

VOLUMEN CEREBRAL, SUBSTANCIA GRIS Y RAZA ¿UN HECHO O UNA FICCION? ¹

PHILLIP V. TOBIAS

En esta época de la biología celular y molecular, se están aplicando al estudio del sistema nervioso nuevas técnicas cada vez más elaboradas. Se estudia el cerebro con el microscopio electrónico, con la autoradiografía, por la absorción ultravioleta espectromicrofotométrica, con el análisis bioquímico, los modelos cibernéticos, el cultivo de tejidos y un sinnúmero de otros métodos. A la luz de estos avances es casi inconcebible que quede algo por decir acerca de una medida tan tosca como es el tamaño total del cerebro. Sin embargo es un hecho sorprendente que hay todavía mucho que decir, y temo que casi todo sea negativo, porque gran parte de lo que se afirma no resiste a un sereno escrutinio científico.

El tema de este artículo, "Volumen cerebral, sustancia gris y raza, ¿un hecho o una ficción?" se basa en la afirmación tan reiterada de que las razas humanas difieren en la cantidad de masa cerebral y, sobre todo, de sustancia gris en la corteza cerebral. Mas específicamente está basado en las aseveraciones de que los negros tienen cerebros más pequeños que los blancos o caucasoides; y también en la inferencia a que se recurre frecuentemente de que una acción en apariencia menos intelectual por parte de negros se debe a tales supuestas diferencias en volumen cerebral.

Mi propósito es examinar las pruebas aducidas para llegar a esta conclusión, tratando de analizar y separar los hechos reales de los supuestos. Veremos que la evidencia es inadecuada o, en ciertos aspectos, se carece totalmente de ella. Además procuraré

¹ La versión inglesa original fue publicada en *Amer. Jour. Phys. Anthropol.* (32: 3-26. 1970), con el título de "Brain-size, Grey Matter and Race — Fact or Fiction?", y es el texto de una conferencia pronunciada por el doctor Tobias el 25 de marzo de 1969. Agradecemos al editor de *AJPhA*, al The Wistar Institute y al autor la autorización gentilmente concedida para publicar esta versión española.

examinar el significado de las diferencias de volumen cerebral a la luz de las más recientes investigaciones neurohistológicas y neurofisiológicas así como desde el punto de vista evolutivo. Y que si bien las diferencias en volumen cerebral han sido válidamente comprobadas entre poblaciones distintas, no han podido explicar debidamente las variaciones en la función cerebral y en los logros alcanzados por los seres humanos vivos.

Además encontraremos que tales variaciones, si es que en realidad existen, no parecen ser de mucha importancia en el hombre moderno. Veremos que en este universo en expansión, el nuestro es un mundo de cerebros que van contrayéndose. En fin, se procurará examinar algo más críticamente las afirmaciones hechas acerca de la substancia gris en los hombres actuales.

Algunas creencias sobre raza y poder cerebral

Se afirma a menudo que las razas difieren en capacidad intelectual. Por ejemplo, en 1961 y otra vez en 1962, en un informe sobre "La biología del problema racial", preparado por encargo del gobernador de Alabama, cita George *tests* de inteligencia, estadísticas criminales, rasgos de comportamiento y temperamento, por los cuales pretende probar que existen diferencias entre blancos y negros. Estas declaraciones de George han sido citadas por Hofmeyr (1961), Swan (1964), Putnam (1963 y 1967) y otros. No siendo yo psicólogo, criminólogo o sociólogo no me siento competente para hacer con autoridad ningún comentario acerca de las estadísticas, la objetividad con que fueron obtenidas, el grado en que factores tales como el medio económico y educativo fueron tomados en consideración en el estudio de las estadísticas criminales, ni la validez de las afirmaciones de que las diferencias alegadas se basan en factores raciales, es decir en diferencias innatas o genéticas.

Sin embargo, me siento en mejor posición para expresar una opinión cuando George (1962), Swan (1964), Putnam (1963, 1967) y otros atribuyen tales diferencias a causas *anatómicas* innatas. Los rasgos más importantes citados por estos autores son el tamaño del cerebro, la conformación de las cisuras en la corteza y el espesor de la capa supragranular de la substancia gris cortical. Por ejemplo encontramos que Putnam (1967) dice:

Tenemos bastantes estudios sobre el cerebro de negros, bajo circunstancias bastante variadas, para poder hablar con certeza de su peso relativo. Cuando este carácter se combina con estudios de sus otros factores, tales como la variación de los surcos corticales y el grosor de la capa supragranular, también podemos hablar con seguridad de su relativo *status* evolutivo (*Op. cit.* p. 103.)

Dichos autores pretenden que este grupo de hechos supuestos señala un *status* evolutivo inferior del cerebro negro, lo cual a su vez, implica una menor capacidad para aprender (e.g. Putnam, 1967, p. 106).

De igual manera, después de detallar estadísticas criminales para comunidades negra y blanca, George (1962, p. 25) se refiere a los cerebros de negros y blancos con las siguientes palabras: "Ahora debemos tratar de considerar el grado en que se pueden atribuir estas diferencias a causas morfológicas innatas más bien que ambientales." Y añade:

¿Hay variaciones estructurales y otras biológicas hereditarias entre individuos y razas que podrían servir para explicar las diferencias observadas en la inteligencia y en el comportamiento, en aquellas áreas de actividad que constituyen la civilización occidental? La presencia de tales diferencias no es solo una expectativa razonable sino que está apoyada por la evidencia (*Op. cit.* p. 25.)

La validez de tal argumento depende de dos tipos de premisas: 1) la exactitud de las afirmaciones sobre las diferencias en la anatomía de los cerebros; y 2) la realidad de la conclusión de que tales variaciones, si están presentes, implican diferencias funcionales relacionadas con el comportamiento social, habilidad para aprender, "el comportamiento en aquellas áreas de actividad que constituyen la civilización occidental", etcétera.

Quizás la diferencia anatómica más importante que se aduce está relacionada con el volumen cerebral. Así, Swan (1964, p. 33) declara: "A pesar de las dificultades del muestreo y las variaciones en métodos, se han completado bastantes estudios raciales comparativos de peso cerebral para justificar una descripción cuantitativa de las diferencias raciales. La capacidad craneal media de europeos blancos es de 100 a 175 c.c. mayor que la de negros africanos, y su peso cerebral medio es algo como 8 a 12% más grande." (*Op. cit.*, p. 33.)

¿Cuáles son los hechos disponibles acerca del volumen cerebral? Primero, ¿qué medida de volumen cerebral debemos utilizar? Si el verdadero cerebro es asequible podemos pesarlo o, menos satisfactoriamente, determinar su volumen. Si no se cuenta con el cerebro mismo, todavía cabe obtener una aproximación al volumen cerebral determinando la capacidad del cráneo. Sin embargo, la caja craneal aloja mucho más que el simple cerebro. Cuando decimos que un cráneo tiene una capacidad endocraneal de 1 400 c.c., esto incluye no sólo el tejido cerebral, sino también las raíces y troncos intracraneales de no menos de 24 nervios craneales, la gruesa envoltura cerebral externa o duramadre, las dos cubiertas interiores más delgadas (aracnoide y piamadre), el espacio subaracnoideo y sus ampliaciones llamadas cisternas conteniendo flúido, numerosos vasos sanguíneos incluyendo canales venosos especiales ensanchados conocidos como senos venosos craneales, sangre y fluido cerebro-espinal. Es decir, que sólo una parte de la capacidad craneal está ocupada por tejido cerebral: los cálculos de esta proporción varían de 10% (Brandes, 1927) a 33.33% (Mettler, 1955). Además tal relación no es una cifra constante durante el curso de la vida adulta de cualquier individuo, porque el cerebro se reduce con la edad, durante ciertas enfermedades y bajo algunas otras circunstancias, aunque la propia caja craneal no ha sido demostrado que disminuya. De ahí que mientras se producen cambios cualitativos en la vida, aumenta el volumen de capacidad craneal que puede ser ocupado progresivamente con materia neuronal. Por estas razones, la capacidad craneal es un indicador del tamaño cerebral menos confiable que el propio peso cerebral. Tratando del hombre fósil, es forzoso aceptar la capacidad craneal como nuestro único guía para el tamaño cerebral. Pero refiriéndonos al hombre vivo podemos determinar el tamaño del propio cerebro y así eliminar por lo menos algunas fuentes de errores innecesarios. En esta discusión acerca del tamaño cerebral del hombre contemporáneo concentraremos en gran parte la atención en el verdadero peso cerebral, comprobando que aun esta medida no resulta de tan fácil determinación como se supone, y que si bien evitamos de este modo ciertos errores al no confiar en la capacidad craneal, quedan todavía un gran número de posibles fuentes de discrepancia.

Algunos hechos sobre el peso del cerebro

Hace más de 130 años que se están acumulando datos sobre el peso y el volumen del cerebro humano, o la capacidad craneal, en muestras obtenidas de distintos grupos raciales. Ya en 1849 publicó Morton observaciones sobre la capacidad de cráneos procedentes de poblaciones diversas; la capacidad media de una reducida serie de cráneos negros fue el 91.3% de la media obtenida con una muestra muy pequeña de cráneos caucasoides: siendo sus valores 1360.1 c.c. y 1489.6 c.c. respectivamente (convertidos a unidades métricas por Pearl, en 1934). Otros estudios sobre capacidad craneal dieron resultados semejantes (Peacock, 1865, el 88.4% en 9 cráneos negros y 16 cráneos europeos; Duckworth, 1904, el 92.5%).

Las referencias más antiguas acerca del peso cerebral del negro, hasta donde conocemos, corresponden a Soemmering (1788) quien pesó dos cerebros; Tiedemann (1836) uno, y también uno Sir Astley Cooper (citado por Peacock, 1865). Peacock pesó 5 cerebros negros; de acuerdo con Pearl (1934), Peacock añadió otros dos pesos cerebrales de unas tablas compiladas por John Reid; cinco de estos 7 individuos eran varones, informando que 3 de ellos habían muerto de tuberculosis y en un estado de gran extenuación. El peso medio de estos 5 cerebros fue calculado por Pearl (1934) en 1 256.8 gr. En 1885 logró Topinard obtener datos, de diversas fuentes en la literatura, sobre 29 cerebros negros masculinos: con una media de 1 234 gr.

Waldeyer en 1894 mencionó un peso cerebral medio tan bajo como 1 148 gr. para 12 cerebros de negros africanos masculinos, 11 de los cuales fueron pesados frescos. Pero, como señaló Pearl (1934, p. 432), dos de ellos pertenecían a jóvenes de 15 años, mientras que varios otros habían muerto de enfermedades agotadoras y estaban muy enflaquecidos. En 1909 hizo Mall la franca declaración de que el peso medio del cerebro del negro era unos 100 gr. menor que el de los blancos. También Bean encontró un peso cerebral inferior en hombres negros que en hombres blancos (1917).

Quizás el estudio más frecuentemente citado es el de Vint (1934) quien calculó un peso cerebral medio de 1 276 gr. en 389 hombres adultos, africanos de Kenia. Esta es la mayor serie de negros registrada hasta el momento. Pearl (1934) ana-

lizó los pesos cerebrales coleccionados por el cirujano Ira Russell de los *Eleventh Massachusetts Volunteers* durante la guerra civil americana y publicados por S.B. Hunt en Londres en 1869. Esta serie de cerebros de soldados había sido dividida hace un siglo en blancos, diversos grados de mestizo y negros. Parece que las varias mezclas fueron determinadas por el sencillo, aunque burdamente engañoso, recurso de examinar el color de la piel. Pearl encontró que la media para 139 cerebros de negros era 1 354.8 gr. es decir 92.1% de la media de 24 cerebros de blancos (1 470.6 gr.). Y, cosa extraña, la media para 240 cerebros de gente supuestamente mestiza fue de 1 333.6 gr., es decir inferior a ambas medias, de blanco y de negro. (Cuadro 1)

CUADRO 1

Análisis (Pearl, 1934) de los pesos cerebrales de muertos en la Guerra Civil Americana. Las medidas fueron tomadas originalmente, siguiendo técnicas dudosas, por el cirujano Ira Russell de los Eleventh Massachusetts Volunteers

<i>Clasificación</i>	<i>Número</i>	<i>Media del peso cerebral (gr.)</i>
Blancos	24	1470.6
Mestizos	240	1333.6
Negros	139	1354.8

En la forma como acabo de citarlas estas cifras parecen coherentes y convincentes; y en efecto fueron aceptadas inmediatamente, y sin crítica, como prueba de un nivel de inteligencia media más bajo en el negro. Como ha dicho Putnam:

La evidencia es sencillamente que, como media racial, el cerebro negro es más ligero que el del blanco, y esto a su vez indica un inferior nivel medio de inteligencia (1963, p. 10).

