence, & Pratt, 2007). Del mismo modo, cuando estudiantes

universitarios fueron reconocidos con estereotipos positivos (“Soy un estudiante de una universidad selectiva”) antes de llevar a cabo tareas de rotación de objetos, las diferencias de género fueron casi eliminadas. Cuando se insistió sobre el género antes de la prueba, la brecha entre hombres y mujeres se amplió (McGlone & Aronson, 2006).

Las dificultades lingüísticas asociadas con el tartamudeo, la dislexia y el autismo tienen una mayor prevalencia en hombres que en mujeres (Wallentin, 2009). Hay una gran ventaja femenina respecto de las habilidades de lectura a nivel internacional en el Estudio de Progreso de la Lectura Internacional, cuando se encuentran el 4to grado de la primaria, y a los 15 años en los 25 países que participaron del estudio en 2003 y en 38 de los 40 países que participaron en 2006 -con diferencias no significativas entre los sexos en los restantes dos países (Mullis, Martin, Gonzalez & Kennedy, 2003). También pueden encontrarse resultados que favorecen a las chicas en logros de escritura, con “resultados de chicas de 8vo grado... comparables con los de chicos en 11vo grado” (Bae, Choy, Geddes, Sable & Snyder, 2000, p.18).

Por el contrario, las diferencias significativas en tests cuantitativos suelen ser muy escasas o inexistentes cuando se miden con tests estandarizados que se ocupan del contenido matemático que se trabaja en la escuela (Hyde, Lindberg, Lilnn, Ellis, & Williams, 2008). En promedio, los muchachos que toman el SAT han puntuado 1/3 *DE* por sobre las muchachas en los últimos 25 años (College Board, 2004; Halpern et al., 2007), pero esos valores pueden ser engañosos ya que muchísimas más chicas que chicos toman el SAT (Hyde et al., 2008).¹⁶

Pueden encontrarse una mayor cantidad de varones con retraso mental (i.e. CI menor a 70) que mujeres, lo que sugiere alguna conexión de locus genético para las distintas categorías de retraso mental. Una revisión de literatura especializada, planteó una tasa de 3,6:1 a lo largo de las distintas categorías de retraso mental (Volkmar & Sparrow, 1993). Los varones presentan mayores variaciones en los resultados de test de habilidades cuantitativas, lo que da como resultado una presencia mayor de los mismos en los extremos del gráfico de distribución. El exceso de varones entre los puntajes más altos, implicó un gran impacto en los medios de comunicación hace 3 décadas cuando se encontró una tasa de 12:1 de puntajes mayores a 700 en las pruebas matemáticas del SAT en muestras de adolescentes altamente cualificados (Benbow & Stanley, 1983). Sin embargo, estudios recientes colocan la brecha entre 4:1 y 3:1, una disminución muy significativa que puede

¹⁶ El Estado de Illinois [en Estados Unidos] establece como un requerimiento que todos los estudiantes que ingresan a la escuela secundaria tomen el ACT, que es una prueba estandarizada que se utiliza para tomar decisiones respecto del ingreso a la universidad. A diferencia del SAT, su contenido es mucho más próximo a los aprendizajes escolares. Datos del 2009 muestran que el 52% eran mujeres así que incluso con la obligación de tomar el test en Illinois, la mayoría sigue siendo de mujeres. Hay 4 puntajes separados entre sí, y las chicas puntuaron apenas mejor en Inglés [Lengua Materna] y en Lectura, mientras que los chicos lo hicieron mejor en Matemáticas y Ciencias Naturales. Aunque los resultados se dirijan hacia la misma dirección que en el SAT, los efectos secundarios son mínimos. El ACT también permite medir qué estudiantes estarían preparados para realizar tareas de nivel preuniversitario en diferentes materias. Los resultados en Illinois fueron los siguientes: en Inglés, 64% para varones y 68% para mujeres, en Matemáticas, 44% para varones y 37% para mujeres, 48% para ambos en Lectura y 30% para varones y 19% para mujeres en Ciencias Naturales. El Estado de Colorado también establece el mismo criterio de evaluación para alumnos de la secundaria. Al igual que en Illinois, las muchachas aventajaban a los varones en pruebas de lectura y de Inglés y los varones tenían mejores resultados en Matemáticas, pero por una escasa diferencia ($d =$ aproximadamente 0,1); no se encontraron diferencias en Ciencias Naturales. Por lo tanto, las orientaciones de las diferencias de rendimiento entre los sexos son similares, aunque sean en una escala menor que en el SAT, que incluye una población más vasta de mujeres que de hombres.

explicarse a partir de la cantidad y el nivel de los cursos de Matemáticas que toman las mujeres (Wai, Cacchio, Putallaz, & Makel, 2010).

El test de Matrices Progresivas de Raven es considerada la mejor técnica para la medición de la inteligencia fluida. Lynn & Irving (2004) indicaron que los hombres comienzan a mostrar una ventaja significativa a los 15 años de edad. Flynn y Rossi-Casé (2011) analizaron recientemente una muestra amplia de 5 países avanzados. Demostraron que las mujeres igualaban el rendimiento de los varones en la infancia y en la madurez. Las muestras que mostraban un déficit en las mujeres estaban basadas en que mayor cantidad de varones abandona el colegio secundario respecto de la cantidad de mujeres; o que, en promedio, el CI de las ingresantes a la universidad es menor que en los varones. Israel es una excepción aleccionadora: El pequeño déficit en mujeres se debe enteramente al bajo puntaje de las mujeres judío-ortodoxas, quienes se excluyen del mundo moderno.

[5.1.2] Causas de las diferencias entre los sexos en Inteligencia

Los psicólogos evolucionistas plantean que las respuestas respecto del porqué de las diferencias entre los sexos se deben a la división de tareas de las sociedades de cazadores-recolectores. Por ejemplo, el poder imaginar cómo luce un objeto desde diferentes ángulos (rotación espacial) puede ser más útil para un cazador que para un recolector, y los hombres son quienes han ocupado este primer rol en las sociedades primitivas. Aunque reconozcamos la importancia de los procesos evolutivos en la actualidad, las Matemáticas y la Escritura moderna no tuvieron su contraparte en las primeras sociedades humanas, y la naturaleza cambiante de las diferencias entre los sexos en muchas de las tareas intelectuales en el último siglo no pueden ser explicadas, necesariamente, a través de referencias directas a nuestra filogénesis.

Debido a la complejidad de las influencias sobre el desarrollo intelectual, sostenemos un modelo bio-psico-social que reconoce las mutuas influencias de los efectos tanto biológicos como psicológicos. Considérese, por ejemplo, las diferencias entre los sexos en el cerebro humano. En líneas generales, los cerebros de los hombres y de las mujeres son similares en organización y estructura, pero un detallado estudio nos muestra que la mayoría de las áreas son sexualmente dimórficas (Giedd, Castellanos, Rajapakse, Vaituzis, & Rapoport, 1997). El cerebro de los hombres es, en promedio, entre un 8% y un 14 % más grande que el de las mujeres, una diferencia comparable con la diferencia entre los sexos en otros órganos del cuerpo humano como el corazón (Sarikouch et al., 2010) o el hígado (I. M. Schmidt, Molgaard, Main, & Michaelsen, 2001). El tamaño total del cerebro, probablemente no implique diferencias en aspectos referidos a la inteligencia ya que no todas las áreas cerebrales tienen la misma importancia para el funcionamiento cognitivo. En líneas generales, las mujeres tienen mayor cantidad de materia gris (cuerpos neuronales y dendritas), los hombres tienen mayor materia blanca en distintas partes del cerebro (Eliot, 2011) y diferentes patrones de materia gris y materia blanca correlacionan con la inteligencia para varones y mujeres (Haier, Jung, Yeo, Head, & Alkire, 2005). Haier y sus colegas (2005) concluyeron que “hombres y mujeres alcanzan resultados similares en pruebas de CI con diferentes áreas cerebrales, lo que sugiere que no hay una única estructura neuroanatómica que sostenga la inteligencia y que diferentes tipos de diseño cerebral pueden manifestar un rendimiento intelectual semejante (p. 320).

Las hormonas esteroides también cumplen un papel en las habilidades intelectuales. Las hormonas prenatales son fundamentales para el desarrollo del cerebro en condiciones normales. Tal como lo ha señalado Neisser et al. (1996), tanto las hormonas prenatales como las postnatales influyen en la conducta, incluida la cognición en direcciones femeninas o masculinas.

Las hormonas sexuales tienen efectos en la cognición a lo largo de la vida, teniendo en cuenta que muchos estudios muestran que un alto nivel de estrógenos mejora ligeramente algunas funciones, particularmente la memoria verbal en mujeres mayores, mientras que la baja testosterona se asocia de modo muy lábil con una mayor fluidez verbal en hombres mayores (Wolf & Kirschbaum, 2002).

En general, los efectos de los esteroides sexuales en la inteligencia son menores e inconsistentes (Luine 2008) ya que las hormonas interactúan de modos complejos que pueden enaltecer o disminuir las habilidades cognitivas. Contrario lo esperable la Iniciativa de Salud de las Mujeres, un estudio de control aleatorio sobre terapias de reemplazo hormonal, encontró que la demencia tenía una tasa de incidencia levemente mayor para mujeres que tomaban suplementos hormonales; sin embargo, muchos investigadores marcaron graves inconsistencias en el estudio, incluyendo el hecho de que las mujeres que estaban en el grupo que tomaba hormonas, eran más ancianas, tenían un mayor peso, y eran menos solícitas que aquellas en el grupo control. La teoría más aceptada es que habría un periodo crítico (cerca de la menopausia) en que la terapia hormonal sería beneficiosa para la memoria de trabajo y la memoria verbal en mujeres (Luine, 2008). Hay muchos menos estudios sobre los efectos de los esteroides sexuales en la cognición de los varones, y tal como sucede en la literatura científica respecto de las mujeres, los resultados muestran que los efectos hormonales son inconsistentes y generalmente muy débiles para los hombres. En una reseña, Janowsky, Chavez & Orwol (2000) concluyeron que los hombres con mayor concentración de testosterona, poseían una mejor memoria de trabajo, pero estas conclusiones son tentativas y pueden cambiar a medida que podamos tener un mejor conocimiento sobre el efecto acumulativo de las hormonas sexuales en la inteligencia.

Lejos estamos de entender la intrincada interacción entre hormonas, estructuras cerebrales e inteligencia. Es aún un área de vacancia en las investigaciones y podemos esperar importantes hallazgos en el futuro cercano.

[5.2] Diferencias entre blancos y negros en el CI

Respecto de la diferencia entre blancos y negros en el CI, que en ese momento era de 15 puntos, Neisser et al. (1996) plantearon que “no hay mucha evidencia sobre el tema, pero la que efectivamente existe no permite suponer una diferencia genética.” Aún hoy, esa conclusión es válida: no ha habido nueva evidencia directa sobre el tema (ver Rushton & Jensen, 2005a, 2005b, Gottfredson, 2005, y Lynn & Vanhanen, 2002, para la visión que supone que las diferencias de CI en poblaciones blancas y negras se debe a cuestiones eminentemente genéticas y que existe evidencia indirecta para sostenerlo a partir del análisis del tiempo de reacción o del tamaño cerebral. Ver Nisbett, 2005, 2009, para la visión que sostiene que evidencia directa permite afirmar que las diferencias raciales se deben enteramente a factores ambientales, y que la evidencia indirecta tiene poco valor). Nisbett (2009) sostiene que hay un gran monto de evidencia que sostiene que gran parte de la dotación genética “negra” en los Estados Unidos posee un amplio contenido de la dotación genética europea. Sostiene que la mayoría de las investigaciones indican un valor de CI similar en poblaciones negras con amplia dotación genética europea que para poblaciones son esa carga genética. Uno de esos estudios estaba disponible cuando se realizó la publicación de Neisser et al. (1996) pero los autores parecen no haberlo conocido en su momento: el estudio sobre adopciones realizado por Moore (1986). Ella investigó los valores de CI en niños negros y mulatos de un promedio de 8 ½ años de edad, adoptados por familias de clase media, tanto de procedencia negra o blanca. Los niños que tenían un origen mitad europeo tuvieron, prácticamente, el mismo CI que aquellos de procedencia

exclusivamente negra. Dicho esto, los genes de procedencia europea no constituían una ventaja para el grupo de niños analizado, negros y mulatos adoptados por familias de procedencia blanca, quienes tuvieron 13 puntos promedio más que aquellos que habían sido adoptados por familias negras, por lo que pueden encontrarse marcadas diferencias en los ambientes familiares de poblaciones negras y blancas que son relevantes para la socialización del CI; en efecto, las diferencias fueron lo suficientemente amplias como la brecha completa entre blancos y negros¹⁷.

[5.2.1] Tamaño del cerebro y CI

Las evidencias citadas por quienes apoyan la visión genética que han tenido mayor notoriedad son las que sostienen que como el tamaño del cerebro se relaciona con el CI, tanto para poblaciones negras como blancas; y como el tamaño cerebral de los negros es menor que los blancos, el menor CI de los negros estaría determinado de manera genética a partir del tamaño del cerebro. Tal como fue aclarado anteriormente, la correlación entre el tamaño del cerebro con el CI, y su mediación genética no está clara. Incluso, los estudios intra-grupales correlacionales no establecen que las correlaciones intergrupales tengan el mismo origen. Las diferencias de tamaño del cerebro entre hombres y mujeres son mucho mayores que las inter-raciales y, sin embargo, hombres y mujeres tiene el mismo CI en promedio. El tamaño del cerebro entre blancos y negros de embarazos llevados a término es el mismo (Ho, Roessmann, Hause, & Monroe, 1981), y es sabido que muchos factores postnatales que reducirían el tamaño del cerebro son más comunes en negros que en blancos (Bakalar, 2007; Ho et al., 1981; Ho, Roessmann, Straumfjord, & Monroe, 1980a, 1980b). Finalmente, el tamaño total del cerebro es una medida contundente de las diferencias cerebrales que, sin embargo, tienen un menor valor predictivo para el CI que medidas parciales, de regiones o áreas particulares como los valores relacionales entre materia gris y materia blanca. Es notable que, por ejemplo, a un nivel determinado de CI, los chinos tienen cortezas frontales más pequeñas que los norteamericanos (Chee, Zheng, Goh, & Park, 2011), aunque el tamaño total del cerebro puede ser mayor que al de los norteamericanos (Rushton, 2010). Incluso con tamaños equivalentes entre chinos y norteamericanos, la corteza frontal es mayor en norteamericanos (Chee et al., 2011).

[5.2.3] Ganancias en la población negra

Dickens & Flynn (2006a) analizaron datos de nueve muestras estandarizadas pertenecientes a cuatro grandes tests de habilidad cognitiva. Encontraron que la población negra creció 5,5 puntos de CI en comparación con la población blanca entre 1972 y 2002. La brecha entre ambos al medir *g* ha alcanzado casi el mismo grado, por 5,13 puntos.

