

RELACIÓN ENTRE EL EFECTO MOZART Y LA PRUEBA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS *MISIONEROS Y CANÍBALES*

JULIANA ROJAS CORREDOR, MARÍA CLAUDIA SOLER SALAZAR,
NANCY MORENO DUEÑAS, NICOLÁS SÁIZ BRAVO Y OTTO MANRIQUE JAIME*
PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, BOGOTÁ

Recibido: mayo 13 de 2005

Revisado: junio 17 de 2005

Aceptado: agosto 24 de 2005

ABSTRACT

Relation between Mozart effect and problem solving test *Missionaries and Cannibals* was explored in female students with ages between 17 and 20 years old. This relation was measured with the interactive task *Missionaries and Cannibals* and the Mozart's *Sonata para dos pianos K448*. Statistical analysis with 0.05 significance level showed differences between control and experimental group; also when significance level was increased to 0.01 (confidence of 99%) the test continue showing an association between test solution *Missionaries and Cannibals* and Mozart effect.

Key words: Problem solving, music therapy, Test *Missionaries and Cannibals*.

RESUMEN

La presente investigación exploró la relación que existe entre el efecto Mozart y la prueba de solución de problemas *Misioneros y canibales* en estudiantes de género femenino cuyas edades oscilaron entre los 17 y 20 años de edad. Para medir dicha relación se utilizó el juego interactivo *Misioneros y canibales* y la *Sonata para dos pianos en Re mayor K448* de Mozart. El análisis estadístico con un nivel de significación del 0,05 respaldó la existencia de diferencias significativas entre el grupo control y el grupo experimental; inclusive al aumentar dicho nivel de significancia al 0,01, es decir, con un grado de confiabilidad del 99%, se comprobó que la solución de la prueba *Misioneros y canibales* estuvo asociada con el efecto Mozart.

Palabras clave: Solución de problemas, terapia musical, prueba *Misioneros y canibales*.

* Correspondencia relacionada con este artículo por favor enviarla a: moreno.n@javeriana.edu.co / juliana-rojas@javeriana.edu.co

Históricamente, diversas teorías del procesamiento cognitivo humano han sido abordadas en tres niveles: un nivel de procesamiento neuronal, un nivel elemental de procesamiento de información (evocación de conocimientos previos) y un nivel de procesamiento mental más complejo en donde es posible ubicar la solución de problemas (Best, 2002; Simon, 1981) y que corresponde con el denominado Modelo de Resolución de Problemas Sociales propuesto por D'Zurilla y Nezu (1999, citados por Vera-Villaruel y Guerrero, 2003), quienes plantean que:

La solución eficaz de los problemas requiere de cinco componentes interactuantes, los cuales se derivan de dos procesos mayores, cada uno de los cuales aporta una determinada contribución eficaz para la solución del problema. Los dos procesos mayores son: un componente motivador general llamado orientación al problema; y un set de cuatro destrezas específicas de resolución de problemas. Éstas serían: definición y formulación del problema, generación de alternativas de solución, toma de decisiones, y puesta en práctica de la solución y verificación (p. 22).

De la misma forma, enfrentarse a un problema, es decir, a la discrepancia entre el estado actual de las cosas y algún estado deseado (Best, 2002; Puente, 1999) trae consigo una serie de elaboraciones cognitivas que implican ciertas etapas de pensamiento que en primera instancia preparan al individuo ante la situación junto con algunos intentos de resolverlo, para luego dar paso a la etapa de incubación, en la que Wallas (1921, citado por Best, 2002) plantea que “si los intentos preliminares fracasan, el individuo deja de lado el problema por un tiempo. Por lo menos en el consciente, deja de ocuparse del asunto; sin embargo, en algún nivel inconsciente prosigue el trabajo.” Posterior a la incubación, la etapa de “iluminación” involucra la finalización del trabajo inconsciente para traer la respuesta a la superficie de la conciencia por medio del famoso destello súbito de una idea o *insight*, que permite entender las relaciones entre los diferentes elementos problemáticos (Yerkes, 1916; Köhler, 1924; Ruger, 1910; citados por Woodworth & Schlosberg, 1964; Best, 2001; Ansburg, 2000; Puente, 1999) para posteriormente efectuar la etapa de verificación cuyo fin es confirmar el denominado *insight* (Best, 2002).

Ahora bien, las actividades realizadas por los individuos cuando resuelven problemas pueden analizarse en función de las estrategias cognoscitivas involucradas en el proceso de resolución que para Simon (1981) dependen de la atención a pistas perceptuales; de la consolidación en la memoria de metas y submetas; y del descubrimiento de movimientos correctos secuenciales. De ahí que Puente (1999), Best (2002) y Simon (1981) planteen los métodos algorítmicos y heurísticos como estrategias para resolver problemas.

1. Los métodos heurísticos, a pesar de no conducir necesariamente a la consecución del objetivo, se emplean con frecuencia para toda situación que no esté vinculada a problemas específicos (Best, 2002). Además, se sustentan en experiencias previas que guardan relación con problemas similares en los que según Puente (1999) “las personas se enfrentan a la elección de lo que tiene que hacer, como ocurre en cada punto de sus intentos por encontrar una solución a un problema” (p. 233).

En este sentido, se evidencian procedimientos heurísticos generales de los cuales es pertinente destacar el análisis de medios y fines que consiste en descomponer el problema en submetas, escoger una para trabajar, y solucionarlas una a una hasta completar la tarea eliminando los obstáculos que le impiden llegar al estado final (Millar, Gallanter & Pribram, 1960, citados por Puente, 1999; Best, 2000; Simon, 1981; Poggioli, 2000). Ejemplo de ello se manifiesta en el estudio dirigido a indagar sobre efectos inmediatos de la planeación en las tareas de resolución de problemas, realizado por Delaney, Ericsson y Knowles (2004), en el que mediante cuatro experimentos se demostró la influencia que ejercen las instrucciones previas en la planeación y realización de tareas, incrementando los procesos de memoria y aprendizaje, reflejando en esa medida, el análisis de metas y fines como un tipo de estrategia que minimiza las demandas de la memoria dado que es posible enfocar la atención en una pequeña parte del problema en cualquier momento, al no ser necesaria una representación completa del plan. En efecto, dicha investigación confirma el Modelo Cognitivo de Procesamiento de Información propuesto en 1981 por Simon, para quien la retención de información en la memoria a corto plazo permite el establecimiento de estrategias de solución a partir de submetas.