Volveremos más adelante a examinar esta creencia de que un menor peso cerebral indica menos inteligencia. Por el momento vamos a analizar más cuidadosamente las cifras sobre peso cerebral.

Es cierto que los estudios aquí citados muestran una media inferior de peso del cerebro, o una capacidad craneal media más

pequeña, en negros que en blancos. La serie más grande de cerebros blancos o caucasoides que han sido pesados es de 2 752 norteamericanos; su peso medio de 1 301 gr. o, si se excluyen 672 cerebros de enfermos, la media para los 2 080 cerebros restantes sería de 1 305 gr. (Appel y Appel, 1942); esto es, solamente 29 gr. más pesados que la media para la serie de cerebros de africanos de Kenia. Por otro lado Davis (1868) registró capacidades de las cuales Pakkenberg y Voigt (1964) calcularon en "africanos" un peso cerebral medio de 1 293 gr., mientras que la media para cerebros de 139 negros americanos era de 1 355 gr. (Pearl, 1934), exactamente 50 gr. más pesados que la media de las más amplias series blancas. Otras muestras caucasoides ofrecen medias de 1 440 gr. para 724 hombres adultos daneses (Pakkenberg y Voigt, 1964), 1 450 gr. para los 581 cerebros pesados en el *Institute for Forensic Medicine* en Praga (Matiogka, 1902) y 1 455 gr. para 372 cerebros de Bohemia (Pearl, 1905).

Es decir, que las medias de tres series de negros, bastante amplias, van de 1 276 a 1 355 gr., mientras que las medias de once series de blancos o caucasoides oscilan entre 1 301 y 1 455 gr. Debo subrayar que se trata de valores *de medias*, y que la variación de valores individuales es mucho más amplia y se traslapan fuertemente. Como comparación tenemos valores medios de tres series mongoloides entre 1 360 y 1 375 gr. (Kusumoto, 1934; Shibata, 1936 citado por Bailey y von Bonin, 1951, y Pakkenberg y Voigt, 1964). Bailey y von Bonin (1951) han dado inclusive la media (media ponderada) de 1 344 gr. para muchas series contemporáneas sin consideración de raza, es decir de poblaciones vivas de *Homo sapiens* en general (Cuadro 2).

Las poblaciones negras en las que se ha hecho el muestreo presentan medias por encima y por debajo de la media general humana moderna. No obstante, la media global en negros parece ser, en términos absolutos, algo menor que la media europea total, es decir, cuando no han sido corregidas según el tamaño corporal y otras variables relacionadas. Sin embargo, una simple comparación de cifras medias puede ser engañosa si no se tienen en cuenta estas otras variables; vamos pues a considerar primero la simple noción, que uno puede esperar, de que la gente con mayor tamaño corporal tiene también mayor tamaño cerebral.

CUADRO 2

MEDIAS DE PESO CEREBRAL

Población	Peso en gr.	Investigador
Africanos de Kenia (389)	1276	Vint (1934)
Africanos	1293	Davis (1868)
Negros americanos (139)	1355	Pearl (1934)
Blancos americanos (2752)	1301	Appel & Appel (1942)
11 series de blancos caucasoides	1301 a 1455	<i>Idem.</i>
3 series de mongoloides	1360 a 1375	Kusumoto (1934) y Shibata (1936)
<i>Homo sapiens</i> moderno (media ponderada)	1344	Bailey y von Bonin (1951)

Volumen cerebral y tamaño corporal

El volumen cerebral en relación al tamaño corporal ha sido utilizado principalmente en comparaciones entre especies, en un volumen cerebral de 1 200 gr. en un cuerpo pesando más o el cerebro en el hombre. Fue Cuvier quien introdujo por primera vez el concepto de peso relativo del cerebro, es decir expresado como fracción del peso del cuerpo (Krompecher y Lipak, 1966). Cobb ha proporcionado el cuadro de una pequeña mujer asiática junto a un rinoceronte, mostrando gráficamente la diferencia en tamaños relativos del cerebro. La mujer podía tener un volumen cerebral de 1 200 gr. en un cuerpo pesando más o menos 45 kg., mientras que el rinoceronte con un cuerpo que puede pesar 2 000 kg. (Cobb, 1965) tiene un cerebro que sólo alcanza los 600 gr. En un rinoceronte la proporción cerebro: cuerpo es en tal caso de 1:3 000; mientras que la de la mujer es 1:38. Aún más evidente es el caso del *Brontosaurus*, uno de los grandes reptiles dinosaurios, quizás de 65 pies de largo, del periodo Jurásico; su cerebro representa solamente el 1:100.000 de su peso de 35 toneladas; la ballena tiene una proporción de cerebro/peso corporal de 1:10.000; el elefante 1:600; el gorila 1:200 y el hombre alrededor de 1:45.

Pero es motivo de reflexión el hecho de que mientras el gran cerebro humano constituye poco más del 2% de su peso corporal, este porcentaje es superado por el humilde ratón casero (2.50% o 1:40), por la marsopa con 1:38, el tití con 1:19, y el atractivo pequeño mono-ardilla de América tropical cuyo cerebro ocupa 1:12 o sea 8.50% de su peso corporal (Cobb, 1965). Y puesto que el hombre, el sabio, no salió el primero en esta competencia no puede sorprender que, jactancioso y arrogante, haya estado buscando desde entonces un índice que lo colocara inequívoca e inexpugnablemente en el nivel más alto del árbol de la vida. Por ejemplo, cuando el largo del hipotálamo se expresa como una fracción del cerebro, resulta que el hombre tiene la fracción más baja (Kummer, 1961); cuando el peso de la médula espinal se calcula como una fracción del peso cerebral, al hombre también le corresponde la menor proporción (Latimer, 1950; Krompecher y Lipak, 1966); y cuando se relaciona la capacidad craneal con el área del *foramen magnum*, el hombre cuenta con el valor más alto (Radinsky, 1967).

Todos los índices que he citado tienen cierta, aunque limitada, utilidad cuando se hacen comparaciones entre una y otra especie. Sin embargo, pocos estudios se han dedicado seriamente al problema dentro de la especie humana. Matiegka (1902) y Pearl (1905) afirmaron que en el hombre el peso cerebral varía con el peso y la talla corporales. Es decir creyeron haber encontrado que los individuos más altos y más pesados tienen cerebros más grandes. Sin embargo algunos investigadores más recientes se preguntan si en realidad existe tal correlación entre el peso cerebral y el peso corporal dentro de la especie humana.

Pakkenberg y Voigt (1964) han hecho, con cerebros de europeos, un análisis estadístico más refinado, mostrando que el mayor peso cerebral en sujetos con mayor peso corporal (encontrado por anteriores investigadores) se debe realmente a que las gentes con peso corporal más elevado son en general más altos que la media (Cuadro 3). Error debido a que no se había hecho la corrección por la estatura al evaluar la relación entre peso del cerebro y peso corporal. Cuando se hizo tal corrección (Cuadro 4), se comprobó que el *peso cerebral depende significativamente de la estatura, pero no del peso corporal* (Pakkenberg y Voigt, 1964, p. 303).

CUADRO 3

Individuos más altos tienden a tener cerebros más grandes.
 Individuos más pesados tienden a ser más altos.
 Individuos más pesados *parecen* tener cerebros más grandes.

CUADRO 4

Individuos más pesados, con igual estatura, *no* tienen cerebros más grandes.
 Individuos más altos tienen cerebros más grandes, independientemente del peso total.
 El peso cerebral está positivamente correlacionado con la estatura, pero *no* con el peso corporal.

Resultados exactamente similares obtuvieron Spann y Dustmann (1965) en un estudio de 1 229 cerebros masculinos y 632 femeninos en el Instituto médico-legal de la Universidad de Munich: el peso del cerebro aumentó con el incremento de la estatura (Cuadro 5) pero no pudieron establecer ninguna aso-

CUADRO 5

Hombres adultos tienen como media 8.3 gr. de cerebro por cada centímetro de altura total.
 Mujeres adultas tienen como media 8.0 gr. de cerebro por cada centímetro de altura total.

Spann y Dustmann (1965)

ciación entre el peso cerebral y el peso corporal. En 1966 reanalizó Schreider algunas medidas antiguas del cerebro y cuerpo obtenidas en París en 1865-1870 por Paul Broca, uno de los grandes anatomistas del siglo pasado. Schreider encontró que entre el peso cerebral y la estatura había un coeficiente de correlación positivo de 0.26 para 224 hombres y 0.31 para 111 mujeres.

Es claro que el no tener en cuenta las variables medias de los tamaños corporales en distintas poblaciones, puede conducir a conclusiones erróneas sobre la real existencia de diferencias medias en el tamaño cerebral entre las poblaciones comparadas.

Con esto en mente, se han re-examinado las principales fuentes originales sobre peso cerebral en negros, comparando con el peso cerebral en blancos. Ni Davis (1868), ni Vint (1934), ni Pearl (1934), los tres principales estudiosos del peso cerebral en negros, tomaron en cuenta la talla total. No obstante, cuando se señala que muchos grupos negros tienen un tamaño corporal medio menor que muchos grupos blancos, la respuesta de Putnam es que tales variables son eliminadas en la hipótesis inicial, que es como sigue:

No hay, supongo, ninguna discusión sobre el hecho de que, *siendo iguales otros factores* (tales como el sexo, tamaño corporal, proporción de partes y surcos corticales) el peso del cerebro se correlaciona con la inteligencia (Putnam, 1963, p. 10).

En otras ocasiones también declara Putnam (1967, p. 53): "... esfuerzos constantes como los de Simmons, tratan de confundir el punto en discusión introduciendo variables que oportunamente fueron eliminadas en la hipótesis inicial." La referencia de Putnam a su "hipótesis inicial" es, en este contexto, seriamente engañosa y a la vez un error de lógica. La fraseología puede que suprima de la hipótesis dichas fuentes de variación, pero esto de ninguna manera elimina tales variables de los hechos a los cuales Putnam trata de aplicar la hipótesis. Citando la "hipótesis inicial", como si ésta eliminara el peso corporal y otras variables, Putnam crea la impresión de que el valor que cita, de 8 a 12% menor peso cerebral en el negro, *ha sido* corregido por el tamaño corporal. En otro lugar dice explícitamente (1967, p. 43), "jamás hemos intentado comparaciones en peso o tamaño del cerebro sin tener en cuenta primero el sexo y tamaño corporal, y una vez hechos estos ajustes las medias resultan consistentes y claras a la vez". Pero en realidad no se han dado medias de estatura para los africanos de Kenia estudiados por Vint, ni para los negros de la Guerra Civil dados a conocer por Pearl, que son las dos series más numerosas conocidas con datos de negros; ni tampoco en ningún otro de los estudios anteriores que hemos citado. ¿Dónde y por quién fueron hechos los llamados ajustes? La declaración de Putnam es totalmente errónea; en ninguno de los trabajos citados, ni en los mismos escritos del propio Putnam, se han hecho correcciones para las distintas estaturas de los sujetos de que

se trata, ni se han dado cifras ajustadas o corregidas. Los valores de 8 a 12% mencionados por Putnam son cifras de medidas absolutas, sin corrección por diferencias de altura corporal.