La reducción de la brecha en las medidas de *g* ocurrió a pesar de que los valores de crecimiento de la población negra en los subtests no correlacionaban fuertemente con las subescalas correlacionables con *g* del Wechsler. Esto no sería sorprendente ya que los subtests que correlacionan con *g* en el Wechsler son muy similares. Si multiplicamos las ganancias de la población negra sobre los blancos por la correlación de los subtests con *g*, y luego tomamos el promedio de ese valor, la tendencia a la baja del CI al *g* es apenas pronunciada. Teniendo en cuenta que todos los tests miden directa o indirectamente *g*, la población negra no pudo haber acortado esa brecha sino es a partir de una ganancia en *g*. Si la población negra eliminara esa brecha, la brecha correspondiente a la medición de *g*

¹⁷ El único estudio consistente con la posibilidad que los genes europeos fuesen una ventaja para los niños adoptados fue una investigación de Scarr y colegas (Scarr & Weinberg, 1976; Weinberg, Scarr, & Waldman, 1992). Sin embargo, este estudio tuvo serias fallas, a sabiendas de los autores. El error más importante fue que los niños negros fueron adoptados mucho más tarde que el resto de los niños, teniendo en cuenta que la edad de la adopción está asociada muy negativamente con el CI.

debería reducirse grandemente. Pueden encontrarse evidencias en los estudios de Eyferth (1961), que comparó a niños ahijados por soldados estadounidenses negros y blancos en Alemania, luego de la Segunda Guerra Mundial. Sus resultados mostraron que los niños mulatos tuvieron el mismo rendimiento que los niños blancos no sólo en el CI sino en mediciones de g (J. R. Flynn, 2008).

Es importante resaltar que hay una baja muy pronunciada del CI de la población negra a medida que se avanza en edad. Niños negros de 4 años de edad están alrededor de 5 puntos por debajo de niños blancos de su misma edad, mientras que, a los 24 años, la brecha alcanza los 17 puntos. Tal como parece, esto sería una pérdida con la edad. Pero podría ser que muestras más jóvenes de niños negros (nacidos hace 5 años) hayan tenido historias de vida más favorables que otras muestras de niños de la misma población (nacidos hace 24 años). Si hay un efecto etario, puede ser tanto por causas ambientales (los ambientes de las poblaciones negras se vuelven peores con el tiempo respecto de las de poblaciones blancas) o por causas genéticas (los genes dictaminan que el crecimiento cognitivo de los negros es más lento que el de los blancos).

Las evidencias respecto de las ganancias de los negros sobre los blancos han sido puestas a prueba en relación con la selección de los estudios, el tamaño de estas ganancias y otras implicaciones. Los lectores pueden dirigirse a los intercambios entre Rushton & Jensen (2006) y Dickens & Flynn (2006b). una fuerte objeción de Rushton & Jensen fue que Dickens & Flynn tuvieron errores en el análisis de la muestra de estandarización del test Woodcock-Johnson III de CI. Murray (2006) hizo ese análisis y encontró ganancias similares al estudio de Dickens y Flynn en los otros tests pero en el de Woodcock-Johnson las ganancias fueron en un periodo anterior de tiempo que en el resto de los tests.

Un estudio reciente sostiene la hipótesis ambiental. Fagan & Holland (2007) analizaron diversas muestras poblacionales de negros y blancos y hallaron que mientras que los negros puntuaban sustancialmente bajo en conocimiento verbal respecto de los blancos, eran capaces de aprender nuevos conceptos y de realizar inferencias al igual que los blancos. Puede ser que el conocimiento se encuentra más influenciado por factores ambientales que el aprendizaje o el pensamiento inferencial. Esto parece contradecir el hallazgo que sostiene que la población negra tiene menor rendimiento que los blancos en tests que correlacionan con g como las Matrices Progresivas de Raven, y sería muy interesante su replicación.

[5.3] Amenaza del estereotipo.

Nuestro conocimiento de las diferencias en las habilidades intelectuales se encuentra distante de la vasta literatura sobre las reacciones psicológicas a la estereotipia negativa. Steele & Aronson (1995) plantearon que cuando quienes son evaluados conocen estereotipos de amplia difusión que impugnan la inteligencia de ciertos grupos (por ejemplo, “Los negros son estúpidos”, “Las mujeres no entienden Matemáticas”), suelen experimentar la amenaza de la sub-evaluación, por si mismos, por los otros o por ambos. La ansiedad y la tensión resultantes pueden impedir el correcto funcionamiento de tareas ejecutivas en tareas complejas como son los tests estandarizados de aptitudes. Steele y Aronson llaman a esta respuesta como *amenaza del estereotipo* y demostraron, a partir de una serie de experimentos, que los sujetos de población negra que eran evaluados, tenían un puntaje mucho mejor -a veces muchísimo mejor- en tests intelectuales cuando el test era presentado de un modo en que minimizaba su función evaluadora, o que minimizaba la cuestión racial. Desde su publicación en 1995, se publicaron más de 200 replicaciones,

extendiendo sus hallazgos hacia las mujeres y sus habilidades matemáticas, los latinos y su desempeño verbal, adultos mayores y habilidades de la memoria a corto plazo, estudiantes con pobre desempeño y sus habilidades verbales, así como una serie de dominios no académicos. Ver Steele, Spencer & Aronson (2002) y Aronson & McGlone (2009) para revisiones de estos estudios.

Dos meta-análisis recientes de Walton & Spencer (2009), que incluye datos de hasta 19.000 estudiantes, indicaron que la amenaza del estereotipo puede implicar subestimar las habilidades reales de los estudiantes que pueden ser foco de este estereotipo (Walton & Spencer, 2009). Su análisis sugiere una baja de alrededor de 0,2 *DE*, desde una perspectiva conservadora, sobre la evaluación de las matemáticas en mujeres y del rendimiento verbal en población negra. En algunas evaluaciones individuales, sin embargo, la disminución llegó a casi 1 *DE*.

La formulación del concepto de *amenaza del estereotipo* llevó a realizar una variedad de intervenciones educativas en escuelas y en universidades que permitieron aumentar el rendimiento de estudiantes negros (ej. Aronson, Fried, & Good, 2002; G. L. Cohen, Garcia, Apfel, & Master, 2006) y de las mujeres en matemáticas (Blackwell, Trzesniewski, & Dweck, 2007; Good, Aronson, & Inzlicht, 2003). Los estudios sugieren que la *amenaza del estereotipo* suprime logros concretos en el mundo real. Algunas intervenciones, que parecen ser pequeñas en la superficie, tienen grandes efectos en la ganancia de logros académicos. Por ejemplo, simples esfuerzos por persuadir a estudiantes pertenecientes a minorías que su inteligencia está bajo su control, en gran medida, tiene efectos no triviales en su rendimiento académico (Aronson et al., 2002; Blackwell et al., 2007).

Una crítica del estudio de Steele-Aronson realizada por Sackett, Hardison y Cullen (2004) sugiere ser cauteloso al atribuir las diferencias entre negros y blancos a la amenaza del estereotipo. Brevemente, el diseño y análisis de estudios dejará los hallazgos libres a una interpretación alternativa, concretamente, que inducir la amenaza de estereotipo en el laboratorio sólo amplía la brecha entre negros y blancos, aunque la reducción de la amenaza de estereotipo, sigue dejando intacta la brecha preexistente. De hecho, es una posibilidad. Sin embargo, si la amenaza de estereotipo no tuviese ningún impacto en las puntuaciones de los tests, sería difícil explicar por qué las intervenciones educativas especialmente diseñadas para disminuirla tienen un impacto tan importante en la disminución de las brechas en tests de logro o de actividades del mundo real. Empero, el peso de la evidencia sugiere que la amenaza de estereotipo tiene impacto en algunas diferencias entre blancos y negros, en algunas circunstancias particulares. Por lo menos, estos efectos deberían poner una mínima pausa para aquellos que interpretan las diferencias grupales en los puntajes de los tests de inteligencia y de posible logro académico.

[5.4] Diferencias entre blancos y asiáticos en el CI.

Los logros académicos y el alto perfil ocupacional de chinos y japoneses en Estados Unidos inspiraron especulaciones sobre su superioridad genética (Lynn, 1987; Rushton, 1995; Weyl, 1969). Flynn (1991) analizó los datos del Reporte Coleman para los graduados de la escuela secundaria de 1966. La amplia y representativa muestra, incluía un número sustancial de asiático-americanos. Los asiático-americanos tenían el mismo CI que los blancos (incluso apenas menor) aunque puntuaron un tercio de *DE* por sobre la población blanca en el SAT. Los puntajes del SAT, pueden reflejar diferencias motivacionales -por ejemplo, tomar más o mejores cursos de matemáticas- en un mayor grado que los tests de

CI. Es destacable que los chinos-americanos en las clases de 1966 fueron profesionales, tuvieron puestos manageriales o de tipo técnico en un 62% más que los blancos. Estos resultados dan la imagen que los asiáticos capitalizan mucho mejor las habilidades intelectuales de cierto nivel que los europeo-americanos.

Las diferencias de logro entre asiáticos y blancos no son difíciles de entender en términos culturales. Los asiáticos del este provienen de culturas basadas en las ideas de Confucio. Una creencia muy extendida es que la inteligencia es, primariamente, el resultado de un gran esfuerzo (Chen & Stevenson, 1995; Choi & Markus, 1998; Choi, Nisbett, & Norenzayan, 1999; Heine et al., 2001; Stevenson et al., 1990). Durante cientos de años, un aldeano muy pobre podía convertirse en el magistrado más importante de su zona a partir del esfuerzo y el estudio. Las familias de base confuciana ejercen una mayor influencia sobre sus hijos que la mayoría de las familias de cultura europea (Fiske, Kitayama, Markus, & Nisbett, 1998; Markus & Kitayama, 1991). Ellos pueden demandarles a sus hijos un nivel de excelencia en el rendimiento educativo, así como preparación para carreras de gran status, esperando que ellos intenten cumplirlo. La situación ha cambiado desde la aprobación de las leyes migratorias a fines de los 1960's que fomentaban la inmigración de trabajadores especializados. Estos cambios implicaron un masivo ingreso de gente talentosa proveniente del Este y del Sur de Asia. Ellos aportaron un capital educativo y cultural muy importante e indudablemente alguna ventaja genética a la población norteamericana general.

[5.5] Diferencias entre judíos y no-judíos en el CI.

Hay poca evidencia sólida respecto de los niveles de CI para judíos ashkenazi (hay aún menor evidencia sobre judíos sefaradíes, y en el resto del siguiente apartado, "judíos" representará a los "judíos ashkenazi de ascendencia Europea"). El CI de los judíos han variado entre 7 a 15 puntos por sobre blancos no-judíos en Estados Unidos y Gran Bretaña (Flynn, 1991; Lynn, 2004, 2006). Sin embargo, todas las investigaciones disponibles están basadas en muestreos de conveniencia.

No queda claro a qué debe atribuirse la habilidad intelectual superior, popularmente atribuida a los judíos a partir de (débiles) pruebas empíricas. Es posible atribuirlo a posibles factores culturales, así como hay múltiples teorías enfocadas en el factor genético. Una teoría genética parece tener mayor sustento que otras: la teoría de los "esfingolípidos" de Cochran, Hardy, & Harpending (2005). Cochran et al., notaron que los judíos están sujetos a ciertas condiciones genéticas particulares que involucran un exceso de esfingolípidos -la sustancia que forma parte de la cubierta exterior insular de las neuronas que permiten la transmisión de señales eléctricas y que estimulan el crecimiento de las dendritas. Estas afecciones incluyen la enfermedad de Tay-Sachs, la enfermedad de Niemann-Pick o la enfermedad de Gaucher. La presencia de tantos esfingolípidos es fatal o, al menos, en enfermedades graves que pueden generar problemas reproductivos. ¿Por qué la selección natural no eliminó estas enfermedades? Cochran et al. hicieron una analogía con la anemia falciforme. El gen de la anemia falciforme enferma a quienes tienen dos copias del mismo (uno por cada progenitor). Pero aquellos con sólo una copia del gen están protegidos ante la malaria. Cochran et al. plantearon que como los judíos fueron segregados a actividades financieras o económicas desde su arribo a Europa en el siglo VIII D.C., la inteligencia se constituyó como una ventaja reproductiva para ellos más que para otras poblaciones. La mayor evidencia de la teoría de los esfingolípidos es que la probabilidad de que los judíos con la enfermedad de Gaucher trabajen en ocupaciones que demandan un CI extremadamente alto es mayor que para otros judíos. No pueden encontrarse evidencias

directas sobre la asociación de los genes de estas enfermedades y la inteligencia por lo que la teoría continúa siendo una sugerencia interesante.

Es importante notar que incluso en las estimaciones más altas respecto del CI de los judíos, sus logros exceden ampliamente las posibilidades predictivas, tomando como base únicamente al CI. Nisbett (2009) planteó que la cantidad de judíos en la Liga Ivy, profesores en universidades de *élite*, secretarios de la Suprema Corte de Justicia, ganadores del Premio Nobel, es mayor de lo que uno esperaría teniendo en cuenta que los judíos tienen un CI promedio de 115. El autor también constató que, más allá de lo importante que sean los logros de los judíos, la diferencia en los logros respecto de los no-judíos es menos extrema que entre otros grupos en muchas otras comparaciones que no pueden ser explicadas por motivos estrictamente genéticos, tales como los logros de los Italianos respecto de los Ingleses en el siglo XV, los de los Ingleses respecto de los Italianos en el siglo XVIII, el de los Árabes respecto de los Europeos en el siglo VIII, el de los Europeos respecto de los Árabes después del siglo XIV, el de los Norteamericanos de Nueva Inglaterra respecto de los Sureños en la historia norteamericana.

[6] Cuestiones importantes sin resolver.

Hoy en día podemos discutir ciertas cuestiones con mayor claridad que cuando se publicó el artículo de Neisser et al. (1996). En primer lugar, se propuso que la memoria de trabajo es esencialmente idéntica a la inteligencia fluida. Discutimos evidencias de ambas perspectivas respecto de este tema. En segundo lugar, las ganancias masivas en el CI debido al efecto Flynn parecen contradecir los datos que indican que el CI es, sustancialmente heredable. Presentamos una solución atemperada de esta paradoja. En tercer lugar, muchas teorías recientes pueden echar luz sobre el concepto de *g*. En cuarto lugar, encontramos evidencia creciente que indica que la auto-regulación o el auto-control de habilidades puede tener tantos efectos sobre los logros académicos o el desarrollo personal como el CI. Exploramos la relación entre auto-regulación y CI y examinamos la posibilidad de mecanismos a través de los cuales el auto-control influye sobre los logros intelectuales. En quinto lugar, la problemática respecto de los efectos del estrés sobre el sistema nervioso central ha llamado la atención recientemente, aunque muchos cuestionamientos se han hecho respecto de su importancia, sobre los mecanismos operantes o si las diferencias de clase o raza respecto del estrés impactan sobre las diferencias grupales en el CI.

[6.1] La relación entre la Memoria de Trabajo y la Inteligencia.

En las últimas dos décadas, muchos investigadores notaron que tanto la memoria de trabajo como la inteligencia fluida, *g(F)*, son conceptos altamente relacionados. La memoria de trabajo es el sistema de procesamiento activo que almacena y manipula, simultáneamente, información relevante, frecuentemente ante información distractora o que compite con ella, o ante la necesidad de inhibición de respuestas inadecuadas (Engle, 2002). El modelo predominante sobre la memoria de trabajo plantea a la memoria verbal, visoespacial y episódica como tres subsistemas coordinados por un sistema ejecutivo central que es frecuentemente conceptualizado como un sistema de control atencional (Baddeley, 2002; Baddeley & Hitch, 1974). La capacidad de la memoria de trabajo es medida con tests que requieren que los participantes mantengan información verbal o visoespacial en la memoria mientras resuelven problemas de comprensión de oraciones, aritmética o razonamiento abstracto. Los puntajes de los tests sobre memoria de trabajo tienen fuertes correlaciones con comprensión lectora, habilidades de razonamiento y con puntajes del SAT (Daneman & Carpenter, 1980; Kyllonen & Christal, 1990; Turner & Engle, 1989).