Sin embargo, en contraposición a los procedimientos heurísticos generales existen también para Poggioli (2000) métodos heurísticos específicos relacionados con el conocimiento de un área en particular que incluyen estructuras cognoscitivas más amplias para reconocer y simplificar los problemas, trabajar en sentido inverso, algoritmos más complejos y una gran variedad de procesos heurísticos específicos referidos a lo que Chi et al. (1981, 1982, citados por Poggioli, 2000) entendían como “esquemas de problemas” relacionados con problemas particulares en donde se recurre a “conocimientos de tipo declarativo (principios, fórmulas y conceptos), procedimental (conocimiento acerca de las acciones necesarias para resolver un tipo de problema en particular) y estratégico (conocimiento que permite, al individuo solucionador del problema, decidir sobre

las etapas o fases que debe seguir en el proceso de solución)”.

2. Los algoritmos, son procedimientos específicos que señalan paso a paso la solución de un problema y que garantizan el logro de una solución siempre y cuando sean relevantes a éste a través de una secuencia sistemática y ordenada de instrucciones que conducen a una operación en un número de pasos finitos (Puente, 1999; Best, 2002). Dicho procesamiento se evidencia en el experimento titulado *Misioneros y canibales* en el que Puente (1999) afirma que la tarea específica consiste en transportar tanto a los canibales como a los misioneros al otro lado del río, teniendo en cuenta a su vez que:

La embarcación sólo puede llevar una o dos personas en el mismo viaje. Sin embargo, si están en una orilla en la que hay una sola persona, un viaje con dos pasajeros no es posible como movimiento siguiente. A pesar de todo, en cada punto en el que se tiene que seleccionar una acción, normalmente hay más de una opción, la persona que soluciona el problema tiene que encontrar una secuencia de acciones que conduzcan del estado inicial a uno de los estados finales –tiene que escoger la acción apropiada para cada punto de elección–. (p. 239)

En otros términos, la estructura del problema de acuerdo con lo propuesto por Simon y Reed (1976, citados por Best, 2000), no permite la creación de submetas sino que obliga a la utilización de secuencias cortas de movimientos que permiten balancear el número de identidades implicadas en el problema para con ello lograr su solución.

Habiendo ya explicitado las estrategias de índole tanto heurística como algorítmica, resulta necesario resaltar la influencia de aquello que Ansburg (2000) denomina *Fluidez de pensamiento*, que no sólo requiere que la persona sea capaz de generar una gran diversidad de representaciones problemáticas, sino que también tenga la capacidad de descartar representaciones impropias de las mismas, evitando por añadidura la conocida fijación o *Einstellung* que fue planteada y entendida por los psicólogos de la *Gestalt* como la tendencia a que el pensamiento se establezca o fije, desencadenando una actitud reacia en las personas frente a ideas nuevas o formas distintas de abordar una situación problema (Banyard, Cassells, Green, Hartland, Hayes & Reddy, 1995). Con el mismo propósito, en un experimento realizado por Glucksberg (1962, citado por Banyard et al., 1995), al ofrecerle a los participantes dos velas, una caja de fósforos y una caja de chinches y pidiéndole a los mismos que colocaran las velas pequeñas en una pared, se encontró que muchos de los participantes fueron incapaces de resolver el problema dado que se precisaba el uso de los materiales de manera inusual. De dicho modo, se evidenció otra clase de *Einstellung* designado como *Fijeza funcional* en el cual

se evidencia una imposibilidad para emplear los objetos de un modo distinto al de su función tradicional.

Siendo así, la mencionada fijación no manifiesta la capacidad de saltar los límites de un problema y desarrollar soluciones nuevas e innovadoras, reflejando en esta medida una percepción del problema desde un ángulo completamente diferente, esto es, el empleo del *pensamiento lateral* así postulado por Banyard et al. (1995). Con relación a ello, Lovett y Anderson (1996, citados por Best, 2000), observaron también los posibles efectos del *Einstellung* haciendo uso de la tarea de las barras de construcción (TVC) cuya meta es elaborar una barra de una longitud deseada a partir de tres longitudes presentadas previamente de la misma. Los resultados obtenidos condujeron a conclusiones tales como la importancia de una meta específica, y a la sensibilidad de los participantes a la historia de éxito de determinada estrategia en un sentido global en cuanto al límite general de una estrategia (algunos problemas de tipo heurístico no pueden ser solucionados con estrategias particulares) y al contexto actual de la situación problema.

Por tanto, el rescatar el contexto en que la resolución de problemas se engendra, conlleva a resaltar los factores que influyen sobre la misma: a) los relacionados con los procesos cognitivos; b) aquellos dependientes del sujeto; y c) los concernientes al ambiente. En cuanto a los primeros, en el análisis de los procesos involucrados en la resolución de problemas se encuentra la técnica de la aritmética mental (análisis cronométrico) puesto que ha suscitado mejor información. En esencia, esta técnica consiste en medir el tiempo requerido por un sujeto para dar respuesta a un problema particular, hecho que depende del número de pasos necesarios para llegar a la solución. En consecuencia, se parte del supuesto de que mencionado tiempo está en función de los procesos cognitivos específicos implicados para la resolución del problema. En un segundo momento, se inmiscuyen las características propias de los individuos en el éxito o fracaso en la resolución como las postuladas por Poggioli (2000) acerca del “conocimiento y la experiencia previa, la habilidad en la lectura, las habilidades de tipo espacial, la edad y el sexo” (p. 1). Por su parte, los factores ambientales se relacionan con las instrucciones que permiten desarrollar estrategias expertas de pensamiento orientadas hacia la consolidación de pensamiento original, divergente y de actitudes positivas frente a la resolución de problemas, independientemente del tipo o naturaleza de éstos. Además, los factores ambientales se ligan a la enseñanza en el empleo de herramientas específicas de pensamiento que equiparan al individuo con un conjunto de habilidades que supuestamente intervienen favorablemente (Poggioli, 2000).