Haciendo comparaciones entre distintos animales, Lashley (1949) sugirió que la cantidad total de materia cerebral expresada como fracción del tamaño corporal, *parece representar la cantidad de tejido cerebral en exceso sobre lo requerido para transmitir impulsos hacia y desde los centros de integración* (op. cit. p. 33). Siguiendo esta noción Jerison (1963) demostró que en el volumen cerebral deben considerarse dos distintos componentes: uno relacionado directamente con el tamaño del cuerpo, que es mayor en los primates con cuerpo más grande, y viceversa. El otro componente parece variar en forma independiente del tamaño corporal; comprende las células nerviosas "sobrantes" que están presentes en exceso sobre las requeridas para satisfacer las necesidades corporales inmediatas. Jerison sugiere que tales células nerviosas "sobrantes" están disponibles para responder a las exigencias ambientales mediante una ampliación de los mecanismos cerebrales de comportamiento, es decir para una adaptación inteligente.

Basado en el cómputo celular en diversos primates, y en ciertos supuestos, Jerison sostiene que es posible calcular el número de células nerviosas corticales, no sólo para el cerebro en su totalidad sino para cada uno de sus dos componentes. Para determinar estos valores neuronales ha desarrollado una serie de ecuaciones teniendo en cuenta el tamaño del cerebro y del cuerpo. Aplicando tales fórmulas, pudo fijar el número de neuronas "extra" consideradas como disponibles para mecanismos adaptativos de comportamiento cerebral. Con este segundo parámetro, el número de "neuronas en exceso", ha encontrado posible diferenciar los primates, y especialmente la familia Homínida, sobre el base del desarrollo relativo de las neuronas *extra*. El hombre moderno tiene muchas más neuronas *extra* que, por ejemplo, el chimpancé y el gorila. Gracias a las ecuaciones de Jerison se puede mostrar que los antropoides africanos cuentan entre 2.4 y 3.6 billones de neuronas en exceso, mientras que el hombre moderno tiene más de 8 billones.²

² El *billón* en Estados Unidos equivale a mil millones.

El método presenta muchas implicaciones, al no tomar debidamente en consideración las variaciones por áreas en cuanto a la densidad de las neuronas, a la proporción entre neuroglia y neuronas, al tamaño del cuerpo celular nervioso, a la longitud y complejidad de los procesos dendríticos de las neuronas. No obstante hace una aportación original: la medida aproximada del desarrollo cortical, sobre todo utilizada para comparaciones interespecíficas. Sin embargo supongo que análogos patrones de variación pueden darse también entre poblaciones intraespecíficas, como *Homo sapiens*. Únicamente con el fin de enfatizar la necesidad de tomar en cuenta el tamaño corporal al tratar del volumen cerebral humano, he hecho algunos cálculos (utilizando las fórmulas de Jerison) para cuantificar tales células nerviosas "sobrantes" en varias razas, de las cuales disponemos de grandes muestras masculinas con información sobre el tamaño cerebral. Los resultados aparecen en el Cuadro 6, y sugieren que las diferencias entre varios grupos raciales o de poblaciones son insignificantes, *una vez que se toma en cuenta el tamaño corporal*. Además, se debe notar que las cifras citadas son *medias* para cada grupo: pero, *dentro* de cada uno, los valores individuales varían por encima y debajo de la media, es decir que existe considerable traslape.

Debo insistir en que esto es solamente un ensayo; todavía queda por demostrar que el método analítico de Jerison sea válido en general y, más en particular, si puede aplicarse válidamente de esta manera *dentro* de una especie.

Podemos concluir esta parte declarando que ninguna comparación entre el tamaño cerebral medio en poblaciones o razas distintas permite hacer afirmaciones válidas acerca de diferencias interraciales, si previamente no se han hecho correcciones para las diferencias en estatura total. Por tanto, sobre esta base, carecen de validez todas las comparaciones entre el tamaño cerebral de negros y blancos.

CUADRO 6

NEURONAS EN "EXCESO" EN POBLACIONES MODERNAS
(cálculo por el método de Jerison, 1963)

Poblaciones	Número de casos	Media de peso cerebral (gr.)	Millones de células nerviosas que "exceden"
Negros de Kenia	389	1276	8.400
Norteamericanos blancos	2080	1305	8.500
Franceses	292	1325	8.600
Ingleses	457	1333	8.600
Negros americanos	139	1355	8.700
Japoneses	342	1360	8.900
Coreanos	136	1370	8.900
Suecos	416	1400	8.900

Tamaño cerebral y edad

Es conocido hace tiempo, que el peso medio del cerebro humano disminuye con los años (Pearl, 1905; Appel y Appel, 1942; Tiakahasi y Suzuki, 1961; Pakkenberg y Voigt, 1964; Spann y Dustmann, 1965; Schreider, 1966) y que la declinación puede empezar tan temprano como a los 20 años. La disminución del peso cerebral medio desde la edad adulta joven hasta alrededor de los 80 años varía entre 95 gr. en suecos (Pearl, 1905, según Retzius, 1900) hasta 170 gr. en daneses (Pakkenberg y Voigt, 1964). Entre los daneses, la reducción desde los 25 hasta los 70 años es aproximadamente de 100 gr. Estas cifras muestran una disminución del 7 a 11% en la media del volumen cerebral máximo (Cuadro 7). Schreider (1966) encuentra entre peso cerebral y edad coeficientes de correlación negativos tan altos como -0.39 en hombres y -0.46 en mujeres.

No nos concierne aquí examinar la causa de tal disminución con la edad, pero de este hallazgo se deduce que si una serie de cerebros incluye una gran proporción de individuos viejos la media total tiende a ser menor que la de otra serie que comprenda más cerebros de adultos jóvenes, aunque ambas

series procedan de una misma población. Conocemos las edades de muerte para muchas series europeas (Schreider, 1966, sobre material de Broca), pero éste no es el caso con series negroides tales como la de Vint (1934) sobre cerebros africanos de Kenya. Sencillamente no se conocen las edades de tales sujetos negroi-

CUADRO 7

Peso medio del cerebro: Disminución con la edad

Adultos jóvenes	→ ± 80 años
Disminución de 95 gr.	Suecos
Disminución de 170 gr.	Daneses
Disminución media	7 a 11 %

des y por tanto no podemos saber hasta que grado su pequeño valor medio de 1 276 gr. es atribuible a la edad, a la estatura o a otras variables de la población. Una comparación válida entre dos series de cerebros procedentes de grupos raciales distintos, debe tomar en cuenta su composición por edades. No se puede afirmar que esto haya sido hecho en las comparaciones entre los tamaños cerebrales de caucasoides y negroides.

Tamaño cerebral y estado nutricional

Se han acumulado pruebas, especialmente en años recientes, de que la desnutrición en etapas críticas durante la ontogenia, con animales en el laboratorio, puede provocar un deterioro permanente del cerebro incluyendo la disminución del volumen cerebral. Este efecto se observa siempre que el periodo de desnutrición empieza antes de que la corteza cerebral haya alcanzado su etapa adulta o, por lo menos, durante el periodo de máxima vulnerabilidad del cerebro a la tensión. Si la desnutrición se produce dentro de este periodo post-natal crítico, o si es la madre embarazada quien está desnutrida, el deterioro en cuanto al tamaño, estructura y química cerebral no es reversible por la vuelta subsecuente a la nutrición normal. Estos resultados han sido obtenidos en cerdos, ratas y ratones (Jackson y Stewart, 1920; Dobbing y Widdowson, 1965; Davidson y Dobbing, 1965;

Dickerson y Dobbing, 1967; Dickerson y McCance, 1967; Dickerson y Walmsley, 1967; Guthrie y Brown, 1968; Zamenhof, van Marthens y Margolis, 1968; Chase, Lindsley y O'Brien, 1969).

¿Existen pruebas de que disminuye el crecimiento cerebral en el *hombre* bajo condiciones de desnutrición? Todos los trabajos de Engel (1956), Nelson, (1959, 1963), Stoché y Smythe (1963, 1967), Cravioto y Robles (1965), Brown (1966), Eichenwald y Fry (1969), Baraitser y Evans (1969) apunta hacia el deterioro funcional del cerebro humano como consecuencia de la desnutrición en temprana edad. Estos investigadores han estudiado electroencefalogramas, pruebas psicométricas, tipo del desarrollo psicomotor y perímetro craneal, para mostrar las posibles anomalías. Es todavía demasiado pronto para afirmar si tales alteraciones son permanentes; la analogía con los experimentos animales sugiere un efecto permanente, mientras que el reciente estudio de Baraitser y Evans (1969) en el Departamento de Neurología en el *Hospital Grootte Schuur*, de Ciudad del Cabo, tendería a apoyar la noción de que los cambios en los electroencefalogramas sobreviven a la etapa aguda de la desnutrición.

Eichenwald y Fry (1969) en su reciente publicación, *Nutrition and Learning* resumen como sigue:

Observaciones en animales y niños sugieren que la desnutrición durante un periodo crítico de la vida temprana se traduce en baja estatura y puede además afectar permanente y profundamente al futuro desarrollo intelectual y emocional del individuo. No se sabe si en el hombre estos resultados se deben sólo a la desnutrición o si hay otros factores íntimamente relacionados como una infección o un inadecuado ambiente social y emocional que contribuyan de manera significativa al problema. Los estudios de campo para probar tales hipótesis son, por lo menos, difíciles de proyectar y llevar a cabo; es probable que resulte imposible deslindar claramente los efectos individuales de la desnutrición, de la infección y del ambiente social.

Posteriormente en un editorial en *Science*, resumió Abelson (1969) los resultados de su estudio y los de una *International Conference on Malnutrition, Learning and Behaviour* (Scrimshaw y Gordon, editores, 1968), en la siguiente forma:

Los niños criados en la pobreza tienden a dar resultados pobres en las pruebas de inteligencia. Esto se debe parcialmente a factores psicológicos y culturales. En gran parte es el resultado de la desnutrición durante la niñez... Parece verosímil que millones de niños en países en desarrollo están sufriendo en algún grado un retraso de aprendizaje debido a la inadecuada nutrición, y este fenómeno puede ser que también se presente en los EE UU... experimentos animales sugieren que (en el niño humano) la buena nutrición durante los primeros tres años de vida es particularmente importante...

Son obviamente necesarias nuevas experiencias para confirmar la hipótesis de que la desnutrición en una edad crítica se traduce en daño cerebral permanente, con el deterioro también permanente del intelecto, de las emociones y de los ritmos cerebrales.

El material disponible probando tal deterioro no resuelve la cuestión en lo referente a los cambios ocurridos en el tamaño y estructura cerebrales. ¿Qué evidencia *directa* tenemos de los cambios que siguen a una temprana desnutrición? Algunos autores han demostrado que un menor peso cerebral en el hombre puede ser resultado de desnutrición temprana. Kerpel-Fronius (1961) encontró una reducción del 10 al 20% en el peso cerebral en niños malnutridos. Brown (1966) trabajando con niños desnutridos africanos de Uganda en el Hospital Mulago (Kampala) observó una significativa disminución en su peso cerebral comparándolos con otros niños de Uganda. E incluso en su serie control de "niños-no-desnutridos" Brown comprobó que muchos, si no la mayoría, mostraron nutrición subóptima aunque la autopsia no proporcionó diagnósticos de kwashiorkor, marasmo o desnutrición general.

Recientemente, han sido investigados en Noruega (Strom, 1968) los efectos tardíos de la inanición y otras formas de daño sufridos por los prisioneros de la Segunda Guerra Mundial internados en campos de concentración. Casi 20 años después, cierto número de sobrevivientes mostraron una reducción en el volumen cerebral acompañada con indicios de deterioro intelectual. Además, un artículo de W. Osler, titulado "Las huellas tardías de la prisión de guerra", que apareció originalmente en el *Sunday Times* de Londres, y citado por el *Star* de Johannesburg (noviembre 11, 1968) decía "la investigación en campos

japoneses mostró que la inanición causó la hinchazón del cerebro, y se piensa que al volver a condiciones normales el cerebro se reduce a menos de su volumen original”.