La relación entre la memoria de trabajo y el factor general de inteligencia llegó a ser idéntico ($r= 1,00$) en algunos estudios que usaron análisis de variables latentes (Gustafsson, 1984; Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm, & Schulze, 2002) y es, en promedio, de 0,72 (Kane, Hambrick, & Conway, 2005). Los alcances de la relación entre memoria de trabajo y una inteligencia general, sin embargo, siguen en disputa. Uno de los puntos fundamentales concierne a la definición específica de la memoria de trabajo (Ackerman, Beier, & Boyle, 2005) y el grado en que la velocidad de procesamiento puede explicar mejor las diferencias en la inteligencia que la memoria de trabajo (Conway, Cowan, Bunting, Therriault, & Minkoff, 2002; Fry & Hale, 2000; Salthouse, 1996; Salthouse & Pink, 2008; Sampson, 1988).

La discusión respecto de si la memoria de trabajo puede explicar las diferencias individuales en $g(F)$ es importante por el vínculo cercano entre $g(F)$ y g . Siguiendo esta asociación, tal como se ha mostrado previamente, los investigadores mostraron recientemente que $g(F)$ puede ser mejorada a partir del entrenamiento en la capacidad de la memoria de trabajo. Sin embargo, las investigaciones que llegaron a estas conclusiones, no indican que este entrenamiento tenga efectos en $g(C)$. Así, la identidad de la memoria de trabajo o $g(F)$ con g parece improbable. Más allá de ello, las relaciones entre la memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas, $g(F)$ o g siguen siendo complejas y aún queda mucho por aprender.

[6.2] Reconciliando ganancias en el CI y heredabilidad.

El descubrimiento de las ganancias en el CI a lo largo del tiempo creó una especie de paradoja. Estudios de gemelos (y otros estudios de parentesco) indicaron que la influencia genética sobre el CI es fuerte, mientras que el impacto ambiental es débil. Pero los varones daneses tuvieron ganancias de 20 puntos de CI en un test de 40 items del Test de Matrices Progresivas de Raven entre 1952 y 1982, lo que parece implicar que los factores ambientales tendrían un potencial transformador enorme. ¿Cómo puede ser que el ambiente tenga un impacto tan fuerte y tan débil al mismo tiempo? Dickens y Flynn (2001a, 2001b) ofrecieron un modelo que diferencia la dinámica de la situación en la que dos gemelos separados al nacer desarrollan un CI similarmente alto y una situación en la que toda la sociedad muestra un gran crecimiento en el CI a lo largo del tiempo.

Cuando gemelos son separados al nacer, al comienzo sólo comparten genes comunes. Sin embargo, pronto, esos genes comunes comienzan a acceder a ambientes mucho más parecidos que aquellos de sujetos seleccionados aleatoriamente. Si ambos gemelos son más altos y más rápidos que el promedio, a pesar de ser criados en diferentes ciudades, es más probable que jueguen mucho al básquetbol, que sean seleccionados en sus equipos escolares, y que obtengan un entrenamiento profesional. Existe un interjuego dinámico en cada uno de los pasos que conforman tal camino, con lo cual una mayor capacidad promedio de acceder a un ambiente enriquecido constituye una ventaja para desarrollar esas habilidades, lo que permite acceder a un ambiente más enriquecido, y así sucesivamente. Del mismo modo, si los gemelos tienen cerebros apenas mejores que el promedio, a pesar de criarse separados, es más probable que ambos disfruten más de la escuela, que sean distinguidos en su grupo, que accedan a mejores universidades, y así sucesivamente.

Dickens & Flynn (2001a, 2001b) llamaron a este proceso como el *multiplicador individual*. Gracias al multiplicador individual, el hecho que gemelos separados tengan fuertes factores ambientales en común suele quedar “enmascarado” por sus genes en común, los que reciben todo el crédito por la similitud de sus altos CI.

Inter-generacionalmente, la calidad de los genes se mantiene relativamente constante y la potencia del ambiente aparece claramente revelada. Un factor ambiental persistente, como el surgimiento de la TV, puede conllevar una mayor popularidad del básquetbol, por lo que mucha más gente lo practicaría de modo más entusiasta. De este modo, se aumentaría el nivel de juego, lo que constituiría un primer momento en sí mismo. Hay un segundo tipo de interacción dinámica que implica que la media del aumento (algunos individuos aprenden a tirar con cualquier mano) favorece cada logro individual (cada vez más gente empieza a lanzar con cualquiera de sus manos), lo que continúa elevando la media, lo que impacta aún más en los individuos, y así se produce una gran escalada de estas habilidades a lo largo del tiempo. Si la Revolución Industrial le dio una mayor importancia a la certificación escolar y se expandió el trabajo cognitivo, mucha más gente tuvo que incrementar sus habilidades cognitivas. Ello parece haber llevado a un incremento en los desafíos cognitivos en ambientes educacionales y de entretenimiento, así como a un incremento exponencial de inscripciones en la Universidad.

Dickens & Flynn (2001a, 2001b) llamaron a este proceso como el *multiplicador social*. Gracias al multiplicador social, el ambiente circundante puede causar enormes ganancias cognitivas a lo largo del tiempo sin ningún tipo de participación de la mejora genética. Ambos multiplicadores operan simultáneamente -diferencias genéticas entre individuos que se presentan potenciadoras a través de los multiplicadores individuales (registrándose en estudios con gemelos) y diferencias ambientales intergeneracionales que se presentan potenciadoras a través de los multiplicadores sociales (registrándose enormes ganancias de CI a lo largo del tiempo).

En la medida en que poblaciones blancas y negras interactúan principalmente con sus propios grupos, los potentes multiplicadores sociales pueden estar exacerbando las diferencias existentes en la inteligencia. Si las causas ambientales primarias (por ejemplo, la discriminación en el trabajo o en el hogar) son eliminadas, el efecto multiplicador debería atenuarse; es decir que la eliminación de pequeñas diferencias ambientales persistentes entre grupos puede tener grandes efectos en las diferencias grupales en el CI.

Rowe & Rodgers (2002) plantearon que el modelo de Dickens-Flynn implicaba que la varianza del CI debía haber aumentado al mismo tiempo que la media de crecimiento del CI. Loehlin (2002) generalizó el modelo e impugnó la familia de modelos presentada por falta de especificación de la escala de tiempo involucrado y por no abordar los aspectos del desarrollo. Dickens & Flynn (2002) replicaron que el modelo no implicaba un incremento en la varianza y que era consistente con teorías del desarrollo plausible. Rushton & Jensen (2005a) criticaron el modelo teniendo en cuenta que (a) implicaba equivocadamente que la diferencia entre blancos y negros en el CI debía aumentar en el curso del desarrollo y que (b) no podía explicar el incremento de la heredabilidad de 0,4 en la infancia a 0,8 en la madurez. Dickens (2009) replicó del siguiente modo: (a) De hecho, la brecha entre blancos y negros efectivamente se incrementa con la edad, pero incluso si no lo hiciese, si uno pudiese o no detectar este incremento dependería de la rapidez con la que funcionen los multiplicadores. Si trabajasen lo suficientemente rápido, uno no podría notar ningún cambio en la diferencia entre blancos y negros una vez que los niños tuviesen edad suficiente para ser evaluados. (b) El modelo fue formulado, en parte, para explicar por qué la heredabilidad aumentaba con los años. Mingroni (2007) criticó el modelo en diversos puntos nodales y Dickens (2009) replicó.

Enfatizamos que el modelo Dickens-Flynn, si bien es bueno para explicar un vasto rango de factores que afectan la inteligencia, ha sido corroborado empíricamente muy pocas veces.

[6.3] ¿Qué es *g*?

Se ha sugerido que sea cual fuera la causa de las ganancias sociales en las habilidades cognitivas, son irrelevantes para los debates respecto de la maleabilidad las mismas ya que no son ganancias de *g* (Gottfredson, 2007; Rushton, 1999, 2000; Rushton & Jensen, 2005a). Se argumenta que los tests de CI derivan su poder predictor de su habilidad de medir *g* y que, si los aumentos seculares no son ganancias en *g*, no tienen valor práctico.

En un simple modelo en el que todas las habilidades cognitivas son, linealmente, una función de una habilidad subyacente importante, un incremento en esa habilidad unitaria llevaría a que las habilidades que dependen de ella crezcan en proporción a su dependencia de las causas subyacentes. La ganancia en cada una de las habilidades sería proporcional de su dependencia del primer factor derivado del análisis de todas las habilidades (por ejemplo, aquellas dependientes de *g*). Varias investigaciones que utilizaron el método de correlación vectorial llegaron a conclusiones diversas sobre el alcance que tienen las ganancias seculares y su proporcionalidad (su correlación) con los incrementos de *g*¹⁸, aunque Wicherts, Jelte, Dolan, & Hessen (2004), rechazaron la hipótesis de que una ganancia en diferentes pruebas sea un incremento puro de *g*. Sin embargo, lo mismo puede decirse de la trayectoria de las habilidades que desarrollamos como niños y que declinan siendo ancianos. Un modelo de factor único de *g* no puede explicar ni el patrón de crecimiento de habilidades ni el patrón de declinación de las mismas (Finkel, Reynolds, McArdle, & Pedersen, 2007; McArdle, Ferrer-Caja, Hamagami, & Woodcock, 2002; McArdle, Hamagami, Meredith, & Bradway, 2000).

La falta de relación entre las ganancias de *g* y la mejora de los puntajes de subtests a través de diferentes dimensiones no daña significativamente la idea de una habilidad subyacente dominante mientras que tengamos una visión más matizada sobre cómo habilidades generales se relacionan con las habilidades específicas medidas por los subtests. Cattell (1971) veía a *g* fluido como la habilidad de resolver problemas nuevos, y la capacidad de aprender cosas nuevas. *g* cristalizado era el conocimiento que uno acumulaba al aplicar las habilidades fluidas en diferentes áreas. Alguien que siempre tuviese mayor *g* fluido también tendría mayor *g* cristalizado, mientras que *g* cristalizado podía crecer manteniendo constante *g* fluido, y si *g* fluido comenzaba a decrecer, *g* cristalizado podía continuar creciendo mientras la tasa de construcción de *g* cristalizado sobrepasara el punto en la que se había perdido. Por lo tanto, no habría ninguna razón para esperar que las pruebas de capacidades fluidas y cristalizadas aumenten o decrezcan al mismo tiempo o velocidad.

Estudios de la velocidad de declinación de diferentes habilidades cognitivas son consistentes con esta perspectiva. (McArdle et al., 2002). Los puntajes individuales en tests que evalúan, sobre todo, habilidades fluidas (como el de Matrices Progresivas de Raven)

¹⁸ Colom, Juan-Espinosa & García (2001) y Juan-Espinosa et al. (2000) encontraron una fuerte correlación entre las ganancias de *g* las del CI. Jensen (1998, pp. 320-321) revisó una serie de estudios sobre la relación entre las ganancias en subtests y ganancias en *g*, en las que se encontró una débil correlación positiva. Rushton (1999, 2000) encontró que una medida de *g* desarrollada en el WISC tiene puntajes que se correlacionan negativamente con incrementos en subtests en varios países. Sin embargo, Flynn (2006) argumentó que las ganancias de CI son mayores en pruebas de *g* fluido que en *g* cristalizado, y encontró una correlación positiva (aunque estadísticamente insignificante) entre una medida de *g* fluido desarrollada por él y ganancias en el CI con los mismos datos usados por Rushton. Must et al. (2003) no encontraron ninguna correlación entre ganancias de *g* en dos pruebas en Estonia, pero éstas eran las pruebas de rendimiento con un fuerte sesgo cristalizado.

decaen con la edad mucho antes y más rápidamente, en promedio, que los puntajes en tests de capacidades cristalizadas como el vocabulario o el conocimiento general. Sin embargo, investigaciones que intentaron determinar si las habilidades fluidas podían predecir cambios en habilidades cristalizadas, cuentan una historia más complicada. McArdle y sus colegas (2000) encontraron que la habilidad fluida no puede predecir las capacidades cristalizadas (operacionalizada como vocabulario) en individuos, pero sí lo hace la memoria, la que es influenciada de algún modo por habilidades fluidas. Ferrer y McArdle (2004) utilizaron un mayor abanico de medidas de las capacidades cristalizadas. Tal como McArdle et al. (2000), no encontraron evidencia sobre la predictibilidad de los cambios individuales en el vocabulario por parte de las habilidades fluidas, pero encontraron que las capacidades fluidas eran predictoras de logros académicos y habilidades cuantitativas. Finalmente, Hambrick, Pink, Meinz, Pettibone & Oswald (2008) estimaron un modelo de ecuaciones estructurales de la relación entre un número de factores para poder ver qué podía predecir ganancias en el conocimiento de eventos de la actualidad. Encontraron que $g(F)$ predecía el nivel inicial de conocimiento y que este nivel predecía ganancias, pero no encontraron un rol directo de $g(F)$ como predictor de ganancias.

Estos estudios sugieren un interjuego complejo de diferentes habilidades en la dinámica tanto del desarrollo temprano como del declive vital posterior. Entonces, ¿Qué explica la relativa estabilidad de las habilidades estructurales descritas por Carroll (1993)? Muchos artículos recientes sugieren cómo un factor de g podría surgir más allá de la independencia de sus componentes (Bartholomew, Deary, & Lawn, 2009; Dickens, 2007; van der Maas et al., 2006). Dickens (2007) constató que un factor de inteligencia general podía aparecer porque gente que es mejor en alguna habilidad cognitiva tienen mayores probabilidades de terminar en ambientes que causen que desarrollen un amplio rango de habilidades. Intentó dar cuenta de los hechos importantes sobre g sin postular ningún tipo de base psicológica subyacente para la correlación de habilidades. La gente puede tener ventajas psicológicas respecto de otras personas o mayores habilidades cognitivas, pero Dickens mostró que incluso si estas habilidades eran, en principio, independientes entre sí, luego de la interacción con el ambiente, las mismas dejaban de ser independientes. Alguien bueno para algún tipo de tarea intelectual tiene mayores probabilidades de terminar en ambientes en que todas las habilidades sean practicadas, lo que generaría un desarrollo de las mismas. Debe tenerse en cuenta que, si un proceso como este ayuda a explicar la correlación entre diferentes habilidades, entonces no habría razón para esperar que el aumento secular de las sociedades en los subtests de CI sea proporcional con las ganancias de g para esos subtests (ver también Hunt, 2011).

Van der Maas y su equipo (2006) también propusieron un modelo para el origen de g que incluye muchas propiedades interesantes. Habilidades inicialmente no correlacionables se hacen más correlacionables con el tiempo porque se refuerzan mutuamente. Sin embargo, el modelo de van der Maas et al. no distingue entre efectos ambientales y genéricos. La integración de ese modelo con el de Dickens (2007) podría proveer una descripción más completa del proceso de desarrollo. Nuevamente, si el modelo de van der Maas explica la correlación entre diferentes habilidades, no habría razón para esperar que ganancias seculares en diferentes tests puedan ser proporcionales a sus correlatos en incrementos de g .