En este orden de ideas, resulta conveniente resaltar que los tipos de estrategias heurísticas y algorítmicas uti-

lizadas para resolver un problema dependen a su vez del tipo de problemas con los que el sujeto se enfrenta. Tales tipologías de problemas, según la categorización propuesta por Best (2002), pueden ser de inducción de estructuras, de ordenación y de transformación (siendo estos últimos los que merecen una pertinente ampliación posterior). Por ende, la primera tipología consiste en determinar las relaciones existentes entre sus elementos, verbigracia, los problemas de analogías en los cuales el sujeto debe relacionar cuatro elementos de modo que concuerden con la estructura A:B::C:D, es decir, que A es a B como C es a D. En lo referido a los problemas de ordenación, como su nombre lo indica, se debe reordenar un elemento bajo un criterio previamente definido, muestra de ello son los anagramas cuya principal habilidad cognoscitiva de resolución es la búsqueda constructiva que Best (2002) explica a través de “algún método para examinar sistemáticamente las combinaciones razonables de letras hasta llegar a la solución” (p. 442).

Ahora bien, los problemas de transformación, entre los que se encuentra el experimento *Misioneros y caníbales* y la conocida *Torre de Hanoi* (Puente, 1999), se caracterizan por encontrar una secuencia que transforme la situación inicial en un estado deseado en donde la habilidad cognoscitiva predominante versa sobre el análisis de medios y fines. No obstante, Karat (citado por Best, 2002), plantea otros tres tipos de procesos cognitivos propuestos en un modelo de tres etapas: ejecutar, proponer y evaluar.

El sistema ejecutivo describe un grupo de procesos cognitivos que examinan la memoria de trabajo para ver si cuentan con algún movimiento válido de una lista (como desplazar el disco pequeño en un movimiento no). Si se dispone de tal movimiento, el sujeto lo realiza; si no lo detecta, se activa el sistema de propuesta. Este sistema considera la condición actual del arreglo y trata de averiguar si se hacen viables algunos movimientos válidos reorganizando los discos. Aquí, Karat sostiene que el individuo tiene dos clases de conocimiento. Llamáramos al primero comprensión: el sujeto sabe qué tiene que hacer para reorganizar el conjunto para ejecutar la secuencia de cuatro pasos enumerada arriba. Si no hay comprensión, el individuo buscará movimientos en forma probabilística, lo que constituye la segunda clase de conocimientos que posee. El último sistema, el de evaluación, verifica que el movimiento propuesto sea válido (p. 441).

Por otra parte, habiendo explicitado que la prueba *Misioneros y caníbales* requiere del empleo de estrategias algorítmicas para la resolución de este tipo de problema de transformación, en las cuales se vislumbran etapas tales como la incubación, iluminación o *insight* y la correspondiente verificación, es pertinente, para el propósito de expandir los horizontes teóricos, traer a colación

lo concerniente a las diversas consecuencias de la música en diferentes ámbitos de la vida humana haciendo hincapié en las propias del efecto Mozart.

Tales consecuencias han propiciado en el mundo científico el surgimiento de un sinnúmero de investigaciones como la de Bangerter y Heath (2004), quienes a través de un análisis de los medios de comunicación de periódicos diarios que usaban una base de datos disponible comercialmente, estudiaron la idea fundamentada en que la exposición a la música clásica (sobre todo la música de Mozart) mejoraba la inteligencia, preguntándose por cuán exitoso resultaba el efecto Mozart respecto a otros artículos científicos y cómo el interés de dicho efecto había evolucionado con el tiempo. En mencionado estudio, se concluyó que el efecto Mozart se constituía como una de las tantas leyendas científicas en la medida en que éstas son creencias extendidas derivadas de la ciencia que se han difundido y establecido en la cultura engañando “el entredicho de saber” (Moscovici, 1992; Fraser & Gaskell, 1990; citados por Bangerter y Heath, 2004), un saber que se consolida en cierta parte en creencias sobre la influencia de la música en estados emocionales puesto que la música tiene la capacidad de hacer llorar, bailar, pelear o amar al inspirar sentimientos religiosos, exaltados, felices y ansiosos teniendo por ello la facultad de afectar y comunicar a otras personas (Smith & Williams, 1999; Buttery, 2004; Ospino & Brown, citados por Rosenfeld, 1985; Wasserman, 1972; Cooke, 1969; citados por Hussey, 2003). Estas ideas se hallan sustentadas por numerosos investigadores (Anonymous, 2003; Arnett, 1996; Levine y Jou, 1993; citados por McNamara y Ballard, 1999), quienes corroboraron la influencia que puede llegar a tener la música violenta en sensaciones y pensamientos agresivos mediante una serie de cinco experimentos que implicaban a más de 500 estudiantes de la Universidad de Iowa y el Departamento de Servicios Humanos de Tejas, examinando así los efectos de siete canciones violentas de siete artistas y de ocho canciones no violentas de otros siete. Los estudiantes escucharon las canciones para luego llevar a cabo varias tareas psicológicas entre las cuales se encontraba la clasificación de palabras que pueden tener significados agresivos y no agresivos tales como roca y palillo con el propósito de medir pensamientos y sensaciones agresivas.

Así pues, la influencia de la música se ha ido extendiendo por la cultura hasta convertirse en una terapia entendida como el uso prescrito de música por una persona capacitada, que tiene como propósito generar cambios positivos a nivel psicológico, físico, cognitivo o emocional (Music Therapy Association, 2003, citada por Hussey, 2003). Ejemplo de ello se evidencia en la escucha de música clásica por parte de pacientes en cuidado intensivo practicada en el hospital de Saint Agnes en Baltimore, EE.UU., dado que como lo informó el direc-

tor de la unidad coronaria Bahr (S.F.) “media hora de música produce el mismo efecto que diez miligramos de Valium”. Así mismo, a partir de un estudio de mujeres embarazadas, en 1996, publicado en el Journal of the American Medical Association, se concluyó que la estimulación mediante la música aumenta la liberación de endorfinas y disminuye la necesidad de medicamentos, junto con otro estudio realizado en la Universidad del Estado de Michigan en 1993, en el que los investigadores descubrieron que escuchar música durante quince minutos aumentaba en más del 10% el nivel de interleukina (que son las proteínas que protegen a las células contra el sida y el cáncer). Al respecto, los tratamientos en función de la música de Mozart han sido empleados también en pacientes epilépticos en países europeos como Gran Bretaña en donde un estudio realizado sobre 39 pacientes con epilepsia severa, midiendo sus ondas cerebrales, reveló que la audición de la música de Mozart redujo significativamente la actividad epiléptica en 29 de ellos. En bastantes pacientes, la presencia de ondas epilépticas se redujo a la mitad de tiempo. Al interrumpir la música la mayoría de los efectos favorables disminuyeron (Lozano, 2002).