En el aspecto estructural, Eayrs y Horn (1955) mostraron histológicamente que la desnutrición daña la elaboración de los procesos de las células nerviosas; éste pudiera ser uno de los mecanismos que provoca la disminución del volumen cerebral y su deterioro funcional. Fishman, Prenskey y Dodge (1969) señalaron recientemente cambios en los lípidos cerebrales de seres humanos con inanición (o crónicamente desnutridos), parecidos a los observados en animales experimentales. No sólo se reduce el lípido total, sino también son fuertemente afectados los lípidos que constituyen la mielina. Aquí también disponemos de un indicio acerca del mecanismo, o uno de los mecanismos, responsable por la disminución del peso cerebral y su menoscabo funcional en sujetos desnutridos.

Un punto interesante, que se deduce de los estudios tanto sobre hombres como en animales experimentales, es que la reducción del peso cerebral, aunque definitiva y significativa, no es tan marcada como la que sufre el cuerpo en su totalidad, o como la de órganos tales como músculos, bazo e hígado (Platt *et al.*, 1965; Brown, 1966; Guthrie y Brown, 1968; Chase *et al.*, 1969; etcétera). El trabajo de Kerpel-Fronius (1961) muestra que mientras el peso corporal del bebé era 50% menor del valor normal, el peso cerebral sólo había disminuido en 10 a 20%. Por tanto aunque el peso absoluto del cerebro era menor, la proporción entre el peso del cerebro y el del cuerpo es elevada en tales casos; quizás esto pueda darnos una indicación adicional de lo absurdo de la supuesta relación peso cerebral/ peso corporal. Parece que hay algún mecanismo de protección gracias al cual el cerebro tiene prioridad para nutrirse durante los periodos de desnutrición (Hammond, 1944; Kerpel-Fronius, 1961).

Habiéndose dicho bastante para mostrar lo que acontece en cualquier población expuesta ampliamente a diversos grados de desnutrición, parece razonable esperar que las cabezas y cerebros fueran en ese caso, como media, significativamente más pequeños que los de una población con nivel medio de buena nutrición. Es bien conocida la incidencia general de grados variables de nutrición subóptima en la población africana (Gill-

man y Gillman, 1951; Tobias, 1958; Brown, 1966; Smit, 1969). Me estoy refiriendo no sólo a una forma extrema como es el kwashiorkor, sino a grados menores y más sutiles de desnutrición, tal como se han descubierto por el estudio multidisciplinario de niños en escuelas de Pretoria (de origen africano, asiático, de color y europeo) hecho por el *National Nutrition Research Institute of South Africa* (Smit, 1969). Es obvia la importancia de estos efectos de la desnutrición para interpretar el peso cerebral medio del negro y de otros pueblos pobremente nutridos. Si puede demostrarse válidamente (ya que todavía no lo ha sido) que en estos casos la media de los pesos cerebrales es menor, habrá que tomar en cuenta hasta qué punto la desnutrición es responsable de tal inferioridad, antes de atribuirle con ligereza a diferencias raciales o genéticas.

Volumen cerebral e influencia del ambiente no-nutricional

¿Hay relación entre volumen y estructura cerebral por un lado, y el grado de enriquecimiento o empobrecimiento del ambiente por otro lado? Aunque existen pocas pruebas directas para el hombre, se cuenta con varios tipos de evidencia indirecta. Marian Diamond y sus colegas en Berkeley (1964, 1966) estudiaron los cerebros de ratones criados en un ambiente enriquecido y estimulante y otros de la misma camada criados en un ambiente empobrecido y aislado. Entre los cerebros de ambos grupos se encontraron diferencias estructurales definitivas; los del medio enriquecido mostraron un cortex cerebral visual más profundo y una mayor proporción de neuroglia que los del ambiente aislado. Por desgracia no he podido encontrar en tales experimentos ninguna referencia a medidas de volumen cerebral. En todo caso puede decirse claramente que el "ambiente educacional" en el que crece un ratón influye en la delicada estructura interna de su cortex cerebral.

Un segundo tipo de pruebas es la demostración de que animales estrechamente emparentados pueden diferir en el volumen cerebral, según su actividad y las resistencias o influencias protectoras que encuentran en sus ambientes. Es así como Poliakova (1960) ha mostrado que el ratón de campo rojo, ágil y trepador, posee un peso cerebral más grande que el ratón de campo gris, relativamente perezoso, aunque ambos están clasi-

ficados como perteneciendo a la misma especie. Otra serie de estudios en perros, cerdos, conejos, ratones, conejillos de Indias, gatos y patos muestran que la domesticación origina una disminución del peso cerebral cercana al 20%, y en algunos casos hasta del 30% (Herre, 1958). Klatt (citado por Herre, 1958) demostró que cuando los animales silvestres están mantenidos en cautividad desde muy temprana edad, el peso cerebral disminuye sensiblemente. Por el contrario asnos a quienes se permitió correr libremente por las pampas de Argentina y Perú muestran un aumento cercano al 15% en su volumen cerebral. Una cifra similar se ha obtenido con gatos que pudieron hacer vida silvestre (Klatt). Parece ser pues que una vida dócil, en la cual los animales están completamente protegidos de sus enemigos, da lugar a una falta de estímulo ambiental en el cerebro en desarrollo de animales jóvenes; es el mismo caso que con los ratones aislados de Marian Diamond criados en un ambiente empobrecido.

No puede uno dejar de pensar en el ambiente enriquecido en que se crían los seres humanos que "tienen", frente a las privaciones y abandono de los "desposeídos". Hay una clara posibilidad de que tales diferencias en la crianza familiar temprana y las facilidades de las guarderías infantiles entre miembros de distintas poblaciones pueden contribuir al establecimiento de diferencias estructurales y aun de diferencias en el volumen de sus cerebros. He aquí un factor que —según mis informaciones— no ha sido tomado en cuenta en los estudios realizados hasta ahora acerca de la estructura del volumen cerebral humano.

Volumen cerebral y origen de la muestra

Otra variable que puede influir en el peso medio del cerebro es la procedencia de la cual se han obtenido los cerebros. Recientemente Pakkenberg y Voigt (1964) señalaron que la mayoría de las series publicadas son de hospitales, incluso de hospitales mentales (como es el caso de la serie más grande, la de Appel y Appel, 1942). Esto implica que, con relativamente pocas excepciones, el peso del cerebro de seres humanos normales o sanos es desconocido. Las únicas excepciones reales son los cerebros que se consiguen a través de Institutos de medicina forense; por ejemplo siguiendo a una muerte repentina sin previa enfer-

medad. La literatura sólo menciona tres de tales series: la de Matiegka (1902) del *Forensic Institute* de Praga; la de Pakkenberg y Voigt (1964) del *Neuropathological Laboratory* del *Kommune-hospitalet* y la *University Institute of Forensic Medicine* de Copenhague, y la de Spann y Dustmann (1965) del *Institut für Gerichtliche Medizin y Versicherungsmedizin* en la Universidad de Munich. Ninguna serie negra de fuente similar ha sido publicada; ¿no conocemos el peso cerebral de un negro normal y sano! Vint (1964), cuya media de peso del cerebro de negros (1 276 gr.) ha sido citada más a menudo, consiguió su material de los hospitales en Nairobi, con exclusión del Hospital Mental. Por lo tanto sus series no llenan el requisito ideal de muerte repentina sin enfermedad anterior.

Aunque es probable que muchos pacientes en los hospitales sufren y mueren de enfermedades que posiblemente no afectan al peso cerebral (y también en este punto carecemos de informes precisos), el hecho es que tales poblaciones muchas veces no son una buena muestra transversal de todos los niveles de la sociedad. Tienden a reflejar las capas sociales inferiores mientras que la superior suele ir a sanatorios particulares o recibe cuidado médico en la casa. Vint además dice de su serie africana de Kenia: "estos 100 cerebros representan la población nativa media, pero no incluye ninguno de la llamada clase educada" (1934, p. 216).

Inclusive los cuerpos estudiados y diseccionados en las Escuelas de Medicina están muy lejos de ser un muestreo al azar, ya que se surten de dos grupos principales de sujetos: los que mueren como indigentes en Instituciones del Estado (en África del Sur éstos son en su mayoría africanos) y aquellos que legan sus cuerpos a las Escuelas Médicas, y esta gente está generalmente mejor educada y a menudo pertenece a una capa social más alta. A medida que los servicios de las Sociedades de inhumaciones se ponen al alcance de los sectores más pobres de la comunidad, es cada vez menos y menos la gente que muere como indigente no reclamado; y de este modo gradualmente cambia el aspecto mismo de la población de las salas de disección. Este fenómeno se presenta muy vívido actualmente en la *Anatomy School* de la Universidad de Witwatersrand.

Wingate Todd (1927) contaba el dramático efecto de una depresión económica sobre la población de la sala de disección,

cuando toda clase de personas que anteriormente fueron benefactores financieros de la Universidad, murieron como indigentes no reclamados. el volumen cerebral medio de la población de cadáveres aumentó. Todd tituló su conferencia "Un litro y medio de cerebros".

Podemos concluir que no hay ninguna serie de pesos cerebrales correspondiente a negros sanos y normales, que hayan muerto repentinamente; por lo tanto ninguna serie negra puede ser comparada válidamente con la mejor serie europea disponible procedente de Institutos Médicos Forenses.

Volumen cerebral y grupos ocupacionales

Estrechamente relacionada con la procedencia de los cerebros está la cuestión de los grupos ocupacionales representados en el muestreo (Cuadro 8). Matiegka (1902) en sus estudios en el Forensic Medical Institute de Praga mostró que existe una asociación entre peso cerebral y ocupación. Los resultados obtenidos en la reciente investigación de Spann y Dustmann (1965) concuerdan sorprendentemente con los de Matiegka. En ambos casos los obreros no especializados tenían un volumen cerebral medio de 1 400 gr., mientras que académicos, profesionistas y altos funcionarios alcanzaron los 1 500 gr. Spann y Dustmann encontraron alguna correlación en mujeres; tres grupos de trabajadoras expertas y no especializadas, trabajadoras manuales y empleadas de menor categoría, alcanzaron un peso cerebral entre 1 300 y 1 315 gr., en tanto que 6 académicas mujeres tuvieron el enorme valor medio de 1 422 gr. (¡justo dentro del último valor correspondiente a la media ocupacional masculina!)

CUADRO 8

PESO CEREBRAL Y OCUPACIÓN
(Matiegka, Praga, 1902. Spann y Dustmann, Munich, 1965)

Ocupación	Peso medio del cerebro
Obreros no especializados	1400 gr.
Académicos, profesionistas y funcionarios Paul Broca, París, 1865-70	1500 gr.
Obreros no especializados	1365 gr.
Trabajadores semi-especializados y especializados	1420 gr.
¡Pero los últimos son más altos que los primeros!	

Pregunta: ¿Ha habido una tendencia secular al aumento del volumen cerebral, paralelo al aumento secular de la estatura humana?

Aparentemente la tendencia no es nueva: los resultados de Broca a fines de la década de 1860 dieron un peso cerebral medio de 1 365 gr. para 51 obreros no especializados y de 1 420 gr. para 24 trabajadores semi-expertos y expertos: la diferencia es casi significativa al nivel de 5% (Schreider, 1966). Schreider comenta, sin embargo, que las diferencias en el peso del cerebro entre los grupos ocupacionales están probablemente relacionadas con variaciones en la estatura, porque los trabajadores expertos y semi-expertos fueron, como media, 1.34 cm. más altos que el grupo no especializado.³

El grado en que cualquier muestra de cerebros representa o se aparta de una sección transversal de ocupaciones, puede así afectar la validez de cualesquiera comparaciones entre una y otras.

Volumen cerebral y causa del fallecimiento

Entre la población de un gran hospital, Appel y Appel (1942) encontraron que el peso medio del cerebro era más alto (1 374 gr.) en casos de muerte violenta y muerte accidental; mientras que los pacientes que fallecieron de arteriosclerosis y cáncer, tuvieron como media de pesos cerebrales 100 gr. menos (1 273 y 1 275 gr. respectivamente). Para otras categorías de causas de muerte, los pesos medios quedaron entre estos dos extremos. De los diversos grupos de enfermedades, los tuberculosos mostraron el mayor peso medio (1 328), es decir, 55 gr. superior a la media de arterioscleróticos y 46 gr. menor que la media de los fallecidos de muerte accidental y violenta (Cuadro 9).