Bartholomew et al. (2009) proveyeron una descripción sobre cómo habilidades subyacentes no correlacionables pueden ser combinadas por diferentes ítems de los tests, produciendo un factor g . Tal como se refirió en los modelos anteriores, se asume que las habilidades subyacentes no pueden correlacionarse. Un factor g aparece porque un ítem de

un test referencia varias habilidades. Así, habrá una tendencia a que ítems que referencian a las mismas habilidades a estar correlacionados, resultando en una matriz de correlaciones entre ítems de los tests que poseen elementos positivos. Tal matriz, siempre implicará un factor principal que correlaciona positivamente con todos estos ítems del test. Tal como sucede en el modelo de van der Maas et al. (2006), no se da un reconocimiento explícito al rol de la genética en el modelado de *g*, y así muchos de los temas planteados por Dickens (2007), tal como la correlación de *g* y la heredabilidad de diferentes habilidades, no son retomados en el modelo de Bartholomew. Tanto el modelo de Dickens como el de van der Maas, no hay razones para suponer que ganancias seculares en nuestras habilidades sean proporcionales correlaciones factoriales.

[6.4] Auto-regulación y Enseñanza Escolar.

¿Qué tiene la escuela y la enseñanza pre-escolar que mejora la inteligencia y las capacidades académicas? Conocimiento sobre determinados contenidos (por ej. aprender respecto del clima en diferentes partes del mundo) y conocimiento procedimental (por ej. clasificación de formas) son claramente importantes, pero cada vez más, los investigadores reconocen la importancia del desarrollo de habilidades de auto-regulación y otros rasgos no cognitivos como un requisito para un funcionamiento intelectual de alto nivel (Blair, 2002; Calero, Garcia-Martin, Jimenez, Kazen, & Araque, 2007; Chetty et al., 2010; Diamond, Barnett, Thomas, & Munro, 2007; Heckman, 2006, 2011). Las habilidades auto-regulatorias incluyen conductas como la capacidad de espera en una fila, la inhibición de hablar en clase, y la perseverancia para tareas que pueden ser aburridas o difíciles. En la literatura científica hay muchos conceptos sobre la idea general de que la gente puede reconocer, modificar y mantener cambios en su conducta y sus estados de ánimo de manera que mejore su rendimiento cognitivo. Estos incluyen la *auto-disciplina* (Duckworth & Seligman, 2005), la capacidad de *aplazar la gratificación* (Mischel, Shoda, & Peake, 1988), y el *aprendizaje auto-regulado* (P. A. Alexander, 2008).

En una clásica investigación sobre auto-regulación, Mischel et al. (1988) encontraron que niños de 4 años de edad que podían aplazar la gratificación inmediata de comer un malvavisco para poder comer dos más tarde, tuvieron puntajes mayores en el SAT en el que fueron evaluados para su ingreso a la universidad hasta una década después. Una investigación con implicaciones similares fue realizada con alumnos de 8vo grado de una escuela pública o de enfoque especializado¹⁹ (Duckworth & Seligman, 2005). Se les dio a los estudiantes, sobres que tenían \$1. Ellos podían gastar ese dólar o cambiarlo por otro sobre con \$2 la semana siguiente. A su vez, fueron puntuados en otro tipo de tareas de auto-disciplina. Los autores indicaron que los puntajes de una medida compuesta de auto-disciplina tenían valor predictivo sobre performance académica y con ganancias en el aprendizaje a lo largo del año en que fue conducido el estudio, teniendo mejores puntajes de CI también. Estudios similares con estudiantes en escuelas de la Liga Ivy, en academias militares y con participantes de concursos de ortografía, encontraron que la auto-disciplina y la habilidad de aplazar las gratificaciones predecían niveles de éxito en una gran variedad de evaluaciones académicas (Duckworth, Peterson, Matthews, & Kelly, 2007).

Han sido investigadas una gran cantidad de variables cognitivas que pueden explicar los efectos de la auto-regulación en las habilidades cognitivas. Por ejemplo, sujetos con mayor capacidad de memoria de trabajo son mejores para regular sus emociones (Schmeichel, Volokhov & Demaree, 2008), y sujetos que pueden suprimir mejor sus

¹⁹ Magnet Public School (N. T.)

emociones tienen mejores puntajes que sus pares más impulsivos en el Test de Matrices Progresivas de Raven, una medida estandarizada de $g(F)$ (Shamosh & Gray, 2007). Hay al menos tres posibles explicaciones sobre la relación entre la auto-regulación y una mejor puntuación en pruebas de $g(F)$: (a) La habilidad de auto-regulación puede ser una manifestación de la inteligencia; (b) estos constructos pueden compartir varianzas comunes tales como que ambas son afectadas por una tercera variable; o que (c) la auto-regulación puede ser un proceso facilitador del desarrollo de la inteligencia.

Existe evidencia de que el auto-control, o al menos un conjunto de factores motivacionales no intelectivos, contribuyen no sólo al desarrollo personal sino también a las puntuaciones de CI. Duckworth, Quinn, Lynam, Loeber, & Stouthamer-Loeber (2011) mostraron en un meta-análisis de más de 40 uestas que incentivos para un mejor rendimiento en tests, permitía mejorar el CI alrededor de 10 puntos. En muestras cuya base promedio no superaba los 100 puntos de CI, la mejora por incentivos estuvo alrededor de los 14 puntos. Los investigadores también examinaron los correlatos de la motivación para la evaluación en la toma de tests (basados en la negativa a realizar algunas partes del test o respuestas rápidas como “No sé”, etc.) de un grupo de estudiantes secundarios. El CI fue predictor de los resultados académicos en la adolescencia y en el total de años de educación formal, alrededor de los 24 años de edad. También lo hicieron los rasgos no intelectivos, pero en un grado menor. Los rasgos no intelectivos predijeron resultados no académicos -como condenas criminales y empleo en la adultez- tanto como el CI.

La influencia de factores no intelectivos en el desarrollo personal se pone de manifiesto para los aleccionadores puntajes (al menos para los estadounidenses) de niños del 12vo grado en matemáticas y en ciencias naturales en el Tercer Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias Naturales de 41 países. Los Estados Unidos salieron último en ambos campos de estudio. La motivación de los tests, tal como fue indicado por el número de auto evaluaciones reportadas en un cuestionario opcional, representaron el 53% de la varianza entre las naciones y el 22% de la varianza entre-clase dentro de las naciones (Boe, May, & Boruch, 2002).

Cuestiones motivacionales adicionales para investigaciones posteriores incluyen los siguientes temas: (a) si la auto-regulación es lo que subyace al éxito académico de niños en ámbitos experimentales de intervenciones prescolares efectivas, tal como se ha sugerido en gran cantidad de estudios, ello indica que la auto-regulación tiene aspectos que no están directamente relacionados con el CI ya que estos programas tienen poco efecto en el CI. (b) Las intervenciones diseñadas específicamente para aumentar el auto-control ¿Pueden elevar el rendimiento en pruebas de CI, y -más importante aún- en tests de logro académico?

[6.5] Estrés, Inteligencia y Clase Social.

Un factor que Neisser y sus colegas (1996) no tuvieron particularmente en cuenta es el estrés. El estrés continuo, crónico -que puede ser considerado “tóxico”- a lo largo del tiempo es perjudicial para los sistemas de órganos, incluido el cerebro. Niveles altos y crónicos de hormonas del estrés dañan áreas específicas del cerebro -la CPF y el hipocampo, sobre todo- que son importantes para la regulación de la atención y la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo y la memoria de trabajo (McEwen, 2000). Aunque no conocemos la medida en que el efecto del estrés temprano en el desarrollo del cerebro y el estrés fisiología puede afectar el desarrollo de la inteligencia, sí sabemos que (a) el estrés es mayor en hogares de

bajos recursos (Evans, 2004) y que (b) un nivel bajo de estrés es importante para la auto-regulación y el aprendizaje temprano en la escuela (Blair & Razza, 2007; Ferrer & McArdle, 2004; Ferrer et al., 2007).

Las investigaciones sugieren que parte de la brecha entre negros y blancos puede ser atribuible a que los negros, en promedio, tienden a vivir en ambientes más estresantes que los blancos. Particularmente, este es el caso de ambientes urbanos, en donde los niños negros están expuestos a múltiples estresores. Sharkey (2010), por ejemplo, encontró recientemente que niños negros que viven en Chicago (de entre 5 y 17 años de edad) puntuaron entre un 0,5 y un 0,66 *DE* por debajo (tanto en el WISC-R como en el WRAT-3) como resultado de un homicidio en su barrio. Los datos provistos por Sharkey mostraron que eran evidentes los efectos debilitadores en los niños, más allá de si habían sido testigos del homicidio o si simplemente habían escuchado sobre el mismo.

Un importante estudio de Eccleston (2011) muestra que incluso el estrés durante el embarazo puede tener efectos duraderos sobre los niños. Los niños nacidos en Nueva York cuyas madres estaban en los primeros seis meses de embarazo cuando ocurrió el atentado del 11 de Septiembre del 2001, tuvieron un menor peso al nacer que nacieron antes del atentado o bastante después; los niños varones a los seis años de edad tenían un 7% más de probabilidades de tener educación especial y más de un 15% de probabilidades de estar en jardín de infantes en vez que en primer grado. Extrañamente el estatus académico de las niñas no se vio afectado por el estrés materno. Investigaciones de las relaciones entre estrés temprano e inteligencia parece ser una dirección importante para estudios futuros. Un asunto particularmente importante parece ser cuál de los efectos cerebrales del estrés puede ser revertido.

Estos cinco asuntos sin resolver son sólo ejemplos de algunas de las importantes paradojas contemporáneas y de cuestiones desconocidas respecto de las investigaciones sobre la inteligencia. Es esperable que se produzcan tan grandes avances en los próximos 15 años, tal como ha sucedido con algunas de las paradojas y desconocimientos sobre el tema desde la publicación del artículo de Neisser et al. (1996).

[7] Referencias.

- Aamodt, S., & Wang, S. (2007, November 8). Exercise on the brain. *The New York Times*. Retrieved from http://www.nytimes.com/2007/11/08/opinion/08aamodt.html?ref_opinion
- Ackerman, P. L., Beier, M. E., & Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs? *Psychological Bulletin*, *131*, 30–60. doi:10.1037/0033-2909.131.1.30
- Adam, S., Bonsang, E., Germain, S., & Perelman, S. (2007). *Retirement and cognitive reserve: A stochastic frontier approach to survey data* (CREPP Working Paper 2007/04). Lie`ge, Belgium: Centre de Recherche en Économie et de la Population.
- Alexander, K. L., Entwisle, D. R., & Olson, L. S. (2001). Schools, achievement, and inequality: A seasonal perspective. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, *23*, 171–191. doi:10.3102/01623737023002171
- Alexander, P. A. (2008). Why this and why now? Introduction to the special issue on metacognition, self-regulation, and self-regulated learning. *Educational Psychology Review*, *20*, 369–372. doi:10.1007/s10648-008-9089-0
- Anderson, J. W., Johnstone, B. M., & Remley, D. T. (1999). Breastfeeding and cognitive development: A meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, *70*, 525–535.

- Aronson, J., Fried, C. B., & Good, C. (2002). Reducing stereotype threat and boosting academic achievement of African-American students: The role of conceptions of intelligence. *Journal of Experimental Social Psychology, 38*, 113–125. doi:10.1006/jesp.2001.1491
- Aronson, J., & McGlone, M. (2009). Stereotype and social identity threat. In T. D. Nelson (Ed.), *Handbook of prejudice, stereotyping, and discrimination* (pp. 153–178). New York, NY: Psychology Press.
- Asbury, K., Wachs, T. D., & Plomin, R. (2005). Environmental moderators of genetic influence on verbal and nonverbal abilities in early childhood. *Intelligence, 33*, 643–661. doi:10.1016/j.intell.2005.03.008
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working? *European Psychologist, 7*, 85–97. doi:10.1027//1016-9040.7.2.85
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). New York, NY: Academic Press.
- Bae, Y., Choy, S., Geddes, C., Sable, J., & Snyder, T. (2000). *Trends in educational equity of girls & women* (NCES 2000–30). Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Bakalar, N. (2007, February 27). Study points to genetics in disparities in preterm births. *The New York Times*. Retrieved from http://query.nytimes.com/gst/fullpage.html?res_9E01E5DC1E3EF934A15751C0A9619C8B63&sec_&spon_&pagewanted_all
- Ball, K., Berch, D. B., Helmers, K. F., Jobe, J. B., Leveck, M. D., Marsiske, M., . . . Willis, S. L. (2002). Effects of cognitive training interventions with older adults: A randomized controlled trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association, 288*, 2271–2281. doi: 10.1001/jama.288.18.2271
- Bartholomew, D. J., Deary, I. J., & Lawn, M. (2009). A new lease on life for Thomson's bonds model of intelligence. *Psychological Review, 116*, 567–579. doi:10.1037/a0016262
- Basak, C., Boot, W. R., Voss, M. W., & Kramer, A. F. (2008). Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults? *Psychology and Aging, 23*, 765–777. doi:10.1037/a0013494
- Beauchamp, J. P., Cesarini, D., Johannesson, M., Erik Lindqvist, E., & Apicella, C. (2011). On the sources of the height–intelligence correlation: New insights from a bivariate ACE model with assortative mating. *Behavior Genetics, 41*, 242–252. doi:10.1007/s10519-010-9376-7
- Bedard, K., & Dhuey, E. (2006). The persistence of early childhood maturity: International evidence of long-run age effects. *Quarterly Journal of Economics, 121*, 1437–1472.
- Benbow, C. P., & Stanley, J. C. (1983, December 2). Sex differences in mathematical reasoning ability: More facts. *Science, 222*, 1029–1031. doi:10.1126/science.6648516
- Blackwell, L. S., Trzesniewski, K., & Dweck, C. S. (2007). Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition: A longitudinal study and an intervention. *Child Development, 78*, 246–263. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x
- Blair, C. (2002). School readiness: Integrating cognition and emotion in a neurobiological conceptualization of children's functioning at school entry. *American Psychologist, 57*, 111–127. doi:10.1037/0003-066X.57.2.111
- Blair, C. (2006). How similar are fluid cognition and general intelligence? A developmental neuroscience perspective on fluid cognition as an aspect of human cognitive ability. *Behavioral and Brain Sciences, 29*, 109–125. doi:10.1017/S0140525X06009034
- Blair, C., Gamson, D., Thorne, S., & Baker, D. (2005). Rising mean IQ: Cognitive demand of mathematics education for young children, population exposure to formal schooling, and the neurobiology of the prefrontal cortex. *Intelligence, 33*, 93–106. doi:10.1016/j.intell.2004.07.008
- Blair, C., & Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development, 78*, 647–663. doi:10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x
- Boe, E. E., May, H., & Boruch, R. F. (2002). *Student task persistence in the Third International Mathematics and Science Study: A major source of achievement differences at the national, classroom, and student levels* (Research Rep. No. 2002-TIMSS1). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania, Graduate School of Education, Center for Research and Evaluation in Social Policy. Retrieved from <http://www.gse.upenn.edu/cresp/pdfs/20070130151136207.pdf>
- Borella, E., Carretti, B., Riboldi, F., & De Beni, R. (2010). Working memory training in older adults: Evidence of transfer and maintenance effects. *Psychology and Aging, 25*, 767–778. doi:10.1037/a0020683
- Bouchard, T. J. (2004). Genetic influence on human psychological traits. *Current Directions in Psychological Science, 13*, 148–151. doi: 10.1111/j.0963-7214.2004.00295.x
- Bouchard, T. J., & McGue, M. (2003). Genetic and environmental influences on human psychological differences. *Journal of Neurobiology, 54*, 4–45. doi:10.1002/neu.10160
- Bradley, R. H., Whiteside, L., Caldwell, B., Casey, P. H., Kelleher, K., Pope, S., . . . Cross, D. (1993). Maternal IQ, the home environment, and child IQ in low birthweight, premature children. *International Journal of Behavioral Development, 16*, 61–74. doi:10.1177/016502549301600104