Paralelamente a estos estudios, en la Academia de Ciencias de Bulgaria, Lozanov logró una mejoría en la capacidad de aprendizaje de los estudiantes haciéndoles escuchar instrumentos de cuerda. Los alumnos aprendieron tareas complejas en un tiempo mucho menor del que se emplea normalmente logrando que la instrucción de todo un semestre se redujera unas horas (Anónimo, s.f.).

En suma, señalados estudios confirman, como lo asegura Atehortúa (1997), que “el sonido afecta el sistema nervioso autónomo del ser y el fin de la terapia musical es reactivar los centros cerebrales, para estimular las conductas individuales” (p.348). Al mismo tiempo, la ya nombrada influencia de la música ha tenido repercusiones directas en diferentes estados de EE.UU. como en el caso de Florida que siguiendo el ejemplo del gobernador de Georgia, empezó a distribuir discos compactos de música clásica gratuitamente hacia 1998 a las nuevas madres y centros educativos, sustentado en la creencia de que las personas expuestas al efecto Mozart a una edad joven desarrollan un bulto de nervios que conecta los dos hemisferios cerebrales (Baltimore Sun, 1998; citado por Bangerter y Heath, 2004) o el caso de Washington cuyos funcionarios de Inmigración informaron que poniendo música de Mozart en las clases de inglés para los nuevos inmigrantes se aceleraba el aprendizaje del idioma (Anónimo, s.f.).

Ahora bien, teniendo en cuenta que el efecto es de escasos 15 minutos tras la escucha, Rauscher y Shaw, 1993; citados por Sanz, 2001), llevaron a cabo un experimento en el que un grupo de 36 estudiantes debía escuchar la *Sonata en Re mayor K448* de Mozart para inmediata-

mente presentar unos tests sobre razonamiento espacio-temporal. En las salas contiguas otros dos grupos de compañeros realizaban idénticas pruebas, con la única diferencia de haber pasado esa decena de minutos escuchando cintas de relajación unos, y en absoluto silencio otros. A partir de ello, los investigadores concluyeron que esa mínima diferencia de música había influido de manera determinante, de manera que las puntuaciones, traducidas para su evaluación a la escala del Coeficiente Intelectual, resultaron ser de 8 a 9 puntos superiores después de escuchar a Mozart frente al resto de las situaciones. No obstante, dos años más tarde Rauscher y Shaw (1995, citados por Sanz, 2001), publicaron un estudio en el que fueron sometidos 79 jóvenes a una nueva prueba en donde debían averiguar qué forma tendrían ciertos pedazos de papel después de doblarlos y cortarlos de determinada manera. Una vez obtenidas las respuestas, los estudiantes se dividieron en 3 grupos en los que se les exponía, durante 10 minutos, a la música minimalista de Phillip Glass, la *Sonata K448* de Mozart y silencio respectivamente. Cuando se repitió el test, el grupo que había escuchado a Mozart logró predecir un 62 por ciento más de las formas que la vez anterior, mientras los otros dos grupos sólo mejoraron en algo más del 10 por ciento de sus respuestas (grupo en silencio, 14%; grupo expuesto a Glass, 11%). No obstante, Steele, psicólogo de la Universidad Estatal de los Apalaches (EE.UU.), trató de replicar estos resultados y no lo consiguió; tampoco Chabris, de la Universidad de Harvard, al revisar los resultados de 16 estudios existentes sobre el efecto Mozart en los que participaron 714 personas, pudo confirmar los supuestos efectos beneficiosos de esta música (Lozano, 2002).

Posteriormente, investigaciones similares fueron realizadas por Alfred Tomatis quien además de establecer una relación entre el aumento de la capacidad creativa plástica y espacial y los conciertos de violín de Mozart (sobre todo el 1, el 3 y el 5), comprobó clínicamente y estadísticamente el efecto señalado sanando a más de 100.000 pacientes con la música de este compositor. Además realizó experiencias sorprendentes en un monasterio de Gran Bretaña con vacas que, escuchando sinfonías de Mozart, aumentaron notablemente su producción de leche. En Munich realizó experimentos con niños desahuciados llegando a normalizar signos vitales con música de Mozart, sonidos fetales y la voz materna. Otras experiencias semejantes se llevaron a cabo con vegetales en Canadá, donde constataron mejoras en el crecimiento y en la “tonicidad” de las plantas (Tomatis, 1991, citado por Núñez, s.f.).

Así pues, cabe resaltar algunas investigaciones que han intentado poner a prueba la exclusividad de la música de Mozart en este tipo de mejoras, y específicamente, según lo menciona Jiménez (s.f.), la de alta frecuencia

como la *Sonata para dos pianos en re mayor K 448* y los conciertos para violín 3 y 4, dado que la música simple y repetitiva no posibilita la plasticidad cerebral sino que puede llegar a producir efectos contrarios. Señalada plasticidad cerebral supone aquello que Lozano (2002) denomina como el debate más interesante de la neurociencia contemporánea puesto que contrapone dos posturas extremas representadas por los seleccionistas y los constructivistas. Los primeros sostienen que el genoma determina las conexiones cerebrales y, por tanto, que la capacidad intelectual del individuo estaría determinada desde el nacimiento. Por su parte, los constructivistas sostienen que la actividad neuronal, tanto intelectual como motora, modula el desarrollo del cerebro sin un determinismo a priori. Para los primeros, el medio ambiente ejerce su influencia en la ontogenia de la especie; para los segundos, en la filogenia. Con respecto a tal divergencia es posible plantear un punto de equilibrio expuesto en 1894 por Cajal, citado por Lozano (2002), para quien “el órgano del pensamiento es, dentro de ciertos límites, maleable y puede ser perfeccionado (...) por una bien estructurada gimnasia mental”.