³ Es dudoso, sin embargo, que esta relativamente pequeña variación media en estatura sea suficiente para explicar la diferencia en peso cerebral entre los dos grupos. El valor de 8.3 gr. de cerebro por cada centímetro de estatura en hombres, propuesto por Spann y Dustmann, puede ser la razón para una diferencia de peso cerebral de 11 (once) gramos; con lo cual la discrepancia queda reducida a niveles insignificantes (dado lo reducido de las muestras); pero resta todavía una diferencia de 44 gr. entre los dos grupos.

CUADRO 9

PESO DEL CEREBRO Y CAUSA DE LA MUERTE EN HOMBRES BLANCOS
(St. Elizabeth's Hospital, Washington, D. C. Appel & Appel, 1942)

<i>Causa de la muerte</i>	<i>Número</i>	<i>Peso medio del cerebro</i>
Violencia y accidentes	54	1374 gr.
Tuberculosis	533	1328
Dolencias uro-genitales	200	1315
Enfermedades digestivas	284	1307
Enfermedades respiratorias	1023	1300
Enfermedades del aparato circulatorio, incluyendo arteriosclerosis	955	1295
Enfermedades nerviosas	430	1285
Cáncer	112	1275
Arteriosclerosis	358	1273

En la numerosa serie médico-legal de Copenhague obtenida por Pakkenberg y Voigt (1964), la media más alta de peso cerebral se encontró entre los muertos en la horca, envenenamiento (principalmente por monóxido de carbono y barbitúricos) y *shock*; resultados similares fueron observados en la serie de Spann y Dustmann en Munich. Al otro lado, se registraron valores bajos en los fallecidos de enfermedades cerebrales, patología general, trauma craneal, asfixia, electrocución y hemorragia prolongada.

También en su análisis de los datos de Broca de hace un siglo, Schreider (1966) mostraba que los muertos por accidentes tuvieron una media de peso cerebral 60 gr. mayor que los fallecidos por enfermedades infecciosas. Parece que hace ya un siglo que los accidentes fueron comunes en las calles de París, si bien debidos con frecuencia a coces de los caballos.

Si la muerte es lenta o repentina, los mismos procesos de la enfermedad pueden influir en el peso cerebral después de la muerte y, de manera indirecta, también en la proporción de aumento en el peso cerebral por cada hora transcurrida post-mortem. Es bien conocido el hecho de que los patrones de enfermedades mortales difieren en forma apreciable entre pobla-

ciones distintas, especialmente cuando un grupo carece de facilidades médicas y hospitalarias (como es el caso con muchas poblaciones de negros africanos). De ahí que dos grupos pueden mostrar diferencias en su media de peso cerebral debido simplemente a un patrón distinto e incidencia de enfermedades mortales en cada uno de ellos. Tal factor puede explicar en parte la discrepancia, por ejemplo, entre dos series negras, una de África con una media de peso cerebral de 1 276 gr. y otra de América con una media de 1 355 gr. De manera semejante, algunas de las diferencias encontradas al hacer comparaciones interraciales pueden ser explicadas por tales patrones de enfermedades diferenciales.

Volumen cerebral y el lapso post-mortem

Otra causa de variación en el volumen cerebral medio es el tiempo transcurrido entre la muerte y la extirpación del cerebro (Cuadro 10). Se producen cambios químicos en el cerebro en los días que siguen a la muerte, tendiendo hacia un equilibrio que es sensiblemente más pesado que el peso original (Appel & Appel, 1942). O sea que si se deja por 24 horas después de la muerte, el peso cerebral resulta 40 gr. mayor que si se extirpa sólo pocas horas más tarde; 48 horas después el peso

CUADRO 10

TIEMPO DESPUÉS DEL FALLECIMIENTO

	<i>Peso del cerebro</i>
A las 24 horas	+ 40 gr.
A las 48 horas	+ 75 gr.
Máximo cambio	+ 90 gr.
	(+ 9%)

medio aumenta en 75 gr. El máximo aumento medio en peso es de 90 gr., mientras el incremento entre el peso medio más bajo y el más alto alcanza los 117 gr. o sea el 9% del peso medio en su ordenación total. Estadística y biológicamente ésta es una variación significativa y apreciable. Es casi tan grande

como la disminución con la edad (11%) y mayor que la mayoría de las diferencias observadas entre las medias de varios grupos raciales, incluyendo negros y blancos.

También la temperatura en que se mantienen los cadáveres entre la muerte y la extirpación de los cerebros puede afectar la proporción del cambio químico y en consecuencia el aumento en peso después de la muerte.

Volumen cerebral y el tratamiento del cerebro después de la muerte

“Pesar el cerebro humano no es tan fácil como parece” (Bailey y von Bonin, 1951). El valor del peso dependerá del lugar exacto donde uno separe el cerebro de la medula espinal. La definición adoptada es considerar como “cerebro” todo lo craneal hasta el fascículo piramidal cruzado; pero éste no es un punto, sino que se extiende un poco hacia abajo por el sistema nervioso central. Distintos fisiólogos pueden seccionar el cerebro a un nivel sistemáticamente más alto o más bajo (Bailey y von Bonin, 1951).

Otros puntos técnicos sobre los cuales no se ha logrado todavía estandarizar incluyen la eliminación del líquido céfalo-raquídeo del cerebro y cómo hacerlo; Brandes (1927) afirmó que el drenaje total del líquido céfalo-raquídeo en un cerebro fresco puede disminuir su peso hasta en 50 gr. También está la cuestión de cuál de las meninges se elimina de la superficie del cerebro y cuál se deja; Brandes (1927) determinó el peso de la gruesa membrana externa, la duramadre, no siendo inferior a 50-60 gr. ¿Deben quitarse los vasos sanguíneos de la superficie cerebral? Las distintas técnicas utilizadas por los investigadores en cada uno de estos casos puede motivar variaciones adicionales en los resultados obtenidos sobre razas y poblaciones diferentes. Algunos trabajos en la literatura (por ejemplo Pakkenberg y Voigt, 1964; Spann y Dustmann, 1965), definen cuidadosamente sus métodos; en otros se dice simplemente que los cerebros fueron pesados.

A igual que en otras ramas de la ciencia, la estandarización de la técnica y la detallada descripción de la metodología utilizada deben obviamente preceder a cualquier comparación significativa entre cualesquiera dos series de datos.

Falta de significado en la mayoría de estudios sobre peso cerebral

Por todas las razones expuestas, no es sorprendente que en la literatura científica aparezcan resultados contradictorios en cuanto al volumen cerebral de negros y blancos. Hemos visto que esta medida puede variar de acuerdo con el tamaño corporal, edad y causa de la defunción, selección de la muestra, el sexo, ambiente especialmente nutricional en la edad temprana, lapso de tiempo después de la muerte, nivel a que se secciona el cerebro de la médula espinal, manera de drenar el líquido céfalo-raquídeo y tratamiento dado a las meninges y vasos sanguíneos; pueden también intervenir otros factores tales como la temperatura del lugar donde se guarda el cuerpo desde la muerte hasta la extirpación del cerebro (Cuadro 11).

CUADRO 11

El volumen cerebral varía con:

1. Sexo
 2. Tamaño corporal
 3. Edad al fallecer
 4. Nutrición durante la niñez
 5. Ambiente no-nutricional durante la niñez (?)
 6. Origen de la muestra
 7. Grupo ocupacional
 8. Causa de la muerte
 9. Lapso de tiempo después de la muerte
 10. Temperatura después de la muerte
 11. Nivel anatómico de la separación del cráneo
 12. Presencia o ausencia de líquido céfalo-raquídeo
 13. Presencia o ausencia de las meninges
 14. Presencia o ausencia de los vasos sanguíneos
-

Estos factores pueden ocasionar fluctuaciones en el volumen cerebral hasta el 9% de aumento si se dejan los cerebros varios días después de la muerte, o el 11% en menos si la muestra de cerebro procede de sujetos ancianos. Cuando dicha variabili-

dad, se debe únicamente a una o dos de estas posibles variaciones, es más grande que la mayoría de las supuestas diferencias interraciales mencionadas en la literatura. La muestra ideal sería la de individuos muertos repentinamente *sin previa enfermedad*, como la violencia y los accidentes. Ningún estudio de esta clase ha sido hecho con negros.

La conclusión debe ser que entre las estimaciones ampliamente variables del volumen cerebral del negro, ninguna refleja este carácter normal en un grupo negro sano. *Desconocemos el volumen cerebral de negros sanos muertos repentinamente, sin enfermedades previas*. Pocos de los estudios publicados sobre cualquier grupo racial han sido corregidos por tamaño corporal, edad de defunción y lapso transcurrido después de la muerte; es difícil, si no imposible, corregir por todos los otros factores enumerados.

Estas consideraciones invalidan en gran parte la mayoría de las comparaciones interraciales publicadas hasta la fecha. Desde luego no es exacto, en el estado actual de nuestro conocimiento, aseverar como hacen Swan (1964) y Putnam (1963) que el peso cerebral medio de blancos europeos es algo como 8 a 12% mayor que el de los negros africanos. Igualmente descaminada es la escueta declaración de Gates (1946, II, p. 1137) de que "los pesos comparativos dados son de 1 380 gr. para caucasoides, 1 300 gr. para mongoloides, 1 280 gr. en africanos del Este, 1 240 gr. en negros, y 1 180 gr. para los aborígenes australianos". Estas cifras carecen de sentido si no se tiene en cuenta por lo menos el tamaño corporal de los distintos grupos, sin referirnos a las otras variables.

A *fortiori*, es totalmente inaceptable en esta etapa de las investigaciones citar el menor peso cerebral de los negros como la base física de las diferencias en pruebas de inteligencia y comportamiento.

¿Cuál es el significado de las diferencias en volumen cerebral?

Es conocido desde hace tiempo que en el hombre vivo pueden presentarse variaciones enormes en tamaño cerebral dentro de los límites del funcionamiento sano normal. Hombres bien conocidos por su destacada actividad científica varían considerablemente a ese respecto (Cuadro 12). Así, el gran escritor francés Anatole France tuvo un peso cerebral tan sólo de 1 017

gr. (o capacidad endocraneal de unos 1 100 c.c.); similares en volumen fueron los cerebros del anatomista alemán Franz Joseph Gall, fisiólogo y fundador de la pseudociencia de la Frenología; y del estadista francés, Léon Gambetta (Dart, 1956); en tanto que el cerebro del gran poeta americano Walt Whitman fue solamente un poco mayor (1 282 gr.) (Cobb, 1965).

Por otra parte hay información de que George Gordon (Lord Byron) tuvo un peso cerebral de 2 238 gr. y Oliver Cromwell de 2 231 gr. (Keith, 1912, citado por Dart, 1956). El estadista

CUADRO 12

PESO DEL CEREBRO Y HOMBRES CÉLEBRES
UN POT-POURRI DE GRANDES Y PEQUEÑOS CEREBROS

<i>Peso del cerebro (gramos)</i>	
1000 a 1100	Anatole France, Franz Joseph Gall, Léon Gambetta.
1282	Walt Whitman.
± 1900	Daniel Webster, Ivan Turgenev, Dean Swift, Otto von Bismarck.
2230	Oliver Cromwell, George Gordon (Lord Byron).

y orador norteamericano Daniel Webster, el novelista ruso Ivan Turgenev, el escritor satírico inglés Dean Swift y el hombre de Estado creador del Reich alemán, Bismarck, poseyeron cerebros con pesos alrededor de los 1 900 gr. (Dart, 1956).