- Braungart, J. M., Plomin, R., DeFries, J. C., & David, W. (1992). Genetic influence on tester-rated infant temperament as assessed by Bayley's Infant Behavior Record: Nonadoptive and adoptive siblings and twins. *Developmental Psychology, 28*, 40–47. doi:10.1037/0012-1649.28.1.40
- Brinch, C. N., & Galloway, T. A. (2011). *Schooling in adolescence raises IQ*. Oslo, Norway: Research Department of Statistics Norway.
- Brody, N. (2003). Construct validation of the Sternberg Triarchic Abilities Test: Comment and reanalysis. *Intelligence, 31*, 319–329. doi:10.1016/S0160-2896(01)00087-3
- Burkam, D. T., Ready, D. D., Lee, V. E., & LoGerfo, L. F. (2004). Social-class differences in summer learning between kindergarten and first grade: Model specification and estimation. *Sociology of Education, 77*, 1–31. doi:10.1177/003804070407700101
- Butcher, L. M., Davis, O. S. P., Craig, I. W., & Plomin, R. (2008). Genome-wide quantitative trait locus association scan of general cognitive ability using pooled DNA and 500K single nucleotide polymorphism microarrays. *Genes, Brains and Behavior, 7*, 435–446. doi: 10.1111/j.1601-183X.2007.00368.x
- Cahan, S., & Cohen, N. (1989). Age vs. schooling effects on intelligence development. *Child Development, 60*, 1239–1249. doi:10.2307/1130797
- Calero, M. D., Garcia-Martin, M. B., Jimenez, M. I., Kazen, M., & Araque, A. (2007). Self-regulation advantage for high-IQ children: Findings from a research study. *Learning and Individual Differences, 17*, 328–343. doi:10.1016/j.lindif.2007.03.012
- Callicott, J. H., Mattay, V. S., Bertolino, A., Finn, K., Coppola, R., & Frank, J. A. (1999). Physiological characteristics of capacity constraints in working memory as revealed by functional MRI. *Cerebral Cortex, 9*(1), 20–26. doi:10.1093/cercor/9.1.20
- Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M., & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology, 37*, 231–242. doi:10.1037/0012-1649.37.2.231
- Campbell, F. A., & Ramey, C. T. (1995). Cognitive and school outcomes for high-risk African-American students at middle adolescence: Positive effects of early intervention. *American Educational Research Journal, 32*(4), 743–772.
- Campbell, F. A., Ramey, C. T., Pungello, E., Sparling, J., & Miller-Johnson, S. (2002). Early childhood education: Young adult outcomes from the Abecedarian Project. *Applied Developmental Science, 6*, 42–57. doi:10.1207/S1532480XADS0601_05
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factoranalytic studies*. New York, NY: Cambridge University Press. doi: 10.1017/CBO9780511571312
- Caspi, A., Williams, B., Kim-Cohen, J., Craig, I. W., Milne, B. J., Poulton, R., Moffitt, T. E. (2007). Moderation of breastfeeding effects on the IQ by genetic variation in fatty acid metabolism. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 104*, 18860–18865. doi:10.1073/pnas.0704292104
- Catalan, J., Moriguchi, T., Slotnick, B., Murthy, M., Greiner, R. S., & Salem, N., Jr. (2002). Cognitive deficits in docosahexaenoic acid-deficient rats. *Behavioral Neuroscience, 116*, 1022–1031. doi:10.1037//0735-7044.116.6.1022
- Cattell, R. B. (1971). *Abilities: Their structure, growth and action*. Boston, MA: Houghton-Mifflin.
- Cattell, R. B. (1973). *Measuring intelligence with the Culture Fair Tests: Manual for Scales 2 and 3*. Champaign, IL: Institute for Personality and Ability Testing.
- Ceci, S. J. (1991). How much does schooling influence general intelligence and its cognitive components? A reassessment of the evidence. *Developmental Psychology, 27*, 703–722. doi:10.1037/0012-1649.27.5.703
- Chee, M. W. L., Zheng, H., Goh, J. O. S., & Park, D. (2011). Brain structure in young and old East Asians and Westerners: Comparisons of structural volume and cortical thickness. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*, 1065–1079. doi:10.1162/jocn.2010.21513
- Chen, C., & Stevenson, H. W. (1995). Motivation and mathematics achievement: A comparative study of Asian-American, Caucasian-American, and East-Asian high school students. *Child Development, 66*, 1215–1234. doi:10.1111/j.1467-8624.1995.tb00932.x
- Chetty, R., Friedman, J. N., Hilger, N., Saez, E., Schanzenbach, D. H., & Yagan, D. (2010). *How does your kindergarten classroom affect your earnings? Evidence from Project Star*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Chiang, M.-C., Barysheva, M., Shattuck, D. W., Lee, A. D., Madsen, S. K., Avedissian, C., Thompson, P. M. (2009). Genetics of brain fiber architecture and intellectual performance. *Journal of Neuroscience, 29*(7), 2212–2224. doi:10.1523/JNEUROSCI.4184-08.2009
- Chiang, M. C., McMahon, K. L., de Zubicaray, G. I., Martin, N. G., Hickie, I., Toga, A. W., Thompson, P. M. (2011). Genetics of white matter development: A DTI study of 705 twins and their siblings aged 12 to 29. *NeuroImage, 54*, 2308–2317.
- Choi, I., & Markus, H. R. (1998). *Implicit theories and causal attribution East and West*. Unpublished manuscript, University of Michigan.

- Choi, I., Nisbett, R. E., & Norenzayan, A. (1999). Causal attribution across cultures: Variation and universality. *Psychological Bulletin*, *125*, 47–63. doi:10.1037/0033-2909.125.1.47
- Cochran, G., Hardy, J., & Harpending, H. (2005). Natural history of Ashkenazi intelligence. *Journal of Biological Science*, *38*, 659–693. doi:10.1017/S0021932005027069
- Cohen, G. D. (2005). *The mature mind: The positive power of the aging brain*. New York, NY: Basic Books.
- Cohen, G. L., Garcia, J., Apfel, N., & Master, A. (2006, September 1). Reducing the racial achievement gap: A social-psychological intervention. *Science*, *313*, 1307–1310. doi:10.1126/science.1128317
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, *14*, 125–130. doi:10.1111/1467-9280.t01-1-01430
- College Board. (2004). Table 2: Average SAT scores of entering college classes, 1967–2004. Retrieved from http://www.collegeboard.com/prod_downloads/about/news_info/cbsenior/yr2004/table_2_average_sat_scores.pdf
- Colom, R. (2007). Intelligence? What intelligence? *Behavioural and Brain Sciences*, *30*, 155–156.
- Colom, R., Flores-Mendoza, C. E., & Abad, F. J. (2007). Generational changes on the Draw-a-Man Test: A comparison of Brazilian urban and rural children tested in 1930, 2002, and 2004. *Journal of Biosocial Science*, *39*, 79–89. doi:10.1017/S0021932005001173
- Colom, R., Juan-Espinosa, M., & Garcia, L. F. (2001). The secular increase in test scores is a “Jensen effect.” *Personality and Individual Differences*, *30*, 553–559. doi:10.1016/S0191-8869(00)00054-4
- Colom, R., Jung, R. E., & Haier, R. J. (2006). Distributed brain sites for the *g*-factor of intelligence. *NeuroImage*, *31*, 1359–1365. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.01.006
- Colom, R., Karama, S., Jung, R. E., & Haier, R. J. (2010). Human intelligence and brain networks. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, *12*, 489–501.
- Colom, R., Lluís Font, J. M., & Andre’s-Pueyo, A. (2005). The generational intelligence gains are caused by decreasing variance in the lower half of the distribution: Supporting evidence for the nutrition hypothesis. *Intelligence*, *33*, 83–91. doi:10.1016/j.intell.2004.07.010
- Conway, A. R. A., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J., & Minkoff, S. R. B. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, *30*, 163–183. doi:10.1016/S0160-2896(01)00096-4
- Coon, H., Fulker, D. W., DeFries, J. C., & Plomin, R. (1990). Home environment and cognitive ability of 7-year-old children in the Colorado Adoption Project: Genetic and environmental etiologies. *Developmental Psychology*, *26*, 459–468. doi:10.1037/0012-1649.26.3.459
- Cooper, H. M., Charlton, K., Valentine, J. C., & Muhlenbruck, L. (2000). Making the most of summer school: A meta-analytic and narrative review. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, *65* (1, Serial No. 260).
- Coyle, T. R., & Pillow, D. R. (2008). SAT and ACT predict GPA after removing *g*. *Intelligence*, *36*, 719–729. doi:10.1016/j.intell.2008.05.001
- Daley, T. C., Whaley, S. E., Sigman, M. D., Espinosa, M. P., & Neumann, C. (2003). IQ on the rise: The Flynn effect in rural Kenyan children. *Psychological Science*, *14*, 215–219. doi:10.1111/1467-9280.02434
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *19*, 450–466. doi:10.1016/S0022-5371(80)90312-6
- Der, G., Batty, G. D., & Deary, I. J. (2006, November 4). Effect of breast feeding on intelligence in children: Prospective study, sibling pairs analysis, and meta-analysis. *BMJ: British Medical Journal*, *333*, 945–948. doi:10.1136/bmj.38978.699583.55
- Detterman, D. K., & Daniel, M. H. (1989). Correlations of mental tests with each other and with cognitive variables are highest for low IQ groups. *Intelligence*, *13*, 349–359. doi:10.1016/S0160-2896(89)80007-8
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007, November 30). Preschool program improves cognitive control. *Science*, *318*, 1387–1388. doi:10.1126/science.1151148
- Dickens, W. T. (2007). *What is g?* Washington, DC: Brookings Institution. Dickens, W. T. (2009). A response to recent critics of Dickens and Flynn (2001). Retrieved from http://www.brookings.edu/_media/Files/rc/articles/2001/0401IQ_critics_dickens/0401IQ_critics_dickens.pdf
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2001a). Great leap forward: A new theory of intelligence. *New Scientist*, *21*, 44–47.
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2001b). Heritability estimates versus large environmental effects: The IQ paradox resolved. *Psychological Review*, *108*, 346–369. doi:10.1037/0033-295X.108.2.346
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2002). The IQ paradox is still resolved: Reply to Loehlin (2002) and Rowe and Rodgers (2002). *Psychological Review*, *109*, 764–771. doi:10.1037/0033-295X.109.4.764

- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2006a). Black Americans reduce the racial IQ gap: Evidence from standardization samples. *Psychological Science, 17*, 913–920. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01802.x
- Dickens, W. T., & Flynn, J. R. (2006b). Common ground and differences. *Psychological Science, 17*, 923–924. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01804.x
- Dillman, D. A. (1978). *Mail and telephone surveys: The Total Design Method*. New York, NY: Wiley.
- Docherty, S. J., Kovas, Y., & Plomin, R. (2011). Gene–environment interaction in the etiology of mathematical ability using SNP sets. *Behavior Genetics, 41*, 141–154. doi:10.1007/s10519-010-9405-6
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U., & May, A. (2004). Changes in grey matter induced by training. *Nature, 427*, 311–312. doi:10.1038/427311a
- Duckworth, A. L., Peterson, C., Matthews, M. D., & Kelly, D. R. (2007). GRT: Perseverance and passion for long-term goals. *Journal of Personality and Social Psychology, 92*, 1087–1101. doi:10.1037/0022-3514.92.6.1087
- Duckworth, A. L., Quinn, P. D., Lynam, D. R., Loeber, R., & Stouthamer-Loeber, M. (2011). Role of test motivation in intelligence testing. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*. Advance online publication. doi:10.1073/pnas.1018601108
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. P. (2005). Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science, 16*, 939–944. doi:10.1111/j.1467-9280.2005.01641.x
- Duncan, J., Burgess, P., & Emslie, H. (1995). Fluid intelligence after frontal lobe lesions. *Neuropsychologia, 33*, 261–268. doi:10.1016/0028-3932(94)00124-8
- Duncan, J., Seitz, R. J., Kolodny, J., Bor, D., Herzog, H., & Ahmed, A. (2000, July 21). A neural basis for general intelligence. *Science, 289*, 457–460. doi:10.1126/science.289.5478.457
- Duyme, M., Dumaret, A., & Tomkiewicz, S. (1999). How can we boost IQs of “dull” children? A late adoption study. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 96*, 8790–8794. doi:10.1073/pnas.96.15.8790
- Eaves, L. J., & Jinks, J. L. (1972). Insignificance of evidence for differences in heritability of IQ between races and social classes. *Nature, 240*, 84–88. doi:10.1038/240084a0
- Eccleston, M. (2011). *In utero exposure to maternal stress: Effects of the September 11th terrorist attacks in New York City on birth and early schooling outcomes*. Cambridge, MA: Harvard University. Retrieved from <http://www.people.fas.harvard.edu/~mecclest/papers/jmp.pdf>
- Eliot, L. (2011). Single-sex education and the brain. *Sex Roles*. Advance online publication. doi:10.1007/s11199-011-0037-y
- Emanuelsson, I., Reuterberg, S.-E., & Svensson, A. (1993). Changing differences in intelligence? Comparisons between groups of thirteen-year-olds tested from 1960 to 1990. *Scandinavian Journal of Educational Research, 37*, 259–277. doi:10.1080/0031383930370401
- Engle, R. W. (2002). Working memory as executive attention. *Current Directions in Psychological Science, 11*, 19–23. doi:10.1111/1467-8721.00160
- Evans, G. W. (2004). The environment of childhood poverty. *American Psychologist, 59*, 77–92. doi:10.1037/0003-066X.59.2.77
- Eyferth, K. (1961). Leistungen verschiedener Gruppen von Besatzungskidern in Hamburg-Wechsler Intelligenztest für Kinder (HAWIK). *Archiv für die gesamte Psychologie, 113*, 222–241.
- Fagan, J. F., & Holland, C. R. (2007). Racial equality in intelligence: Predictions from a theory of intelligence as processing. *Intelligence, 35*, 319–334. doi:10.1016/j.intell.2006.08.009
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological Science, 18*, 850–855. doi:10.1111/j.1467-9280.2007.01990.x
- Ferrer, E., & McArdle, J. J. (2004). An experimental analysis of dynamic hypotheses about cognitive abilities and achievement from childhood to 154 early adulthood. *Developmental Psychology, 40*, 935–952. doi:10.1037/0012-1649.40.6.935
- Ferrer, E., McArdle, J. J., Shawitz, B. A., Holahan, J. N., Marchione, K., & Shawitz, S. E. (2007). Longitudinal models of developmental dynamics between reading and cognition from childhood to adolescence. *Developmental Psychology, 43*, 1460–1473. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1460
- Finkel, D., Reynolds, C. A., McArdle, J. J., & Pedersen, N. L. (2007). Age changes in processing speed as a leading indicator of cognitive aging. *Psychology and Aging, 22*, 558–568. doi:10.1037/0882-7974.22.3.558
- Fischbein, S. (1980). IQ and social class. *Intelligence, 4*, 51–63. doi:10.1016/0160-2896(80)90006-9
- Fiske, A. P., Kitayama, S., Markus, H. R., & Nisbett, R. E. (1998). The cultural matrix of social psychology. In D. T. Gilbert, S. T. Fiske, & G. Lindzey (Eds.), *Handbook of social psychology* (4th ed., pp. 915–981). Boston, MA: McGraw-Hill.