Una de las investigaciones al respecto fue realizada por Huges y Fino (citados por Sanz, 2001) quienes sometieron un amplio rango de música al análisis por ordenador, incluyendo a Mozart, Bach, Chopin y otros 55 compositores. A partir de ello, lo único que lograron encontrar fue una repetición periódica de ciertas “ondas musicales” a largo plazo (una media de 30 segundos) presente en Mozart y en dos piezas de Bach, y que las diferenciaba de las repeticiones de menor frecuencia (corto plazo) observadas en las restantes piezas musicales. Otras investigaciones de este tipo, fueron llevadas a cabo en 1999 por Shaw y Bodner (citados por Sanz, 2001), al usar imágenes obtenidas por resonancia magnética para crear mapas de la actividad del cerebro en su respuesta a tres tipos de música: pop de los años 30, *Para Elisa* de Beethoven y, por supuesto Mozart, concluyendo que solamente esta última parecía activar ciertas áreas neuronales involucradas en la coordinación motora fina, la visión y otros procesos superiores, todo con un papel supuestamente destacado en el razonamiento espacio-temporal.

En efecto, tal y como lo menciona Jiménez, el efecto Mozart, cuya base es el estímulo de las funciones cerebrales superiores, se produce debido a los ritmos, melodías y frecuencias altas y agudas de su música, siendo sonidos altamente armónicos que estimulan tanto el neocórtex como el sistema límbico -específicamente la corteza auditiva, las zonas asociadas a la emoción y aquellas áreas del cerebro vinculadas en la coordinación motora fina (la visión y otros procesos de pensamiento)- de manera que no sólo activa las redes neuronales, sino que incide también en la concentración, la atención y la memoria, fundamentales para el proceso del aprendizaje.

Con respecto a esto último, Shaw (1998, citado por Lozano, 2002), fue uno de los primeros en crear un modelo informático de la actividad cerebral en la Universidad de California, convirtiendo el resultado de sus investigaciones en sonidos, en lugar de en un formato impreso típico. De esta manera, no sólo descubrió que los patrones rítmicos semejaban el trazado de las conexiones nerviosas que determinan hasta cierto punto el patrón y el ritmo de actividad de las células cerebrales sino que los patrones rítmicos semejaban composiciones de música barroca, *New age* o música oriental. Tal descubrimiento lo llevó a plantear que si los patrones de actividad del cerebro se asemejaban a las composiciones musicales, quizá se podría llegar a comprender la gramática neuronal recorriendo el mismo camino en dirección contraria. Es decir, los patrones musicales podrían estimular el cerebro y desencadenar la actividad de un conjunto de células nerviosas con el objeto de comprobar si sus melodías podían potenciar temporalmente la capacidad de imaginar formas, siendo ésta la base de los procesos cognitivos que intervienen en la creación de una imagen mental y de muchas operaciones matemáticas.

Posteriormente han sido muchos los estudios que han tratado de situar la percepción musical a nivel cerebral empleando la Resonancia Magnética Funcional, la Tomografía de Emisión de Positrones y los estudios en sujetos con lesión cerebral. Como ocurre en tantas otras funciones superiores, el escuchar música parece activar no una sino varias áreas cerebrales, entre ellas los componentes necesarios para la apreciación musical como el ritmo, la métrica, la melodía, el tono y el timbre que se reparten por zonas del cerebro que se solapan, en muchas ocasiones, con las implicadas en la formación de la imagen mental. Esto explicaría la posible relación “anatómica” entre el razonamiento espacial y la escucha musical. Dichas técnicas topográficas han mostrado que el cerebro humano utiliza diversas zonas para procesar la música. El ritmo y el tono tienden a procesarse en el lado izquierdo; el timbre y la melodía en el derecho. Las zonas que corresponden a tareas espacio-temporales se superponen a las musicales, por lo que profesor Jenkins (citado por Lozano, 2002) afirma que “la audición musical podría estimular la activación de las zonas cerebrales relacionadas con el razonamiento espacial”.

Pese a todo, Rauscher asegura que no es sólo la música de Mozart la que produce el efecto; que los investigadores no han conseguido aún determinar qué rasgos musicales lo provocan; y que no existe evidencia científica de que al escuchar algún tipo de música se incremente la inteligencia (Lozano, 2002).

Ahora bien, el haber identificado tanto las diversas etapas del pensamiento como las estrategias más frecuentemente utilizadas en la resolución de problemas

junto con una explicación acerca de las repercusiones del efecto Mozart en el proceder cognitivo, permite dar paso al planteamiento del problema en el que la pregunta ¿existe asociación entre el efecto Mozart y la prueba de solución de problemas tipo *misioneros y canibales* en estudiantes de psicología de la PUJ? se constituye como el eje de la presente investigación entorno a la cual se plantean objetivos de tipo específico como la observación y registro de los pasos realizados por cada individuo en la solución del problema determinando la fase del problema alcanzada; la comparación de los resultados obtenidos del grupo control con los del experimental, y el empleo de la prueba estadística Fisher con el fin de conocer la asociación entre el efecto Mozart y la prueba de solución de problemas tipo *misioneros y canibales* en estudiantes de psicología de la PUJ. Todo esto con el propósito de comprobar o refutar, en un primer momento, la hipótesis nula según la cual la solución de la prueba *Misioneros y canibales* no está asociada con el efecto Mozart en contraposición a la hipótesis de trabajo en la cual sí se establece dicha asociación entre la variable dependiente (resolución de la prueba *Misioneros y canibales*) y la variable independiente (exposición a la sonata para dos pianos).

Método

Diseño

Por tratarse de una investigación que buscaba establecer la relación entre la variable dependiente e independiente a partir del uso de un grupo experimental y un grupo control, y por ser además un estudio de corte cuasiexperimental –ya que la muestra seleccionada no es representativa de la población–, el diseño escogido fue el de posprueba y grupos intactos (Hernández, Fernández y Baptista, 2003).