Es decir que son posibles considerables logros humanos casi en ambos extremos de la escala de pesos cerebrales. Además, como ha señalado también Dart, parece que han existido seres humanos normales con pesos cerebrales entre 700 y 800 gr. Schlaginhausen (1950-51) informó de un cráneo melanesio femenino, de una de las islas Feni en el archipiélago Bismarck, con una capacidad craneal de sólo 790 c.c. Hasta donde Dart pudo investigar en la literatura, ésta es la menor capacidad confirmada para un cráneo humano normal, ¡ya que no se trata del cráneo de un microcéfalo patológico! Se encontró esta capacidad no en un hombre-mono o en un pre-hombre, sino en un individuo clasificable como miembro de nuestra actual especie,

Homo sapiens (Dart, 1956) pero su capacidad fue solamente 38 c.c. mayor que la máxima conocida en un antropoide, es decir un gorila con 752 c.c. (Schultz, 1962).

O sea que existen seres humanos normales con volumen cerebral tres veces mayor que el de otros. Una amplitud tan fantástica señala el volumen cerebral como uno de los parámetros más altamente variables en el hombre moderno. Quizás sólo el peso corporal presente una mayor divergencia entre el máximo y el mínimo de sus valores en seres humanos sanos y normales.

Entonces, ¿qué significan los distintos volúmenes cerebrales en hombres normales? ¿Es que la gente con mayor cerebro tiene más células nerviosas, o éstas son más grandes?, ¿o poseen más neuroglia? (elementos no-neurales que ocupan el espacio entre las neuronas), ¿o más procesos nerviosos, o procesos nerviosos más largos, o más gruesos, o más altamente ramificados?, ¿o quizá se agranda el cerebro mediante la combinación de dos o más de estas siete posibles variables?

Sencillamente desconocemos las respuestas a tales preguntas para cerebros humanos modernos dentro del campo de la normalidad. Veremos en seguida que se dispone de algo más de información en lo referente a comparaciones entre diversos animales con distinto volumen cerebral medio. Pero dentro de nuestra especie no sabemos cuál es la base microscópica o celular de la variación en el volumen cerebral. Y si ignoramos esta sencilla *correlación físico-física* ¿cómo pueden formularse afirmaciones significativas sobre la correlación entre el volumen cerebral bruto y la estructura celular de un lado, y sobre atributos psíquicos y comportamiento por otro? Toda vez que la *correlación físico-física* es esencial para la asociación *físico-psíquica*. No se dispone de la información necesaria en uno y ni otro nivel.

No es extraño que un neurólogo tan destacado como Gerhardt von Bonin (1950), exprese: “la correlación entre volumen cerebral y capacidad mental es insignificante” y también, “el volumen del cerebro, como tal, no es muy significativo”. Igualmente Holloway (1968), sin referirse a la especie humana, concluye diciendo que “el tamaño bruto del cerebro no explica por sí solo las diferencias de comportamiento dentro del orden de los primates”. Y se toma además el trabajo de señalar que “tales correlaciones (por ejemplo entre volumen cerebral y rasgos de

comportamiento específico tales como memoria, discernimiento, premeditación, simbolización) no son análisis *causales*, y que un parámetro como peso cerebral en gramos, volumen en mililitros, o área en milímetros cuadrados, no puede *explicar* las diferencias que se observan en comportamiento" (*op. cit.*, p. 125). Una teoría más amplia y comprensiva, dice Holloway, debe tener en cuenta no sólo los cambios en peso cerebral que han ocurrido en la evolución, sino la reorganización de la materia celular del cerebro. Es precisamente a este nivel donde mayor es nuestro desconocimiento.

Comparando las distintas especies de mamíferos, hay muchos estudios mostrando que los cerebros más grandes se correlacionan con rasgos celulares y químicos claramente definidos. Por ejemplo, cuanto más voluminoso es un cerebro, menor es la densidad de sus células nerviosas (Nissl, 1898; von Bonin, 1948; Tower y Elliot, 1952; Shariff, 1953; Tower, 1954). Además, se ha pretendido que las neuronas son más grandes y más largos y complejos sus procesos celulares en cerebros de mayor volumen. La proporción neuroglia:neurona también es más alta. Tales supuestos y su validez han sido bien resumidos por Holloway (1968), quien señala que el aumento en ramificaciones dendríticas significa más sinapsis y más conectividad, lo cual implica un comportamiento más complejo.

Basado en este tipo de análisis de especies diferentes, el aumento en volumen cerebral está llegando a ser analizado en forma significativa en términos de sus unidades estructurales y esto, a su vez, puede proporcionar una base más racional para entender el comportamiento cada vez más complejo. Pero se ha mostrado que todo ello se aplica a una supuesta progresión evolutiva de una forma a otra hacia arriba de la escala. Ha sido comprobado que semejantes cambios, en un grado menor, se aplican al desarrollo ontogenético de individuos dentro de una especie. Al nivel adulto, sin embargo, reitero el punto de vista que he expresado anteriormente: no disponemos de un cuadro claro de las diferencias histológicas y químicas que hay entre cerebros grandes y pequeños en individuos de una misma especie; por lo cual no podemos señalar con minuciosidad cualesquiera diferencias celulares y químicas entre cerebros grandes y cerebros pequeños que a su vez sean una base para un comportamiento distinto. ¿Hay diferencias en comportamiento entre

individuos con cerebros grandes y con cerebros chicos? No parecen existir pruebas de tal diferencia.

Y volvemos a lo ya manifestado, confesando nuestra ignorancia acerca de la significación funcional y el valor de cerebros de distintos tamaños en individuos humanos modernos. ¿Se logrará echar alguna luz sobre este problema con un análisis evolutivo a largo plazo?

Volumen cerebral, evolución y supervivencia

Hemos mostrado antes que cuando se toma en cuenta el tamaño corporal, resultan insignificantes las diferencias en el número calculado de células nerviosas en "exceso" en la corteza cerebral de varios grupos raciales o de población, a pesar de las variaciones en procedencia, composición y tratamiento de los cerebros. Pero aún suponiendo que estudios complementarios demostraran que un grupo posee, como media, menos células nerviosas sobrantes que otro, ¿qué validez tendría llegar a la conclusión de que tal hecho implica automáticamente menor desarrollo cerebral (Vint) o menor avance evolutivo? (Gates). Putnam (1963) cree que no cabe discusión sobre dicho punto, pero tal aserto está lejos de justificarse.

Cuando se examina este problema desde un punto de vista evolutivo a largo plazo, parece claro que un volumen cerebral en aumento (junto con la organización, íntima estructura y la química que lo acompañan), pudo alguna vez haber sido de vital importancia para la supervivencia (por ejemplo, en un mundo de animales salvajes y hombres-mono, carentes del fuego). Pero parece también que el desarrollo posterior del hombre ha restado importancia al volumen cerebral, al número de células nerviosas y a otros detalles de organización interna. Y ello debido a que durante su evolución, la cultura y la benevolencia de la vida social han sustituido al ingenio como una póliza de seguro contra la extinción de la especie. Más allá de una cierta etapa en el aumento de volumen cerebral, no tenemos ninguna evidencia que un incremento adicional mejore de algún modo las habilidades adaptativas del hombre. Por todo lo que conocemos, la pretendida ligera preponderancia del volumen cerebral del hombre blanco, caucasoide, contemporáneo, caso de existir como rasgo genético, pudiera considerarse como una

herencia algo superflua y gratuita de ancestros de la Edad de Piedra, tales como los Cro-Magnon y Neandertales; porque estos ancestros tuvieron, como media, cerebros más grandes que sus actuales descendientes europeos.

De hecho, hay algunas pruebas sugiriendo que esa tendencia hacia un mayor volumen cerebral, que caracterizó los primeros dos millones de años de la evolución humana, se ha agotado; la ola de expansión cerebral ha llegado a su cima. Y esta realidad en cuanto a los primitivos y modernos europeos, puede en cierto grado, serlo también para África. Algunos de los hombres de la Edad de Piedra estuvieron sometidos paralelamente a los procesos de reducción de los dientes y mandíbulas por un lado, y a la expansión cerebral por el otro, hasta tal punto que parece simbolizar la antigua idea popular del hombre del futuro. En África, no menos que en Europa, parece que se ha doblado la esquina, se ha superado una cima y se nos presenta un declive. Quizás podemos decirlo así: las presiones selectivas que antes tendían con gran fuerza hacia los cerebros grandes, han sido algo relajadas. Posiblemente, se ha llegado a una etapa en la evolución humana (y estoy convencido que la hemos alcanzado hace miles de años) en la cual 100 personas con cerebros más pequeños tienen tan buenas probabilidades de sobrevivir hasta la edad de crear niños como otros 100 con cerebros más grandes, y es probable que unos dejen tantos hijos como los otros. El aumento de volumen cerebral ya no es una necesidad para la supervivencia, como pudo haber sido en el pasado. Hemos usado estos mismos cerebros para desarrollar nuevos mecanismos de adaptación, utensilios, albergues, ropa, fuego, instituciones sociales y calefacción central, aire acondicionado, refrigeración, desinfección, abrigos de mink y pantallas contra el sol. Y se pueden tener todas estas cosas lo mismo con su sombrero de tamaño 5.50 o del tamaño 8.50; a igual que es indiferente la talla del zapato que se calza.

La habilidad para aprovechar las satisfacciones de la vida moderna no parece estar afectada por el volumen cerebral; y tampoco parece que éste limite las posibilidades de contribuir a la sociedad, a la cultura, a la ciencia. Algunas personas bien dotadas han tenido cerebros muy pequeños; otras, igualmente dotadas, poseen cerebros muy grandes; y algunos, bastante me-

diocres, cuentan igualmente con cerebros voluminosos. No es sorprendente que Gerhardt von Bonin dijera en 1963:

“Sin duda, el peso del cerebro es un indicador muy malo de su valor funcional”, añadiendo: “El volumen cerebral como tal, es un indicador muy pobre de la habilidad mental.”

Hace un siglo que James Hunt (1813), ante la *Anthropological Society* de Londres, declaró:

“...sabemos que es necesario ser muy cauteloso en aceptar la capacidad craneal como prueba absoluta del poder intelectual de cualquier raza” (p. 13).

Ante estas variaciones individuales del volumen cerebral y logros obtenidos dentro de una sola raza, frente a la disminución del volumen cerebral medio en el transcurso de los últimos diez mil años, y sabiendo que gran parte de la adaptabilidad del hombre a nuevos ambientes y a nuevos modos de vida está determinada culturalmente, ¿quien puede afirmar seriamente que los cerebros un poco más pequeños sean un impedimento para las realizaciones o un freno a la capacidad mental?

La cantidad de substancia gris

Hace 35 años que Vint (1934) examinó bajo el microscopio la substancia gris de la corteza cerebral en africanos de Kenia, afirmando que, como media, es más delgada que la del europeo. Dicho trabajo ha sido citado a menudo en publicaciones distribuidas por el *Putnam Letters Committee*: por ejemplo por George (1962), por Sanborn, quien reseñó su trabajo (sin fecha), por Swan (1964), por Putnam (1963, 1967) y también por Hofmeyr (1961). Este grupo de autores han llamado sobre todo la atención acerca de la capa supragranular de las células nerviosas corticales, afirmando que Vint encontró ser más delgada que en los europeos en un 14% (Sanborn), en más del 14% (Putnam, 1963, p. 9), más o menos el 15% (Putnam, 1967, p. 51), alrededor del 14% (George, 1962, p. 33) y en un 16% (Swan, 1964, p. 28). Algunos pretenden que dicha capa es la “más avanzada” de la corteza; presumiblemente por eso la supuesta inferioridad se enfatiza en todas las publicaciones

mencionadas, aunque es mayor la inferioridad aseverada por Vint respecto a otra capa cortical, la capa granular interna.