- Flynn, J. R. (1987). Massive IQ gains in 14 nations: What IQ tests really measure. *Psychological Bulletin*, *101*, 171–191. doi:10.1037/0033-2909.101.2.171
- Flynn, J. R. (1991). *Asian Americans: Achievement beyond IQ*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Flynn, J. R. (2006). Tethering the elephant: Capital cases, IQ, and the Flynn effect. *Psychology, Public Policy, and Law*, *12*, 170–189. doi: 10.1037/1076-8971.12.2.170
- Flynn, J. R. (2007). *What is intelligence? Beyond the Flynn effect*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Flynn, J. R. (2008). *Where have all the liberals gone? Race, class and ideals in America*. Cambridge, England: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511490835
- Flynn, J. R. (2009a). Requiem for nutrition as the cause of IQ gains: Raven's gains in Britain 1938–2008. *Economics and Human Biology*, *7*, 18–27. doi:10.1016/j.ehb.2009.01.009
- Flynn, J. R. (2009b). The WAIS-III and WAIS-IV: Daubert motions favor the certainly false over the approximately true. *Applied Neuropsychology*, *16*, 1–7. doi:10.1080/09084280902864360
- Flynn, J. R. (2009c). *What is intelligence? Beyond the Flynn effect* (enlarged paperback ed.). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Flynn, J. R. (2010). Problems with IQ gains: The huge vocabulary gap. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *28*, 412–433. doi:10.1177/0734282910373342
- Flynn, J. R., & Rossi-Case, L. (2011). Modern women match men on Raven's Progressive Matrices. *Personality and Individual Differences*, *50*, 799–803. doi:10.1016/j.paid.2010.12.035
- Fry, A. F., & Hale, S. (2000). Relationships among processing speed, working memory, and fluid intelligence in children. *Biological Psychology*, *54*, 1–34. doi:10.1016/S0301-0511(00)00051-X
- Garber, H. L. (1988). *The Milwaukee Project: Preventing mental retardation in children at risk*. Washington, DC: American Association on Mental Retardation.
- Giedd, J. N., Castellanos, F. X., Rajapakse, J. C., Vaituzis, A. C., & Rapoport, J. L. (1997). Sexual dimorphism of the developing human brain. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, *21*, 1185–1201. doi:10.1016/S0278-5846(97)00158-9
- Gignac, G., Vernon, P. A., & Wickett, J. C. (2003). Factors influencing the relationship between brain size and intelligence. In H. Nyborg (Ed.), *The scientific study of general intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen* (pp. 93–106). London, England: Elsevier.
- Goel, V. (2007). Anatomy of deductive reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(10), 435–441. doi:10.1016/j.tics.2007.09.003
- Goldstein, D. B. (2009). Common genetic variation and human traits. *New England Journal of Medicine*, *360*, 1696–1698. doi:10.1056/NEJMp 0806284
- Good, C., Aronson, J., & Inzlicht, M. (2003). Improving adolescents' standardized test performance: An intervention to reduce the effects of stereotype threat. *Applied Developmental Psychology*, *24*, 645–662. doi:10.1016/j.appdev.2003.09.002
- Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, *24*(1), 13–23.
- Gottfredson, L. S. (2003a). Dissecting practical intelligence: Its claims and evidence. *Intelligence*, *31*, 343–397. doi:10.1016/S0160-2896 (02)00085-5
- Gottfredson, L. S. (2003b). On Sternberg's "Reply to Gottfredson." *Intelligence*, *31*, 415–424. doi:10.1016/S0160-2896(03)00024-2
- Gottfredson, L. S. (2004). *Social consequences of group differences in cognitive ability*. Newark, DE: University of Delaware. Retrieved from <http://www.udel.edu/educ/gottfredson/reprints/2004socialconsequences.pdf>
- Gottfredson, L. S. (2005). What if the hereditarian hypothesis is true? *Psychology, Public Policy, and Law*, *11*, 311–319. doi:10.1037/1076-8971.11.2.311
- Gottfredson, L. S. (2007). Shattering logic to explain the Flynn effect. *Cato Unbound*. Retrieved from <http://www.cato-unbound.org/2007/11/08/linda-s-gottfredson/shattering-logic-to-explain-the-flynn-effect/>
- Grant, M. D., Kremen, W. S., Jacobson, K. C., Franz, C. E., Xian, H., & Lyons, M. J. (2010). Does parental education have a moderating effect on the genetic and environmental influences of general ability in early adulthood? *Behavior Genetics*, *40*, 438–446. doi:10.1007/s10519-010-9351-3
- Gray, J. R., Chabris, C. F., & Braver, T. S. (2003). Neural mechanisms of general fluid intelligence. *Nature Neuroscience*, *6*(3), 316–322. doi: 10.1038/nn1014

- Greely, H., Sahakian, B., Harris, J., Kessler, R. C., Gazzaniga, M., Campbell, P., & Farah, M. J. (2008). Towards responsible use of cognitive-enhancing drugs by the healthy. *Nature*, *456*, 702–705. doi: 10.1038/456702a
- Gustafsson, J. E. (1984). A unifying model for the structure of mental abilities. *Intelligence*, *8*, 179–203. doi:10.1016/0160-2896(84)90008-4
- Haier, R. J., Colom, R., Schroeder, D. H., Condon, C. A., Tang, C., & Eaves, E. (2009). Gray matter and intelligence factors: Is there a neuro-g? *Intelligence*, *37*(2), 136–144. doi:10.1016/j.intell.2008.10.011
- Haier, R. J., Jung, R., Yeo, R. A., Head, K., & Alkire, M. T. (2005). The neuroanatomy of general intelligence: Sex matters. *NeuroImage*, *25*, 320–327. doi:10.1016/j.neuroimage.2004.11.019
- Haier, R. J., Karama, S., Leyba, L., & Jung, R. E. (2009). MRI assessment of cortical thickness and functional activity changes in adolescent girls following three months of practice on a visual-spatial task. *BMC Research Notes*, *2*, 174. doi:10.1186/1756-0500-2-174
- Haier, R. J., Siegel, B. V., Nuechterlein, K. H., Hazlett, E., Wu, J. C., & Paek, J. (1988). Cortical glucose metabolic rate correlates of abstract reasoning and attention studied with positron emission tomography. *Intelligence*, *12*, 199–217. doi:10.1016/0160-2896(88)90016-5
- Halpern, D. F., Benbow, C. P., Geary, D. C., Gur, R. C., Hyde, J. S., & Gernsbacher, M. A. (2007). The science of sex differences in science and mathematics. *Psychological Science in the Public Interest*, *8*, 1–51. doi:10.1111/j.1529-1006.2007.00032.x
- Halpern, D. F., Eliot, L., Bigler, R. S., Fabes, R. A., Hanish, L. D., Hyde, J., . . . Martin, C. L. (2011, September 23). The pseudoscience of single-sex schooling. *Science*, *333*, 1706–1707. doi:10.1126/science.1205031
- Hambrick, D. Z., Pink, J. E., Meinz, E. J., Pettibone, J. C., & Oswald, F. L. (2008). The roles of ability, personality, and interests in acquiring current events knowledge: A longitudinal study. *Intelligence*, *36*, 261–278. doi:10.1016/j.intell.2007.06.004
- Hamre, B. K., & Pianta, R. C. (2001). Early teacher– child relationships and the trajectory of children’s school outcomes through eighth grade. *Child Development*, *72*, 625–638. doi:10.1111/1467-8624.00301
- Hanscombe, K. B., Trzaskowski, M., Haworth, C. M. A., Davis, O. S. P., Dale, P. S., & Plomin, R. (2012). *Socioeconomic status (SES) and children’s intelligence: A large UK-representative twin study finds SES moderation of the environmental, not genetic, effect on IQ*. Manuscript submitted for publication.
- Harden, K. P., Turkheimer, E., & Loehlin, J. C. (2007). Genotype by environment interaction in adolescents’ cognitive aptitude. *Behavior Genetics*, *37*, 273–283. doi:10.1007/s10519-006-9113-4
- Hart, B., & Risley, T. (1995). *Meaningful differences*. Baltimore, MD: Brookes.
- Haworth, C. M. A., Wright, M. J., Luciano, M., Martin, N. G., de Geus, E. J. C., van Beijsterveldt, C. E. M., Plomin, R. (2010). The heritability of general cognitive ability increases linearly from childhood to young adulthood. *Molecular Psychiatry*, *15*, 1112–1120. doi: 10.1038/mp.2009.55
- Heckman, J. J. (2006, June 30). Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. *Science*, *312*, 1900–1902. doi: 10.1126/science.1128898
- Heckman, J. J. (2011). The American family in Black & White: A post-racial strategy for improving skills to promote equality. *Daedalus*, *140*(2), 70–89. doi:10.1162/DAED_a_00078
- Heine, S. J., Kitayama, S., Lehman, D. R., Takata, T., Ide, E., Lueng, C., & Matsumoto, H. (2001). Divergent consequences of success and failure in Japan and North America: An investigation of self-improving motivations and malleable selves. *Journal of Personality and Social Psychology*, *81*, 599–615. doi:10.1037/0022-3514.81.4.599
- Herrnstein, R. J., & Murray, C. (1994). *The bell curve: Intelligence and class structure in American life*. New York, NY: Free Press.
- Herrnstein, R. J., Nickerson, R. S., Sanchez, M., & Swets, J. A. (1986). Teaching thinking skills. *American Psychologist*, *41*, 1279–1289. doi: 10.1037/0003-066X.41.11.1279
- Ho, K.-C., Roessmann, U., Hause, L., & Monroe, G. (1981). Newborn brain weight in relation to maturity, sex, and race. *Annals of Neurology*, *10*, 243–246. doi:10.1002/ana.410100308
- Ho, K.-C., Roessmann, U., Straumfjord, J. V., & Monroe, G. (1980a). Analysis of brain weight. I. Adult brain weight in relation to sex, race, and age. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, *104*, 635–639.
- Ho, K.-C., Roessmann, U., Straumfjord, J. V., & Monroe, G. (1980b). Analysis of brain weight. II. Adult brain weight in relation to body height, weight, and surface area. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, *104*, 640–645.
- Horn, J. L. (1989). Models for intelligence. In R. Linn (Ed.), *Intelligence: Measurement theory and public policy* (pp. 29–73). Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Horn, J. L., & McArdle, J. J. (2007). Understanding human intelligence since Spearman. In R. Cudeck & R. MacCallum (Eds.), *Factor analysis at 100 years* (pp. 205–247). Mahwah, NJ: Erlbaum.

- Hulshoff Pol, H. E., Schnack, H. G., Posthuma, D., Mandl, R. C. W., Baare, W. F., van Oel, C., Kahn, R. S. (2006). Genetic contributions to human brain morphology and intelligence. *Journal of Neuroscience*, 26(40), 10235–10242. doi:10.1523/JNEUROSCI.1312-06.2006
- Hunt, E. (2011). *Human intelligence*. New York, NY: Cambridge University Press. Hyde, J. S., Lindberg, S. M., Lilnn, M. C., Ellis, A. B., & Williams, C. C. (2008, July 25). Gender similarities characterize math performance. *Science*, 321, 494–495. doi:10.1126/science.1160364
- Inlow, J. K., & Restifo, L. L. (2004). Molecular and comparative genetics of mental retardation. *Genetics*, 166, 835–881. doi:10.1534/genetics.166.2.835 Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2008). Improving fluid intelligence with training on working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 105, 6829–6833. doi:10.1073/pnas.0801268105
- Jaeggi, S. M., Studer-Luethi, B., Buschkuhl, M., Su, Y.-F., Jonides, J., & Perrig, W. J. (2010). The relationship between n-back performance and matrix reasoning – implications for training and transfer. *Intelligence*, 38, 625–635. doi:10.1016/j.intell.2010.09.001
- Janowsky, J. S., Chavez, B., & Orwoll, E. (2000). Sex steroids modify working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 407–414. doi:10.1162/089892900562228
- Jencks, C., Smith, M., Acland, H., Bane, M. J., Cohen, D., Gintis, H., Heyns, B., & Michelson, S. (1972). *Inequality: A reassessment of the effect of family and schooling in America*. New York, NY: Harper & Row.
- Jensen, A. R. (1994). Psychometric *g* related to differences in head size. *Personality and Individual Differences*, 17, 597–606. doi:10.1016/0191-8869(94)90132-5
- Jensen, A. R. (1998). *The g factor*. Westport, CT: Praeger. Jensen, A. R., & Johnson, F. W. (1994). Race and sex differences in head size and IQ. *Intelligence*, 18, 309–333. doi:10.1016/0160-2896(94)90032-9
- Johnson, W. (2010). Understanding the genetics of intelligence: Can height help? Can corn oil? *Current Directions in Psychological Science*, 19, 177–182. doi:10.1177/0963721410370136
- Johnson, W., & Bouchard, T. J., Jr. (2007). Sex differences in mental abilities: *g* masks the dimensions on which they lie. *Intelligence*, 35, 23–39. doi:10.1016/j.intell.2006.03.012
- Johnson, W., Deary, I. J., Silventoinen, K., Tynelius, P., & Rasmussen, F. (2010). Family background buys an education in Minnesota but not in Sweden. *Psychological Science*, 21, 1266–1273. doi:10.1177/0956797610379233
- Juan-Espinosa, M., García, L. F., Colom, R., & Abad, F. J. (2000). Testing the age related differentiation hypothesis through the Wechsler's scales. *Personality and Individual Differences*, 29, 1069–1075. doi:10.1016/S0191-8869(99)00254-8
- Jung, R. E., & Haier, R. J. (2007). The parieto-frontal integration theory (P-FIT) of intelligence: Converging neuroimaging evidence. *Behavioral and Brain Sciences*, 30, 135–187. doi:10.1017/S0140525X07001185
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., & Conway, A. R. A. (2005). Working memory capacity and fluid intelligence are strongly related constructs: Comment on Ackerman, Beier, and Boyle (2005). *Psychological Bulletin*, 131, 66–71. doi:10.1037/0033-2909.131.1.66
- Karbach, J., & Kray, J. (2009). How useful is executive control training? Age differences in near and far transfer of task-switching training. *Developmental Science*, 12, 978–990. doi:10.1111/j.1467-7687.2009.00846.x
- Karpiak, C. P., Buchanan, J. P., Hosey, M., & Smith, A. (2007). University students from single-sex and coeducational high schools: Differences in majors and attitudes at a Catholic university. *Psychology of Women Quarterly*, 31, 282–289. doi:10.1111/j.1471-6402.2007.00371.x
- Khaleefa, O., Sulman, A., & Lynn, R. (2009). An increase of intelligence in Sudan, 1987–2007. *Journal of Biosocial Science*, 41, 279–283. doi:10.1017/S0021932008003180
- Klingberg, T., Forssberg, H., & Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781–791. doi:10.1076/jcen.24.6.781.8395
- Knudsen, E. I., Heckman, J. J., Cameron, J. L., & Shonkoff, J. P. (2006). Economic, neurobiological, and behavioral perspectives on building America's future workforce. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 103, 10155–10162. doi:10.1073/pnas.0600888103
- Kramer, M. S. (2008). Breastfeeding and child cognitive development. *Archives of General Psychiatry*, 65, 578–584. doi:10.1001/archpsyc.65.5.578
- Kremen, W. S., Jacobson, K. C., & Xian, H. (2005). Heritability of word recognition in middle-aged men varies as a function of parental education. *Behavior Genetics*, 35, 417–433. doi:10.1007/s10519-004-3876-2
- Kristensen, P., & Bjerkedal, T. (2007, June 22). Explaining the relation between birth order and intelligence. *Science*, 316, 1717. doi:10.1126/science.1141493