Participantes

Veinte estudiantes de género femenino, de primer semestre de Psicología de la Pontificia Universidad Javeriana, cuyas edades oscilaron entre los 17 y los 20 años de edad, sin dificultades motrices significativas que les impidieran la realización de la prueba, divididas en igual número de integrantes conformaron los grupos de control y experimental.

Instrumentos

Cubículos experimentales del laboratorio de Psicología de la Pontificia Universidad Javeriana; cámara de video; computador portátil Compaq Pentium 4; programa interactivo llamado *Misioneros y canibales* en programación Flash® ejecutado desde PowerPoint® que contiene

la historia e instrucciones del juego; *Sonata para dos pianos en Re mayor K448*; y tablas de registro sistematizado en las cuales se recolectaron los datos que tuvieron en cuenta tanto el número de intentos como el tiempo total de resolución.

Procedimiento

El procedimiento se dividió en dos fases: pilotaje y aplicación. A continuación se describe cada una de ellas.

Primera fase, pilotaje. Se aplicó a 10 participantes de la facultad de Psicología de la PUJ procurando que tuvieran características semejantes a las de la muestra objetivo de la investigación quienes al haber ejecutado la prueba *Misioneros y canibales*, permitieron perfeccionar el modelo experimental en cuanto a la redacción de las instrucciones de la prueba y la selección y duración de la sonata de Mozart, permitiendo estipular también el tiempo límite total de duración de la prueba (15 minutos) con que contó cada uno de los participantes para la resolución de la misma.

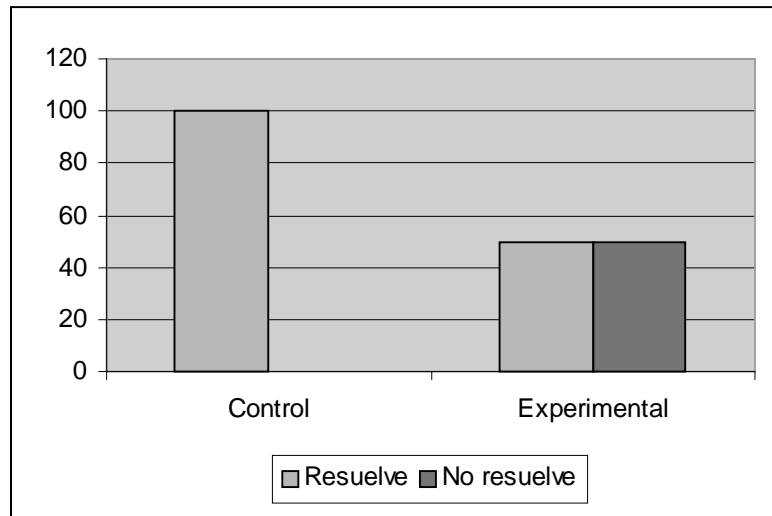
Segunda fase, aplicación. Teniendo en cuenta el consentimiento dado por cada participante, éste procedió a sacar una balota que determinó el grupo del experimento al que perteneció (control o experimental), para luego filmar cada una de sus ejecuciones (filmación de la pantalla del computador) mientras realizaba el ejercicio en el cubículo experimental de manera individual. Al finalizar la prueba, se hizo uso de la filmación para hacer el registro pertinente.

Los participantes del grupo de control tuvieron que leer primero la historia introductoria al problema junto con las respectivas instrucciones para posteriormente ejecutar el juego interactivo *Misioneros y canibales* sin estimulación auditiva; mientras que el grupo experimental, leyó tanto la historia como las instrucciones y ejecutó el programa bajo la influencia del efecto Mozart (*Sonata para dos pianos en Re mayor K448*).

Los experimentadores registraron mediante una tabla previamente diseñada el tiempo que necesitó cada uno de los participantes para resolver el problema teniendo presente si lo resolvieron o no.

Resultados

El experimento realizado tuvo resultados diversos tanto en la diferencia entre grupos como en la asociación entre el efecto Mozart y la solución al problema *Misioneros y canibales*. Los datos que se recogieron fueron los aciertos realizados por los participantes de cada grupo. Si el participante no resolvía el problema, el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) registraba este valor como uno (1), de lo contrario se registraba como dos (2).

FIGURA 1. PROPORCIONES SEGÚN LA RESPUESTA DE SOLUCIÓN AL PROBLEMA *MISIONEROS Y CANÍBALES*.

Antes de establecer si existe asociación o no entre el efecto Mozart y la solución al problema de *Misioneros y caníbales* es necesario establecer si existen diferencias significativas en la posprueba entre el grupo experimental y el grupo control.

En este sentido, en la Figura 1 se observa que la proporción de participantes del grupo experimental que no resuelve el problema es nula con respecto a la del

grupo de control, ya que en este último el 100% de los participantes no resolvieron el problema.

En contraposición, en el grupo experimental, el 50% de los participantes resolvieron el problema, hecho que implica, como se analizará más adelante, que esta diferencia entre el grupo de control con el experimental sea el soporte de la asociación entre el efecto Mozart y la solución al problema de *Misioneros y caníbales*.

TABLA 1. PRUEBA DE HIPÓTESIS FISHER

	Valor	Sig. (2-colas)	Sig. (1-cola)
Prueba Fisher		0,033	0,016
N casos válidos	20		

Ahora bien, después de haber establecido que existe una diferencia entre el grupo de control y el experimental con respecto a la resolución del problema, es necesario realizar un procedimiento de prueba de hipótesis no paramétrica para corroborar lo suscitado por los datos descriptivos. Para esto se escogió la prueba Fisher para evaluar la asociación entre dos características (Rodríguez, Gil, Castañeda y Rondón, 2004).

Los resultados obtenidos usando la prueba Fisher se ven reflejados en la Tabla 1, discriminando el valor obtenido a una cola y a dos colas. Cuando se habla del nivel de significancia a una cola (ver Tabla 1) se hace referencia a que con un 96,7% de confiabilidad se puede asegurar que los resultados del grupo de control difieren con relación a los del grupo experimental, comprobado de igual forma con un nivel de significancia a dos colas de 0,016 que permitió asegurar que con un 98,4% de confiabilidad la presentación del efecto Mozart está asociada con la solución al problema *Misioneros y caníbales*.