No obstante, cuando uno retorna a las fuentes originales, surgen serias dudas en cuanto a la validez de los datos en que se basa la comparación. Veamos primero lo que Vint realmente informó: dijo que la reducción total media de la corteza en su conjunto, comparada con la del europeo, es de 14.8% en las áreas corticales examinadas. Sus cifras para el negro se basaron en un solo estudio de cerebros negros que, según declara, no incluyeron ninguno de la "llamada clase educada". Por sí mismo Vint no estudió cerebros europeos, aunque por lo menos dos de las referencias citadas dan la impresión de que Vint había examinado directamente la serie europea; por ejemplo Swan (1964) habla de que el "Dr. F. W. Vint hizo cuidadosos estudios comparativos de la histología cortical de los cerebros de blancos europeos y negros africanos" (p. 27). De igual manera y igualmente erróneo, es lo que dice Putnam (1967): "En 1934 F. W. Vint del Medical Research Laboratory, Kenia, África, publicó los resultados de un estudio comparativo de cerebros negros y europeos, encontrando que la capa supragranular de la corteza del negro era alrededor de 15% más delgada que la de los blancos" (p. 51). En ambas citas la fraseología da la impresión de que el propio Vint había efectuado un cuidadoso examen de la capa cortical de cerebros europeos tanto como de los negros, cuando en realidad solamente había estudiado los negros y comparado sus resultados con los obtenidos en otro estudio por un investigador distinto, a saber C. von Economo, (1929) en Europa.

En ocho distintas regiones de la corteza cerebral midió el grosor total y el de cada una de las cuatro capas que la integran, señaladamente la *lámina zonalis*, zona supragranular, zona granular interna y zona infragranular. Cada una de las 5 medidas tomadas en 7 de las 8 regiones fue comparada con la medida correspondiente del libro de von Economo (1929), señalando el porcentaje de aumento o disminución por comparación con "el cerebro europeo".

Hay muchas posibles fuentes de error en estas comparaciones. Ante todo el propio Vint señala que existe incluso alguna duda entre los distintos investigadores acerca de dónde debe exactamente cortarse la pequeña sección de tejido para medir el grosor

de las capas: si de las crestas de las circunvoluciones de materia gris, o de sus lados, o del fondo de las cisuras. Vint dice que Bolton (1903, 1914) había anotado las medidas que fueron en cada caso la media entre lecturas de grosor i) en la superficie plana externa de las circunvoluciones; ii) en el borde del sulcus o cisura adyacente; iii) en el lado de la cisura; y iv) al fondo de la cisura.

Von Economo (1929) señaló que el espesor de la corteza en las cimas de las circunvoluciones era dos veces mayor que en el fondo de las cisuras, pero desafortunadamente no especifica si siguió el método de Bolton de sacar un promedio o si utilizó otra técnica. Así, Vint aclara no ser exactamente cierto que las medidas de von Economo sobre cerebros europeos fueron tomadas en la misma área que las obtenidas personalmente en cerebros negros, es decir en las cimas de las circunvoluciones.

En segundo lugar el medir realmente las capas de la corteza cerebral no es tan fácil como puede parecer. Aunque las varias capas son bastante fácilmente identificadas, no lo son tanto sus límites. Con frecuencia éstos son ondulados y puede variar de trabajador a trabajador, aun en el mismo laboratorio, el fijar exactamente los *termini* para una medida especial. Sería fácil para un investigador comparado con otro, medir una parte distinta de tal límite ondulado, y de esta manera introducir un error sistemático en sus resultados. Hasta donde sabemos Vint no había recibido un entrenamiento específico de parte de von Economo y no hay razón para creer que su técnica de medición fuera precisamente la misma que la de éste. Además, en ninguna parte dice Vint cómo fueron tomadas sus medidas, ni están marcadas en sus fotografías, en contraste se puede decir, con las ilustraciones de la corteza humana de Bailey y von Bonin (1951).

En tercer lugar surge una dificultad muy seria en cuanto a los procedimientos técnicos empleados. La preparación de un cerebro para estudios microscópicos requiere cierto número de procedimientos químicos y de coloración varios de los cuales son asequibles a quienes trabajan en la mayoría de los laboratorios. Se conocen diferentes tratamientos químicos que producen distintos grados de reducción o tumefacción. Estas influencias afectan fácilmente a las medidas, sobre todo cuando se trata del grosor total cortical, tan pequeño como de 1,886 a 3,006 mm.

(promedio de los grosores corticales encontrados por Vint en 8 distintas áreas del cerebro).

Como experiencia, Diamond *et al.* (1964, 1966) midieron el grosor de la corteza visual de un ratón con dos distintas técnicas; secciones congeladas y teñidas con tiónina y secciones de celoidina coloreadas con el tinte de Windle modificado por Nissl. Las medidas de grosor obtenidas con el segundo método fueron sólo el 60.5% de los valores logrados con el primero.

Incluso en un laboratorio donde se utilice constantemente una sola técnica puede llegarse a resultados muy variables según el estado de preservación y el teñido de los cerebros. Como ha señalado Carothers (1953, p. 82), las "evaluaciones comparativas de histología cerebral son notoriamente difíciles y requieren un conocimiento especial de este tipo de trabajo. . ." Estamos pues ante una posición nada satisfactoria: series de refinadas medidas tomadas en cerebros de negros tratados en un laboratorio, que son comparadas con otras series de cerebros europeos preparados en un laboratorio distinto, y posiblemente bajo condiciones también diferentes. ¡Y los de Vint son los únicos datos de que hay constancia acerca del grosor cortical en negros! Ante tal estado de cosas, cualquiera que tenga una mente lógica se da cuenta que no pueden obtenerse conclusiones válidas alegando diferencias entre razas, ya que han sido obtenidas con material poco satisfactorio. Citemos de nuevo a Carothers, "Las evaluaciones comparativas de histología cerebral. . . son de poco valor a menos que la preparación del material y las técnicas usadas sean virtualmente idénticas para los dos grupos. Estos requisitos no fueron convincentemente cumplidos (en las comparaciones de Vint)" (*op. cit.*, p. 82).

El propio Vint señala un serio defecto adicional; nos dice específicamente, "debido a condiciones climáticas y otras, fue imposible fijar el cerebro por medio de inyección en las arterias carótidas".

Si todas estas fuentes de variación son aplicables al grosor de la corteza cerebral en su totalidad, tanto más lo son a la capa supragranular que según Vint tiene un grosor medio variable entre 0.338 y 0.922 de *milímetro* en seis distintas zonas de la corteza (Cuadro 13).

CUADRO 13

VARIACIÓN EN LAS MEDIDAS DE ESPESOR (VINT, 1934)

Corteza cerebral	de 1.886 a 3.006 milímetros
Capa supragranular	de 0.338 a 0.922 milímetros

Es claro que el estudio de Vint, tan ampliamente citado, permite sólo una conclusión definitiva en cuanto a grosores corticales: la necesidad de estudios mucho más cuidadosamente controlados. Sin embargo la supuesta diferencia de 15% en el grosor cortical total y el supuesto 16% de disminución en la capa supragranular, son citados una y otra vez como hechos establecidos, como prueba adicional de la pretendida inferioridad del cerebro negro. Y más todavía, las conclusiones que derivan de estos llamados hechos, son utilizadas para crear la impresión de que el negro es un ser mucho menos evolucionado; por ejemplo, cuando Putnam dice (1963, p. 9): "El grosor de la capa supragranular de la corteza cerebral aumenta a medida que se asciende en la escala zoológica desde el animal al hombre, puede decirse que es otra medida del desarrollo evolutivo."

Tenemos pues que concluir afirmando la carencia de pruebas científicamente aceptables de que la corteza cerebral de los negros sea más delgada que la de los europeos, en su totalidad o en cualquiera de sus capas.

Reflexiones finales acerca de cerebros y razas

He escogido solamente dos de las llamadas diferencias bien establecidas entre los cerebros de negros y blancos, concretamente su volumen y el grosor de la corteza, mostrando que proporcionan pruebas muy poco satisfactorias en cuanto a diferencias estructurales y de capacidad intelectual en el cerebro del negro. Se han dado otras razones tales como el tamaño del lóbulo frontal y el grado de separación entre las circunvoluciones; alegatos que han sido también rechazados vigorosamente por muchos otros autores. De mi propia pequeña incursión en el estudio del cerebro, he sacado la convicción de que amplias conclusiones han sido basadas en pruebas insustanciales. No hay evidencia

aceptable para establecer tales diferencias de estructura en los cerebros de ambos grupos raciales; y seguramente nada que proporcione una satisfactoria base anatómica para explicar cualquier diferencia en cociente intelectual o en otras pruebas mentales, en temperamento o comportamiento.

El descrédito del mito acerca del volumen cerebral y diferencias en sustancia gris, nos lleva a reconocer que en ciencia la verdad no logra ser reconocida por la repetición de una serie de hechos. Las hipótesis no son aceptadas por simple afirmación y reafirmación de las hipótesis. La ciencia requiere más bien la paciente comprobación de los hechos; la repetición de estudios anteriores con métodos más modernos, mejor controlados y mejor estandarizados; el re-examen constante y la revaluación crítica de premisas y supuestos; la necesaria elasticidad mental que permita modificar las viejas hipótesis cuando surgen nuevos hechos que no pueden ser debidamente explicados por aquéllas; una resistencia para no fomentar intereses creados sobre un punto de vista particular; no atribuir a científicos que mantengan opiniones opuestas una motivación que desvirtúe el examen imparcial de las pruebas que puedan aportar; y rehuir las hipótesis prematuras basadas en evidencias muy endebles.

SUMMARY

A critical review is given of those factors which may be accompanied by variations in brain weight, viz. sex, body size, age of death, nutritional state in early life, source of the sample, occupational group, cause of death, lapse of time after death, temperature after death, anatomical level of severance, presence or absence of cerebrospinal fluid, of meninges and of blood-vessels. Valid comparisons between the brain-weight of human populations should take all, or several, of these variables into account; however, published studies have not done so, despite claims to the contrary. The ideal sample is from subjects who have died suddenly without prior disease: while three such samples are on record for Europeans, none has been recorded for Negroes. The brain-weight of healthy Negroes is not known. Most published interracial comparisons are invalid. The histological, chemical and functional counterparts of big and small brains in modern man are not known. Published interracial comparisons of thickness of the cerebral cortex and, particularly, of its supragranular layer, are technically invalid: there is no acceptable proof that the cortex of

Negroes is thinner in whole, or in any layer, than that of Europeans. It is concluded that vast claims have been based on insubstantial evidence.

BIBLIOGRAFÍA

ABELSON, P. H.

1969 Malnutrition, learning and behavior. *Science*, 164: 17.

APPEL, F. W. and E. M. APPEL

1942 Intracranial variation in the weight of the human brain. *Human Biology*, 14: 48-68 and 235-250.

BAILEY, P. and G. von BONIN

1951 *The Isocortex of Man*. Urbana: University of Illinois Press. pp. 1-301.

BARAITSER, M. and D. E. EVANS

1969 The effect of undernutrition on brain-rhythm development. *S. Afr. Med. J.*, 43: 56-58.

BEAN, R. B.

1917 The Weights of the organs in relation to type, race, sex, stature and age. *Anat. Rec.*, 11: 326-328.

BOLTON, J. S.

1903 The histological basis of amentia and dementia. *Archiv. Neurol.*, 2: 424-620.

1914 *The Brain in Health and Disease*. London: Arnold.

BONIN, G. von

1948 The frontal lobe of the primates, cytoarchitectural studies. *Res. Publ. Assoc. nerv. ment. Dis.*, 27: 67-83.

1950 *Essay on the Cerebral Cortex*. Charles C. Thomas. Springfield, Illinois.

1963 *The evolution of the Human Brain*. Chicago University Press. xiv + 92 pp.

BRANDES, K.

1927 Liquorverhältnisse an der Leiche und Hirnschwellung. Frankfurt, *Zeitschr. für Path.*, 35: 274-301.

BROWN, R. E.

1966 Organ weight in malnutrition with special reference to brain weight. *Develop. Med. Child. Neurol.*, 8: 512-522.

CAROTHERS J. C.