- Kroger, J. K., Nystrom, L. E., Cohen, J. D., & Johnson-Laird, P. N. (2008). Distinct neural substrates for deductive and mathematical processing. *Brain Research*, 1243, 86–103. doi:10.1016/j.brainres.2008.07.128
- Kyllonen, P. C., & Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?! *Intelligence*, 14, 389–433. doi: 10.1016/S0160-2896(05)80012-1
- Larson, G. E., Haier, R. J., LaCasse, L., & Hazen, K. (1995). Evaluation of a "mental effort" hypothesis for correlations between cortical metabolism and intelligence. *Intelligence*, 21(3), 267–278. doi:10.1016/0160-2896(95)90017-9
- Lee, K. H., Choi, Y. Y., Gray, J. R., Cho, S. H., Chae, J. H., & Lee, S. (2006). Neural correlates of superior intelligence: Stronger recruitment of posterior parietal cortex. *NeuroImage*, 29(2), 578–586. doi:10.1016/j.neuroimage.2005.07.036
- Locurto, C. (1990). The malleability of IQ as judged from adoption studies. *Intelligence*, 14, 275–292. doi:10.1016/S0160-2896(10)80001-7
- Loehlin, J. C. (2002). The IQ paradox: Resolved? Still an open question. *Psychological Review*, 109, 754–758. doi:10.1037/0033-295X.109.4.754
- Loehlin, J. C., & Horn, J. M. (2000). Stoolmiller on restriction of range in adoption studies: A comment. *Behavior Genetics*, 30, 245–247. doi: 10.1023/A:1001922509893
- Loehlin, J. C., & Nichols, R. C. (1976). *Heredity, environment, and personality: A study of 850 sets of twins*. Austin, TX: University of Texas Press.
- Lucas, A., Morley, R., Cole, T. J., Lister, G., & Leeson-Payne, C. (1992). Breast milk and subsequent intelligence quotient in children born preterm. *The Lancet*, 339, 261–264. doi:10.1016/0140-6736(92)91329-7
- Luine, V. N. (2008). Sex steroids and cognitive function. *Journal of Neuroendocrinology*, 20, 866–872. doi:10.1111/j.1365-2826.2008.01710.x
- Lupton, M. K., Stahl, D., Archer, N., Foy, C., Poppe, M., Lovestone, S., Powell, J. F. (2010). Education, occupation and retirement age effects on the age of onset of Alzheimer's disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25, 30–36. doi:10.1002/gps.2294
- Lynn, R. (1987). The intelligence of Mongoloids: A psychometric, evolutionary, and neurological theory. *Personality and Individual Differences*, 8, 813–844. doi:10.1016/0191-8869(87)90135-8
- Lynn, R. (1989). Positive correlation between height, head size and IQ: A nutrition theory of the secular increases in intelligence. *British Journal of Psychology*, 59, 372–377.
- Lynn, R. (2004). The intelligence of American Jews. *Personality and Individual Differences*, 36, 201–206. doi:10.1016/S0191-8869(03)00079-5
- Lynn, R. (2006). On the high intelligence and cognitive achievements of Jews in Britain. *Intelligence*, 34, 541–547. doi:10.1016/j.intell.2006.03.011
- Lynn, R., & Irving, P. (2004). Sex differences on the Progressive Matrices: A meta-analysis. *Intelligence*, 32, 481–498. doi:10.1016/j.intell.2004.06.008
- Lynn, R., & Vanhanen, T. (2002). *IQ and the wealth of nations*. Westport, CT: Praeger.
- Lyons, M. J., York, T. P., Franz, C. E., Grant, M. D., Eaves, L. J., Jacobson, K. C., Kremen, W. S. (2009). Genes determine stability and the environment determines change in cognitive ability during 35 years of adulthood. *Psychological Science*, 20, 1146–1152. doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02425.x
- Mackey, A. P., Hill, S. S., Stone, S. I., & Bunge, S. A. (2011). Differential effects of reasoning and speed training in children. *Developmental Science*, 14, 582–590. doi:10.1111/j.1467-7687.2010.01005x
- Mael, F., Alonso, A., Gibson, D., Rogers, K., & Smith, M. (2005). *Single-sex versus coeducational schooling: A systematic review*. Washington, DC: U.S. Department of Education, Office of Planning, Evaluation and Policy Development, Policy and Program Studies Service. Retrieved from <http://www2.ed.gov/rschstat/eval/other/single-sex/single-sex.pdf>
- Maguire, E. A., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D. (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 97, 4398–4403. doi:10.1073/pnas.070039597
- Markus, H. R., & Kitayama, S. (1991). Culture and the self: Implications for cognition, emotion, and motivation. *Psychological Review*, 98, 224–253. doi:10.1037/0033-295X.98.2.224
- McArdle, J. J., Ferrer-Caja, E., Hamagami, F., & Woodcock, R. (2002). Comparative longitudinal structural analyses of the growth and decline of multiple intellectual abilities over the life span. *Developmental Psychology*, 38, 115–142. doi:10.1037/0012-1649.38.1.115
- McArdle, J. J., Hamagami, F., Meredith, W., & Bradway, K. P. (2000). Modeling the dynamic hypotheses of Gf–Gc theory using longitudinal life-span data. *Learning and Individual Differences*, 12, 53–79. doi: 10.1016/S1041-6080(00)00036-4

- McCabe, S. E., Knight, J. R., Teter, C. J., & Wechsler, H. (2005). Non-medical use of prescription stimulants among US college students: Prevalence and correlates from a national survey. *Addiction, 100*, 96–106. doi:10.1111/j.1360-0443.2005.00944.x
- McDaniel, M. A. (2005). Big-brained people are smarter: A meta-analysis of the relationship between in vivo brain volume and intelligence. *Intelligence, 33*, 337–346. doi:10.1016/j.intell.2004.11.005
- McEwen, B. S. (2000). The neurobiology of stress: From serendipity to clinical relevance. *Brain Research, 886*, 172–189. doi:10.1016/S0006-8993(00)02950-4
- McGlone, M. S., & Aronson, J. (2006). Stereotype threat, identity salience, and spatial reasoning. *Journal of Applied Developmental Psychology, 27*, 486–493. doi:10.1016/j.appdev.2006.06.003
- McGue, M., & Bouchard, T. J. (1998). Genetic and environmental influences on human behavioral differences. *Annual Review of Neuroscience, 21*, 1–24. doi:10.1146/annurev.neuro.21.1.1
- McGue, M., Bouchard, T. J., Jr., Iacono, W. G., & Lykken, D. T. (1993). Behavioral genetics of cognitive ability: A life-span perspective. In R. Plomin & G. E. McClearn (Eds.), *Nature, nurture and psychology* (pp. 59–76). Washington, DC: American Psychological Association. doi: 10.1037/10131-003
- McGue, M., Keyes, M., Sharma, A., Elkins, I., Legrand, L., Johnson, W., & Iacono, W. G. (2007). The environments of adopted and non-adopted youth: Evidence on range restriction from the sibling interaction and behavior study (SIBS). *Behavior Genetics, 37*, 449–462. doi:10.1007/s10519-007-9142-7
- Meisenberg, G., Lawless, E., Lambert, E., & Newton, A. (2005). The Flynn effect in the Caribbean: Generational change in test performance in Dominica. *Mankind Quarterly, 46*, 29–70.
- Melton, L. (2005, December 17). Use it, don't lose it. *New Scientist, 188*, 32–35. Mingroni, M. A. (2004). The secular rise in IQ: Giving heterosis a closer look. *Intelligence, 32*, 65–83. doi:10.1016/S0160-2896(03)00058-8
- Mingroni, M. A. (2007). Resolving the IQ paradox: Heterosis as the cause of the Flynn effect and other trends. *Psychological Review, 114*, 806–829. doi:10.1037/0033-295X.114.3.806
- Mischel, W., Shoda, Y., & Peake, P. K. (1988). The nature of adolescent competencies predicted by preschool delay of gratification. *Journal of Personality and Social Psychology, 54*, 687–696. doi:10.1037/0022-3514.54.4.687
- Moore, E. C. J. (1986). Family socialization and the IQ test performance of traditionally and trans-racially adopted Black children. *Developmental Psychology, 22*, 317–326. doi:10.1037/0012-1649.22.3.317
- Mortensen, E. L., Michaelsen, K. M., Sanders, S. A., & Reinisch, J. M. (2002). The association between duration of breastfeeding and adult intelligence. *JAMA: Journal of the American Medical Association, 287*, 2365–2371. doi:10.1001/jama.287.18.2365
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Gonzalez, E. J., & Kennedy, A. M. (2003). *PIRLS 2001 International Report: IEA's study of reading literacy achievement in primary school in 35 countries*. Chestnut Hill, MA: Boston College, Lynch School of Education, TIMSS & PIRLS International Study Center. Retrieved from http://timss.bc.edu/pirls2001i/PIRLS2001_Pubs_IR.html
- Murray, C. (2006). Changes over time in the Black–White difference on mental tests: Evidence from the children of the 1979 cohort of the National Longitudinal Survey of Youth. *Intelligence, 34*, 527–540. doi:10.1016/j.intell.2006.07.004
- Must, O., Must, A., & Raudik, V. (2003). The secular rise in IQs: In Estonia, the Flynn effect is not a Jensen effect. *Intelligence, 31*, 461–471. doi:10.1016/S0160-2896(03)00013-8
- Myrianthopoulos, N. C., & French, K. S. (1968). An application of the U.S. Bureau of the Census socioeconomic index to a large diversified population. *Social Science and Medicine, 2*, 283–299. doi:10.1016/0037-7856(68)90004-8
- Nagoshi, C. T., & Johnson, R. C. (2005). Socioeconomic status does not moderate the familiarity of cognitive abilities in the Hawaii Family Study of Cognition. *Journal of Biosocial Science, 37*, 773–781. doi: 10.1017/S0021932004007023
- Neisser, U., Boodoo, G., Bouchard, T. J., Jr., Boykin, A. W., Brody, N., Ceci, S. J., . . . Urbina, S. (1996). Intelligence: Knowns and unknowns. *American Psychologist, 51*, 77–101. doi:10.1037/0003-066X.51.2.77
- Neubauer, A., & Fink, A. (2009). Intelligence and neural efficiency: Measures of brain activity versus measures of functional connectivity in the brain. *Intelligence, 37*, 223–229. doi:10.1016/j.intell.2008.10.008
- Nisbett, R. E. (2005). Heredity, environment, and race differences in IQ: A commentary on Rushton and Jensen. *Psychology, Public Policy, and Law, 11*, 302–310. doi:10.1037/1076-8971.11.2.302
- Nisbett, R. E. (2009). *Intelligence and how to get it: Why schools and cultures count*. New York, NY: Norton.
- Olesen, P. J., Westerberg, H., & Klingberg, T. (2004). Increased prefrontal and parietal activity after training of working memory. *Nature Neuroscience, 7*, 75–79. doi:10.1038/nn1165
- Phillips, M., Brooks-Gunn, J., Duncan, G. J., Klebanov, P. K., & Crane, J. (1998). Family background, parenting practices, and the Black–White test score gap. In C. Jencks & M. Phillips (Eds.), *The Black–White test score gap* (pp. 102–145). Washington, DC: Brookings Institution Press.

- Pietschnig, J., Voracek, M., & Formann, A. K. (2010). Pervasiveness of the IQ rise: A cross-temporal meta-analysis. *PLoS ONE*, *5*, e14406. doi:10.1371/journal.pone.0014406
- Plomin, R., DeFries, J. C., & McClearn, G. E. (1990). *Behavioral genetics: A primer*(2nd ed.). New York, NY: Freeman.
- Plomin, R., Loehlin, J. C., & DeFries, J. C. (1985). Genetic and environmental components of “environmental” influences. *Developmental Psychology*, *21*, 391–402. doi:10.1037/0012-1649.21.3.391
- Quinn, P. C., & Liben, L. S. (2008). A sex difference in mental rotation in young infants. *Psychological Science*, *19*, 1067–1070. doi:10.1111/j.1467-9280.2008.02201.x
- Ramey, C. T., Campbell, F. A., Burchinal, M., Skinner, M. L., Gardner, D. M., & Ramey, S. L. (2000). Persistent effects of early childhood education on high-risk children and their mothers. *Applied Developmental Science*, *4*, 2–14. doi:10.1207/S1532480XADS0401_1
- Ramey, S. L., & Ramey, C. T. (1999). Early experience and early intervention for children “at risk” for developmental delay and mental retardation. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, *5*, 1–10. doi:10.1002/(SICI)1098-2779(1999)5:1_1::AID-MRDD1_3.0.CO;2-F
- Ramsden, S., Richardson, F. M., Josse, G., Thomas, M. S. C., Ellis, C., Shakeshaft, C., . . . Price, C. J. (2011, November 3). Verbal and nonverbal intelligence changes in the teenage brain. *Nature*, *479*, 113–116. doi:10.1038/nature10514
- Rohwedder, S., & Willis, R. J. (2010). Mental retirement. *Journal of Economic Perspectives*, *24*, 119–138. doi:10.1257/jep.24.1.119
- Rowe, D. C., Jacobson, K. C., & Van den Oord, E. J. C. G. (1999). Genetic and environmental influences on vocabulary IQ. *Child Development*, *70*, 1151–1162. doi:10.1111/1467-8624.00084
- Rowe, D. C., & Rodgers, J. L. (2002). Expanding variance and the case of historical changes in IQ means: A critique of Dickens and Flynn (2001). *Psychological Review*, *109*, 759–763. doi:10.1037/0033-295X.109.4.759
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., & Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, *102*, 14931–14936. doi:10.1073/pnas.0506897102
- Rushton, J. P. (1995). *Race, evolution and behavior: A life history perspective*. New Brunswick, NJ: Transaction.
- Rushton, J. P. (1999). Secular gains in IQ not related to the *g* factor and inbreeding depression— unlike Black–White differences: A reply to Flynn. *Personality and Individual Differences*, *26*, 381–389.
- Rushton, J. P. (2000). Flynn effects not genetic and unrelated to race differences. *American Psychologist*, *55*, 542–543. doi:10.1037/0003-066X.55.5.542
- Rushton, J. P. (2010). Brain size as an explanation of national differences in IQ, longevity, and other life-history variables. *Personality and Individual Differences*, *48*, 97–99. doi:10.1016/j.paid.2009.07.029
- Rushton, J. P., & Jensen, A. R. (2005a). Thirty years of research on race differences in cognitive ability. *Psychology, Public Policy, and Law*, *11*, 235–294. doi:10.1037/1076-8971.11.2.235
- Rushton, J. P., & Jensen, A. R. (2005b). Wanted: More race realism, less moralistic fallacy. *Psychology, Public Policy, and Law*, *11*, 328–336. doi:10.1037/1076-8971.11.2.328
- Rushton, J. P., & Jensen, A. R. (2006). The totality of available evidence shows the race IQ gap still remains. *Psychological Science*, *17*, 921–922. doi:10.1111/j.1467-9280.2006.01803.x
- Rushton, J. P., & Jensen, A. R. (2010). Race and IQ: A theory-based review of the research in Richard Nisbett's *Intelligence and How to Get It*. *The Open Psychology Journal*, *3*, 9–35. doi:10.2174/1874350101003010009
- Rypma, B., Berger, J. S., Prabhakaran, V., Bly, B. M., Kimberg, D. Y., & Biswal, B. B. (2006). Neural correlates of cognitive efficiency. *Neuro-Image*, *33*(3), 969–979. doi:10.1016/j.neuroimage.2006.05.065
- Sackett, P. R., Hardison, C. M., & Cullen, M. J. (2004). On interpreting stereotype threat as accounting for African American–White differences on cognitive tests. *American Psychologist*, *59*, 7–13. doi:10.1037/0003-066X.59.1.7
- Sahakian, B., & Morein-Zamir. (2007, December 20). Professor's little helper. *Nature*, *450*, 1157–1159. doi:10.1038/4501157a
- Salthouse, T. A. (1996). The processing-speed theory of adult age differences in cognition. *Psychological Review*, *103*, 403–428. doi:10.1037/0033-295X.103.3.403
- Salthouse, T. A. (2006). Mental exercise and mental aging: Evaluating the “use it or lose it” hypothesis. *Perspectives on Psychological Science*, *1*, 68–87. doi:10.1111/j.1745-6916.2006.00005.x
- Salthouse, T. A. (2010). *Major issues in cognitive aging*. New York, NY: Oxford University Press.
- Salthouse, T. A., & Pink, J. E. (2008). Why is working memory related to fluid intelligence? *Psychonomic Bulletin and Review*, *15*, 364–371. doi:10.3758/PBR.15.2.364