En términos generales, los datos muestran que existen diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de control en cuanto a la solución del problema *Misioneros y caníbales*, y que esta solución está asociada con la presentación del efecto Mozart. Posteriormente, en la sección de discusión se analizarán estos datos a la luz de la fundamentación bibliográfica para extraer conclusiones, proponer futuras investigaciones y establecer la relevancia en el campo aplicado.

Discusión

Esta investigación se preguntó si existía relación entre el efecto Mozart y la prueba de solución de problemas *Misioneros y caníbales* en estudiantes de psicología de la Pontificia Universidad Javeriana. Con base en esta pregunta, la hipótesis centrada en la existencia de tal asociación se confirmó con una confiabilidad del 98,4%.

La influencia de Mozart parece haberse difundido por medio de gran cantidad de investigaciones que versan sobre la manera en que la música del compositor austriaco puede incrementar algunas capacidades del cerebro humano. Una de las más sobresalientes fue realizada por la psicóloga Rauscher y el neurobiólogo Shaw (1993, citados por Sanz, 2001), quienes sometieron a 79 jóvenes a averiguar la forma que tendrían ciertos pedazos de papel después de doblarlos y cortarlos de determinada manera con el objeto de encontrar un incremento de las habilidades espaciotemporales de los mismos. A su vez, otras investigaciones han pretendido corroborar el efecto mencionado sobre diferentes procesos como los abordados por Tomatis (1991, citado por Núñez, s.f.), en estudios con plantas y animales.

Por ende, el hecho de que la cultura haya asumido de una manera tan indiscriminada la influencia de Mozart conlleva a preguntarse sobre la exclusividad de su música -y en especial de la *Sonata en Re mayor K448* y en los conciertos para violín 1, 3 y 5- ratificada en las investigaciones hechas por Huges y Fino (citados por Sanz, 2001), quienes al analizar por ordenador música de Mozart, Bach, Chopin y otros 55 compositores, encontraron una repetición periódica de ciertas "ondas musicales" a largo plazo (una media de 30 segundos) presente únicamente en Mozart. Tal fenómeno, se sustenta en que estimula funciones cerebrales superiores debido a los ritmos, melodías y frecuencias altas y agudas de su música, siendo sonidos altamente armónicos que estimulan tanto el neo-córtex como el sistema límbico -específicamente la corteza auditiva, las zonas asociadas a la emoción y aquellas áreas del cerebro vinculadas en la coordinación motora fina, la visión y otros procesos de pensamiento- de manera que no sólo activa las redes neuronales, sino que incide también en la concentración, la atención y la memoria, fundamentales para el proceso del aprendizaje. Por esta razón es válido cuestionarse por la relación existente entre el mencionado efecto y la resolución de problemas que requieren de estrategias algorítmicas como la conocida prueba *Misioneros y canibales* que ocupó la atención de la presente investigación.

En efecto, resulta conveniente enfatizar en los resultados arrojados dado que convergen con la literatura consultada y en especial con los estudios realizados por Lozanov, quien logró una mejoría en la capacidad de aprendizaje de tareas complejas de los estudiantes haciéndoles escuchar instrumentos de cuerda de modo que los alumnos aprendieron tareas complejas en un tiempo mucho menor del que se emplea normalmente, logrando que la instrucción de todo un semestre se redujera unas horas.

En lo concerniente a los resultados es relevante en primer lugar, esclarecer que los datos arrojados muestran una diferencia significativa entre el grupo experi-

mental y el grupo de control en cuanto a la solución del problema *Misioneros y canibales*, al trabajarse con un nivel de significancia de 0,05 a una cola referido a un 96,7% de confiabilidad; y en segundo lugar, que esta solución está asociada con la presentación del efecto Mozart con un nivel de significancia a dos colas de 0,016 es decir, con un nivel de confiabilidad de 98,4%.

No obstante, dichos resultados carecen en cierta medida de validez externa al no haberse recurrido a un muestreo probabilístico que constituyera una muestra representativa en la cual se incluyeran participantes de ambos géneros, de diferentes edades y facultades y considerando también variaciones en el tipo de diseño empleado.

Las debilidades señaladas suscitan a su vez el planteamiento de diversos interrogantes como aquellos dirigidos a la exclusividad de Mozart en cuanto a que si son frecuencias altas y agudas, ¿qué otro tipo de música provoca tal efecto? ¿qué rasgos musicales son necesarios? y siendo así, si dichas características musicales resultan ser confiables, ¿se podría confirmar la tan controvertida plasticidad cerebral?; si se demuestra una relación entre el razonamiento espacio-temporal y el escuchar algún tipo de música (específicamente Mozart), ¿qué consecuencias inmediatas conllevaría esto a nivel educativo?, ¿podrían explorarse e impulsarse nuevas acciones pedagógicas dirigidas al entrenamiento de profesionales como pilotos, ingenieros o arquitectos, todos ellos necesitados de una potente capacidad de abstracción espacial? Además, ¿qué acciones contribuirían al tratamiento de enfermedades como la epilepsia, el Alzheimer o el cáncer?

En definitiva, a pesar de que la presente investigación es apenas un primer paso hacia la conformación de un sólido cuerpo teórico e investigativo con relación al efecto Mozart y la resolución de problemas, aún queda mucho por investigar antes de hablar de un verdadero *efecto Mozart*.

Referencias

- Anonymous (2003). Violent music lyrics increase aggressive thoughts and feelings [versión electrónica], *Media Report to Women*, 31(3), p.1. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos ProQuest <http://www.proquest.umi.com>
- Ansburg, P. (2000). Individual differences in problem solving via insight [versión electrónica], *Current Psychology*, 19, p.143. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Atehortúa, A. (1997). Salud en sí mayor. *Gaceta dominical*, 3, 347-348.
- Bangerter, A. & Heath, C. (2004). The Mozart effect: Tracking the evolution of a scientific legend [ver-