1953 The African Mind in Health and Disease. *World Health Organization Monograph Series*, Nº 17.

- CHASE, H. P., W. F. B. LINDSEY and D. O'BRIEN
1969 Undernutrition and cerebellar development. *Nature*, 221: 554-555.
- CRAVIOTO, J. and B. ROBLES
1965 Evolution of adaptive and motor behaviour during rehabilitation from kwashiorkor. *Amer. J. Orthopsychiat.*, 35: 449-464.
- COBB, S.
1965 Brain size. *Arch. Neurol.* (Chicago), 12: 555-561.
- DART, R. A.
1956 The relationships of brain size and brain pattern to human status. *S. Afr. J. Med. Sci.*, 21 (1 and 2): 23-45.
- DAVIS, J. B.
1868 Contributions towards determining the weight of the brain in different races of man. *Philos. Trans.*, 158: 505-527. (Cited by Pakkenberg and Voigt, '64).
- DAVISON, A. N. and J. DOBBING
1965 Myelination as a vulnerable period in brain development. *Brit. Med. Bull.*, 22: 40-44.
- DIAMOND, M. C., D. KRECH and M. R. ROSENZWEIG
1964 The effects of an enriched environment on the histology of the rat cerebral cortex. *J. Comp. Neur.*, 123: 111-119.
- DIAMOND, M. C., F. LAW, H. RHODES, B. LINDNER, M. R. ROSENZWEIG, D. KRECH and L. BENNETT.
1966 Increases in cortical depth and glia numbers in rats subjected to enriched environment. *J. Comp. Neur.*, 128: 117-125.
- DICKERSON, J. W. T. and J. DOBBING
1967 Prenatal and postnatal growth and development of the central nervous system of the pig. *Proc. roy. Soc., B.* 166: 384-395.
- DICKERSON, J. W. T. and R. A. McCANCE
1967 Effect of undernutrition on the postnatal development of the brain and cord in pigs. *Proc. roy. Soc., B.* 166: 396-407.
- DICKERSON, J. W. T. and A. L. WALMSLEY
1967 The effect of undernutrition and subsequent rehabilitation on the growth and composition of the central nervous system of the rat. *Brain.* 90: 897-906.
- DOBBING, J. and E. M. WIDDOWSON
1965 The effect of undernutrition and subsequent rehabilitation

- on myelination of rat brain as measured by its composition. *Brain*, 88: 357-366.
- DUCKWORTH, W. L. H.
1904 *Morphology and Anthropology*. Cambridge University Press, xxviii + 564 pp.
- EAYRS, J. T. and G. HORN
1955 Development of cerebral cortex in hypothyroid and starved rats. *Anat. Rec.*, 121: 53-61.
- ECONOMO, C. von
1929 *The Cyto-architectonics of the Human Cerebral Cortex*. Oxford University Press.
- EICHENWALD, H. F. and P. C. FRY
1969 Nutrition and learning. *Science*, 163: 644-648.
- ENGEL, R.
1956 Abnormal brain-wave patterns in Kwashiorkor. *Electroenceph. and Clin. Neurophysiol.*, 8: 489-500.
- FISHMAN, M. A., A. L. PRENSKY, and P. R. DODGE
1969 Low content of cerebral lipids in infants suffering from malnutrition. *Nature*, 221: 552-553.
- GATES, R. R.
1946 *Human Genetics*. New York: Macmillan. 2 vols. xviii + 1518 pp.
- GEORGE, W. C.
1961 *Race, Heredity and Civilization*. (Cited by Hofmeyr, '61).
1962 *The Biology of the Race Problem*. Report commissioned by the Governor of Alabama, 1-87.
- GILLMAN, J. and T. GILLMAN
1951 *Perspectives in Malnutrition*. New York: Grune and Stratton. pp. 1-584.
- GUTHRIE, H. A. and M. L. BROWN
1968 Effect of severe undernutrition in early life on growth, brain-size and composition in adult rats. *J. Nutrition*, 94: 419-426.
- HAMMOND, J.
1944 Physiological factors affecting birth weight. *Proc. nutr. Soc.*, 2: 8-12.
- HERRE, W.
1958 The influence of the environment on the brain of the mammals. *Dtsch. Med. Wschr.*, 83: 86.

HOFMEYR, J. D. J.

- 1961 Gedifferensieërde ontwikkeling: 'n genetiese standpunt. Pretoria. *University of Pretoria Branch of Afrikaanse Studentebond*, pp. 8-15.

HOLLOWAY, R. L.

- 1968 The evolution of the primate brain: some aspects of quantitative relations. *Brain Research*, 7: 121-172.

HUNT, J.

- 1863 On the Negro's place in Nature. *Anthrop. Soc. Lond.*, viii + 60 pp.

HUNT, S. B.

- 1869 *Journ. Anthrop. Soc. Lond.*, 7: 40-54. (Cited by Pearl, '34).

JACKSON, C. M., and C. A. STEWART

- 1920 The effects of inanition in the young upon the ultimate size of the body and the various organs in the albino rat. *J. Exp. Zool.* 30:8.

JERISON, H. J.

- 1963 Interpreting the evolution of the brain. *Human Biol.*, 35 (3): 263-291.

KERPEL-FRONIUS, E.

- 1961 *Somatic stability in the newly born*. Ciba Foundation Symposium.

KROMPECHER, St. and J. LIPÁK

- 1966 A simple method for determining cerebralization. Brain weight and intelligence, *J. Comp. Neurol.*, 127: 113-120.

KUMMER, H.

- 1961 Beitrag zur quantitativen Bestimmung der Entwicklungshöhe des Säugetiergehirnes. *Psychiat. Neurol. Basel*, 142: 352-375.

KUSUMOTO, M.

- 1936 On the biometrical constants of the Japanese brainweight. *Jap. J. Med. Sci.*, 6:91. (Abstract cited by Bailey and von Bonin, '51).

LASHLEY, K. S.

- 1949 Persistent problems in the evolution of mind. *Quart. Rev. Biol.*, 24: 28-42.

LATIMER, H. B.

- 1950 The weights of the brain and its parts and the weight and length of the spinal cord in the adult male guinea pig. *J. Comp. Neurol.*, 93: 37-51.

MALL, F. P.

- 1909 On several anatomical characters of the human brain said to vary according to race and sex, with special reference to the frontal lobes. *Am. J. Anat.*, 9: 1-32.

MATIEGKA, H.

- 1902 Über das Hirngewicht, die Schädelkapazität und die Kopfform, Sowie deren Beziehungen zur psychischen Thätigkeit des Menschen. S. B. *kgl. böhmischen Ges. Wiss. Prag. math-nat. Cl.*, N^o 20, 1-75.

METTLER, F. A.

- 1955 Culture and the structural evolution of the neural system. *James Arthur Lecture on the Evolution of the Human Brain*. New York: American Museum of Natural History.

MORTON, S. G.

- 1849 *Proc. Nat. Acad. Sci. Philadelphia*, 4: 221-224. (Cited by Pearl '34).

NELSON, G. K.

- 1959 The electroencephalogram in kwashiorkor. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 11: 73-84.
- 1963 Electroencephalographic studies in sequelae of kwashiorkor and other diseases in Africans. 777-787. *Proceedings of the Central African Scientific and Medical Congress*. August 1963. In: *Science and Medicine in Central Africa*. George J. Snowball, ed. Pergamon Press.

NISSL, F.

- 1898 Nervenzellen und graue substanz. *Munch. med. Wschr.*, 45: 988.

OSLER, W.

- 1968 Belated scars of war prisons. *The Star*, Johannesburg, 11 November 1968.

PAKKENBERG, H. and J. VOIGT

- 1964 Brain weight of the Danes. *Acta Anat.*, 56: 297-307.

PEACOCK, T. B.

- 1865 *Mem. Anthropol. Soc. Lond.*, 1, 65-71 and 520-524. (Cited by Pearl, '34).

PEARL, R.

- 1905 Biometrical studies in man. I. Variation and correlation in brain weight. *Biometrika*. 4: 13-104.
- 1934 The weight of the Negro brain. *Science*, 80: 431-434.

- PLATT, B. S., G. PAMPLIGLIONE and R. J. C. STEWART
1965 Experimental protein-calorie deficiency. *Develop. Med. Child. Neurol.*, 7:9.
- POLIAKOVA, R. S.
1960 Interspecial differences in brain size. *Arkh. Anat. Gistol. i Embriol.*, 39: 58-64. (Read in abstract.)
- PUTNAM, C.
1963 Three new letters on science and race. New York: *National Putnam Letters Committee*, 3-23.
1967 *Race and Reality: A Search for Solutions*. Washington, *Public Affairs Press*, 1-192.
- RADINSKY, L.
1967 Relative brain size: a new measure. *Science*, 155: 836-838.
- SANBORN, H. C.
n.d. Dr. W. C. George's "The biology of the race problem": a review. New York. *National Putnam Letters Committee*, 1-8.
- SCHLAGINHAUFEN, O.
1950-51 Ein Melanesierschädel von ungewöhnlich kleiner Kapazität. *Bull. Schweiz. Ges. Anthrop. u. Ethnol.*, 27: 26-37.
- SCHREIDER, E.
1966 Brain weight correlations calculated from original results of Paul Broca. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 25: 153-158.
- SCHULTZ, A. H.
1962 Die Schädelkapazität männlicher Gorillas und ihr Höchstwert. *Anthrop. Anz.*, 25: 197-203.
- SCRIMSHAW, N. S. and E. GORDON (eds.)
1968 *Malnutrition, Learning and Behaviour*. Cambridge, MIT Press.
- SHARIFF, G. A.
1953 Cell counts in the primate cerebral cortex. *J. Comp. Neurol.*, 98:381-400.
- SHIBATA, I.
1936 Brain weight of the Korean. *Am. J. Phys. Anthrop.*, 22: 27-35.
- SMIT, P. J.
1969 Anthropometric, motor performance and physiological studies on South African Children involved in a nutritional status survey. *Thesis* accepted for the degree of Ph. D., Anatomy Dept., University of the Witwatersrand.

SOEMMERING, S. T.

1788 Vom Hirn und Rückenmark. Mainz: P. A. Winkpp. 115 pp. (Cited by Bailey and von Bonin, '51).

SPANN, W. and H. O. DUSTMANN

1965 Das menschliche Hirngewichte und seine Abhängigkeit von Lebensalter, Körperlänge, Todesursache und Beruf. *Deutsche Zeitschrift für Gerichtliche Medizin*, 56: 299-317.

STOCH, M. B. and P. M. SMYTHE

1963 Does undernutrition during infancy inhibit brain growth and subsequent intellectual development?. *Arch. Dis. Childh.*, 38: 546-552.

1967 The effect of undernutrition during infancy on subsequent brain growth and intellectual development. *S. Afr. Med. J.*, 41: 1027-1031.

STRÖM, A. (ed.)

1968 Norwegian Concentration Camp Survivors. Oslo: *Universitetsforlaget*, pp. 9-186.

SWAN, D. A.

1964 Juan Comas on "Scientific' racism again?": A scientific analysis. *Mankind Quarterly*, 2 (4): Reprinted in *Mankind Monographs*, VI (3), 24-36.

TAKAHASI, K. and I. SUZUKI

1961 The brain weight of Japanese. *Sapporo Med. J.*, 20: 179-184.

TIEDEMANN, F.

1836 On the brain of the Negro, compared with that of the European and the orang-outang. *Phil. Trans. Roy. Soc. Lond.*, 126: 497-527.

TOBIAS, P. V.

1958 Some aspects of the biology of the Bantu-speaking African. *Leech*, 28: 3-12.

TODD, T. W.

1927 A liter and a half of brains. *Science*, 66: 122-125.

TOPINARD, P.

1885 *Eléments d'Anthropologie Générale*. xv, 1157 pp. Paris, A. Delahaye and E. Lecrosnier.

TOWER, D. B.

1954 Structural and functional organization of mammalian cerebral cortex: the correlation of neurone density with brain size. *J. Comp. Neurol.*, 101: 19-53.

TOWER, D. B. and K. A. C. ELLIOTT

1952 Activity of the acetylcholine system in the cerebral cortex of various unanaesthetized mammals. *Am. J. Physiol.*, 168: 747-759.

VINT, F. W.

1934 The brain of the Kenya native. *J. Anat. Lond.*, 68: 216-223.

WALDEYER, W.

1894 Sitzungber. d.k. Preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, pp. 1213-1221 (cited by Pearl, '34).

ZAMENHOF, S., E. van MARTHENS, and F. L. MARGOLIS

1968 DNA (cell number) and protein in neonatal brain; alteration by maternal dietary protein restriction. *Science*, 160: 322-323.