- Sampson, E. E. (1988). The debate on individualism: Indigenous psychologies of the individual and their role in personal and societal functioning. *American Psychologist*, *43*, 15–22. doi:10.1037/0003-066X.43.1.15
- Sanz de Acedo Lizarraga, M. L., Ugarte, M. D., Iriarte, M. D., & Sanz de Acedo Baquedano, M. T. (2003). Immediate and long-term effects of a cognitive intervention of intelligence, self-regulation, and academic achievement. *European Journal of Psychology of Education*, *18*, 59–74. doi:10.1007/BF03173604
- Sarikouch, S., Peters, B., Gutberiet, M., Leismann, B., Kelter-Kloeping, A., Koerperich, H., . . . Beerbaum, P. (2010). Sex-specific pediatric percentiles for ventricular size and mass as reference values for cardiac MRI: Assessment by steady-state free-precession and phase-contrast MRI flow. *Circulation: Cardiovascular Imaging*, *3*, 65–76. doi:10.1161/CIRCIMAGING.109.859074
- Scarr, S. (1981). *Race, social class, and individual differences in IQ: New studies of old issues*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Scarr, S., & Weinberg, R. A. (1976). IQ test performance of Black children adopted by White parents. *American Psychologist*, *October*, 726–739. doi:10.1037/0003-066X.31.10.726
- Scarr-Salapatek, S. (1971). Race, social class, and IQ. *Science*, *174*, 1285–1295. doi:10.1126/science.174.4016.1285
- Schmeichel, B. J., Volokhov, R. N., & Demaree, H. A. (2008). Working memory capacity and the self-regulation of emotional expression and experience. *Journal of Personality and Social Psychology*, *95*, 1526–1540. doi:10.1037/a0013345
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin*, *124*, 262–274. doi:10.1037/0033-2909.124.2.262
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (2004). General mental ability in the world of work: Occupational attainment and job performance. *Journal of Personality and Social Psychology*, *86*, 162–173. doi:10.1037/0022-3514.86.1.162
- Schmidt, I. M., Molgaard, C., Main, K. M., & Michaelsen, K. F. (2001). Effect of gender and lean body mass on kidney size in healthy 10-year-old children. *Pediatric Nephrology*, *16*, 366–370. doi:10.1007/s004670100568
- Schmiedek, F., Lövdén, M., & Lindenberger, U. (2010). Hundred days of cognitive training enhance broad cognitive abilities in adulthood: Findings from the COGITO study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *2*, 1–10. doi:10.3389/fnagi.2010.00027
- Schoenemann, P. T., Budinger, T. F., Sarich, V. M., & Wang, W. S.-Y. (2000). Brain size does not predict general cognitive ability within families. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, *97*, 4932–4937. doi:10.1073/pnas.97.9.4932
- Schweinhart, L. J., Montie, J., Xiang, Z., Barnett, W. S., Belfield, C. R., & Nores, M. (2005). *Lifetime effects: The High/Scope Perry Preschool Study through age 40* (Monographs of the HighScope Educational Research Foundation, No. 14). Ypsilanti, MI: High/Scope Press.
- Schweinhart, L. J., & Weikart, D. P. (1980). *Young children grow up: The effects of the Perry Preschool Program on youths through age 15* (Monographs of the HighScope Educational Research Foundation, No. 7). Ypsilanti, MI: High/Scope Press.
- Schweinhart, L. J., & Weikart, D. P. (1993). Success by empowerment: The High/Scope Perry Preschool Study through age 27. *Young Children*, *49*, 54–58.
- Shamosh, N. A., & Gray, J. R. (2007). The relation between fluid intelligence and self-regulatory depletion. *Cognition and Emotion*, *21*, 1833–1843. doi:10.1080/02699930701273658
- Sharkey, P. (2010). The acute effect of local homicides on children's cognitive performance. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, *107*, 11733–11738. doi:10.1073/pnas.1000690107
- Sowell, E. R., Thompson, P. M., Leonard, C. M., Welcome, S. E., Kan, E., & Toga, A. W. (2004). Longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. *Journal of Neuroscience*, *24*(38), 8223–8231. doi:10.1523/JNEUROSCI.1798-04.2004
- Steele, C. M., & Aronson, J. (1995). Stereotype threat and the intellectual test performance of African Americans. *Journal of Personality and Social Psychology*, *69*, 797–811. doi:10.1037/0022-3514.69.5.797
- Steele, C. M., Spencer, S., & Aronson, J. (2002). Contending with group image: The psychology of stereotype and social identity threat. *Advances in Experimental Social Psychology*, *37*, 379–440. doi:10.1016/S0065-2601(02)80009-0
- Stephenson, C. L., & Halpern, D. F. (2012). *Improved fluid intelligence limited to increasing working memory capacity using intensive n-back tasks with a visuospatial component*. Manuscript submitted for publication.
- Sternberg, R. J. (1999). The theory of successful intelligence. *Review of General Psychology*, *3*, 292–316. doi:10.1037/1089-2680.3.4.292
- Sternberg, R. J. (2006). The Rainbow Project: Enhancing the SAT through assessments of analytic, practical, and creative skills. *Intelligence*, *34*, 321–350. doi:10.1016/j.intell.2006.01.002
- Sternberg, R. J. (2007, July 6). Finding students who are wise, practical, and creative. *The Chronicle of Higher Education*, p. B11. Retrieved from <http://chronicle.com/article/Finding-Students-Who-Are-Wise/15549>

- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (Eds.). (2002). *The general factor of intelligence: How general is it?* Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Stevenson, H. W., Lee, S. Y., Chen, C., Stigler, J. W., Hsu, C. C., & Kitamura, S. (1990). Contexts of achievement: A study of American, Chinese, and Japanese children. *Monographs for the Society for Research in Child Development*, 55(1–2, Serial No. 221).
- Stoolmiller, M. (1999). Implications of the restricted range of family environments for estimates of heritability and nonshared environment in behavior-genetic adoption studies. *Psychological Bulletin*, 125, 392–409. doi:10.1037/0033-2909.125.4.392
- Sundet, J. M., Barlaug, D. G., & Torjussen, T. M. (2004). The end of the Flynn effect? A study of secular trends in mean intelligence test scores of Norwegian conscripts during half a century. *Intelligence*, 32, 349–362. doi:10.1016/S0160-2896(04)00052-2
- Sundet, J. M., Eriksen, W., Borren, I., & Tambs, K. (2010). The Flynn effect in sibships: Investigating the role of age differences between siblings. *Intelligence*, 38, 38–44. doi:10.1016/j.intell.2009.11.005
- Süß, H., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O., & Schulze, R. (2002). Working-memory capacity explains reasoning ability—and a little bit more. *Intelligence*, 30, 261–288. doi:10.1016/S0160-2896(01)00100-3
- Teasdale, T. W., & Owen, D. R. (1989). Continued secular increases in intelligence and a stable prevalence of high intelligence levels. *Intelligence*, 13, 255–262. doi:10.1016/0160-2896(89)90021-4
- Teasdale, T. W., & Owen, D. R. (2000). Forty-year secular trends in cognitive abilities. *Intelligence*, 28, 115–120. doi:10.1016/S0160-2896(99)00034-3
- Thompson, P. M., Cannon, T. D., Narr, K. L., van Erp, T., Poutanen, V. P., & Huttunen, M. (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4(12), 1253–1258. doi:10.1038/nn758
- Toga, A. W., & Thompson, P. M. (2005). Genetics of brain structure and intelligence. *Annual Review of Neuroscience*, 28, 1–23. doi:10.1146/annurev.neuro.28.061604.135655
- Tranter, L. J., & Koutstaal, W. (2007). Age and flexible thinking: An experimental demonstration of the beneficial effects of increased cognitively stimulating activity on fluid intelligence in healthy older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 15, 184–207.
- Tucker-Drob, E. M., Rhemtulla, M., Harden, K. P., Turkheimer, E., & Fask, D. (2011). Emergence of a gene × socioeconomic status interaction on infant mental ability between 10 months and 2 years. *Psychological Science*, 22, 125–133. doi:10.1177/0956797610392926
- Turkheimer, E., Blair, C., Sojourner, A., Protzko, J., & Horn, E. (2012). *Gene environment interaction for IQ in a randomized clinical trial*. Unpublished manuscript, Department of Psychology, University of Virginia, Charlottesville.
- Turkheimer, E., Haley, A., Waldron, M., D'Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2003). Socioeconomic status modifies heritability of IQ in young children. *Psychological Science*, 14, 623–628. doi:10.1046/j.0956-7976.2003.psci_1475.x
- Turkheimer, E., Harden, K. P., D'Onofrio, B., & Gottesman, I. I. (2009). The Scarr–Rowe interaction between measured socioeconomic status and the heritability of cognitive ability. In K. McCartney & R. A. Weinberg (Eds.), *Experience and development: A festschrift in honor of Sandra Wood Scarr* (pp. 81–97). New York, NY: Psychology Press.
- Turner, M. L., & Engle, R. W. (1989). Is working memory capacity task dependent? *Journal of Memory and Language*, 28, 127–154. doi: 10.1016/0749-596X(89)90040-5
- van der Maas, H. L., Dolan, C. V., Grasman, R. P., Wicherts, J. M., Huizenga, H. M., & Raijmakers, M. E. (2006). A dynamical model of general intelligence: The positive manifold of intelligence by mutualism. *Psychological Review*, 113, 842–861. doi:10.1037/0033-295X.113.4.842
- van der Sluis, S., Willemsen, G., de Geus, E. J. C., Boomsma, D. I., & Posthuma, D. (2008). Gene–environment interaction in adults' IQ scores: Measures of past and present environment. *Behavior Genetics*, 38, 348–360. doi:10.1007/s10519-008-9212-5
- van IJzendoorn, M. H., Juffer, F., & Poelhuis, C. W. K. (2005). Adoption and cognitive development: A meta-analytic comparison of adopted and nonadopted children's IQ and school performance. *Psychological Bulletin*, 131, 301–316. doi:10.1037/0033-2909.131.2.301
- van Leeuwen, M., Peper, J. S., van den Berg, S. M., Brouwer, R. M., Hulshoff Pol, H. E., & Kahn, R. S. (2009). A genetic analysis of brain volumes and IQ in children. *Intelligence*, 37(2), 181–191. doi:10.1016/j.intell.2008.10.005
- Volkmar, F. R., & Sparrow, S. S. (1993). Sex differences in pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 23, 579–591. doi:10.1007/BF01046103
- Wai, J., Cacchio, M., Putallaz, M., & Makel, M. C. (2010). Sex differences in the right tail of cognitive abilities: A 30 year examination. *Intelligence*, 38, 412–423. doi:10.1016/j.intell.2010.04.006
- Wallentin, M. (2009). Putative sex differences in verbal abilities and language cortex: A critical review. *Brain and Language*, 108, 175–183. doi:10.1016/j.bandl.2008.07.001

- Walton, G. M., & Spencer, S. J. (2009). Latent ability: Grades and test scores systemically underestimate the intellectual ability of negatively stereotyped students. *Psychological Science, 20*, 1132–1139. doi: 10.1111/j.1467-9280.2009.02417.x
- Waltz, J. A., Knowlton, B. J., Holyoak, K. J., Boone, K. B., Mishkin, F. S., & de Menezes Santos, M. (1999). A system for relational reasoning in human prefrontal cortex. *Psychological Science, 10*(2), 119–125. doi: 10.1111/1467-9280.00118
- Weedon, M. N., Lango, H., Lindgren, C. M., Wallace, C., Evans, D. M., Mangino, M., et al. (2008). Genome-wide association analysis identifies 20 loci that influence adult height. *Nature Genetics, 40*, 575–583. doi:10.1038/ng.121 Weinberg, R. A., Scarr, S., &
- Waldman, I. D. (1992). The Minnesota Transracial Adoption Study: A follow-up of IQ test performance at adolescence. *Intelligence, 16*, 117–135. doi:10.1016/0160-2896(92)90028-
- P Weyl, N. (1969). Some comparative performance indexes of American ethnic minorities. *Mankind Quarterly, 9*, 106–119.
- Wicherts, J. M., Jelte, M., Dolan, C. V., & Hessen, D. J. (2004). Are intelligence test measurements invariant over time? Investigating the nature of the Flynn effect. *Intelligence, 32*, 509–537. doi:10.1016/j.intell.2004.07.002
- Wichman, A. L., Rodgers, J. L., & MacCallum, R. C. (2006). A multilevel approach to the relationship between birth order and intelligence. *Personality and Social Psychology Bulletin, 32*, 117–127. doi:10.1177/0146167205279581
- Willis, J. O., Dumont, R., & Kaufman, A. S. (2011). Factor-analytic models of intelligence. In R. J. Sternberg & S. B. Kaufman (Eds.), *The Cambridge handbook of intelligence* (pp. 39–57). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Wolf, O. T., & Kirschbaum, C. (2002). Endogenous estradiol and testosterone levels are associated with cognitive performance in older women and men. *Hormones and Behavior, 41*, 259–266. doi:10.1006/hbeh.2002.1770 Zajonc, R. B. (1976, April 16). Family configuration and intelligence. *Science, 192*, 227–236. doi:10.1126/science.192.4236.227
- Zajonc, R. B., & Sulloway, F. J. (2007). The confluence model: Birth order as a within-family or between-family dynamic? *Personality and Social Psychology Bulletin, 33*, 1187–1194. doi:10.1177/0146167207303017