- sión electrónica], *The British Journal of Social Psychology*, 43(4), 605-624. Recuperado el 26 de marzo de 2005 de la base de datos ProQuest <http://www.proquest.umi.com>
- Banyard, P., Cassells, A., Green, P., Hartland, J., Hayes, N. & Reddy, P. (1995). *Introducción a los procesos cognitivos*. Barcelona: Ariel.
- Best, J. (2002). *Psicología cognoscitiva*. México: Thomson.
- Best, J. (2000). The role of context on strategic actions in mastermind [versión electrónica], *The Journal of General Psychology*, 127, 165-180. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Buttery, H. (2004). Putting the rap back into therapy: music treatment challenges the rap-violence connection [versión electrónica], *The Journal of Addiction and Mental Health*, 7, 10-12. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Delaney, P. F., Ericsson, K. A. & Knowles, M. E. (2004). Immediate and sustained effects of planning in a problem-solving task [versión electrónica], *Journal of Experimental Psychology*, 30(6), p.p. 1219-1234. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- El efecto Mozart* (s.f.). recuperado de http://www.lauramartino.com/mistico/terapias_alternativas/nota9.php
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.
- Hussey, D. L. (2003). Music therapy with emotionally disturbed children [Versión electrónica], *Psychiatric Times*, 37. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Jiménez, C. A. (s.f.). *El efecto Mozart*. Recuperado de http://www.geocities.com/ludico_pei/el_efecto_mozart_1.htm
- Lozano, J. A. (2002). *El efecto Mozart*. Recuperado de <http://canales.laverdad.es/panorama/ciencia150702.htm>
- McNamara, L. & Ballard, M. E. (1999). Resting arousal, sensation seeking and music preference [Versión electrónica]. *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, 125, 229. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Norman, D. (1985). *El aprendizaje y la memoria*. Madrid: Alianza Psicológica.
- Núñez, F. (s.f.). *¿Por qué Mozart?* Recuperado de http://www.tomatis.cl/efecto_mozart.htm
- Ospino, A. (s.f.). *Música como terapia*. Recuperado de http://www.abcmedicus.com/articulo/pacientes/1/id/163/pagina/2/musica_terapia.html
- Poggioli, L. (2000) *Estrategias de resolución de problemas*. Recuperado de <http://www.fpolar.org.ve/poggioli/poggio53.htm>
- Puente, A. (1999). *El cerebro creador*. Madrid: Alianza Psicológica.
- Rodríguez, N., Gil, F., Castañeda, J., & Rondón, M. (2004). *Introducción a los métodos no paramétricos. Unidad de epidemiología clínica y bioestadística*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Sanz, E. (2001). *El sonado "efecto Mozart"*. Recuperado de <http://www.cienciadigital.net/mayo2001/mozart.html>
- Simon, H. A. (1981). Information- processing models of cognition [Versión electrónica]. *Journal of the American Society for Information Science*, 32(5), 364-370. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Smith, L. D. & Williams, R. N. (1999). Children's artistic responses to musical intervals [Versión electrónica]. *American Journal of Psychology*, 112, 383. Recuperado el 4 de febrero de 2005 de la base de datos Psycinfo <http://www.psycinfo.com>
- Vera-Villaruel, P. & Guerrero, A. (2003). Diferencias en habilidades de resolución de problemas sociales en sujetos optimistas y pesimistas. *Universitas Psychologica*, 2(1), 21-25.
- Woodworth, R. S. & Schlosberg, H. (1964). *Psicología experimental*. Buenos Aires: Eudeba.

Apéndices**Apéndice A. Consentimiento informado**

Edad: _____ Género: _____ Número de codificación: _____

Declaración de consentimiento informado

Doy mi consentimiento informado para participar en este estudio sobre **la relación que existe entre el efecto Mozart y la prueba de solución de problemas *Misioneros y canibales***. Consiento la publicación de los resultados del estudio siempre que la información sea anónima y disfrazada de modo que no pueda llevarse a cabo identificación alguna. Entiendo que, aunque se guardará un registro de mi participación en el experimento, todos los datos experimentales recogidos de mi participación en el experimento, sólo estarán identificados por un número.

1. He sido informado de que mi participación en este experimento no implica ningún riesgo o molestia conocidos o esperados.
2. He sido informado de que no hay procedimientos “engañosos” en este experimento. Todos los procedimientos son lo que parecen.
3. He sido informado de que el investigador responderá gustosamente a cualquier pregunta respecto a los procedimientos de este estudio cuando haya acabado la sesión experimental.
4. He sido informado de que soy libre de retirarme del experimento en cualquier momento sin penalización de ningún tipo.

Las dudas sobre cualquier aspecto de este estudio pueden dirigirse al Laboratorio de Psicología, Tel. 3208320 Ext. 5713

Experimentador

Fecha: _____

Participante

Apéndice B. Historia *Misioneros y canibales*

El programa interactivo *Misioneros y canibales* describe la historia de tres misioneros que se perdieron explorando las junglas del planeta Aurilión. Separados de sus compañeros, sin alimento y sin radio, sólo sabían que para llegar a su destino debían ir siempre hacia delante. Los tres misioneros se detuvieron frente a un río que les bloqueaba el paso, preguntándose qué harían. De repente, aparecieron tres canibales llevando un bote, pues también ellos que-

rían cruzar el río. Ya anteriormente se habían encontrado grupos de misioneros y canibales; cada uno respetaba a los otros, pero sin confiar en ellos. Los canibales se aprovechaban de los misioneros cuando les superaban en número, comiéndoselos antes de que pudieran escapar.

Los tres canibales deseaban ayudar a los misioneros a cruzar el río, pero su bote no podía llevar más de dos personas a la vez y no querían que los misioneros les aventajaran en número (Woodworth, 1938; citado por Norman, 1985)

Apéndice C. Instrucciones del juego Misioneros y canibales

a) La tarea consiste en trasladar tanto a los tres misioneros como a los tres canibales hacia un lado u otro del río, b) el bote sólo puede transportar máximo dos personas a la vez, c) si en cualquier orilla del río hay más canibales que misioneros, los canibales se comerán a los misioneros, habrá fallado y deberá comenzar de nuevo, d) debe recordar contar a los que están en el bote, porque un misionero y un canibal en una orilla del río junto con uno o dos canibales en el bote al mismo lado, significa que el misionero fallecerá.

Apéndice D. Tabla de registro de información

Nombre del participante: _____

Edad: ____

Hora de inicio: _____

Hora de finalización: _____

Número de intentos realizados	1	2	3	4	5	6
Número de pasos alcanzados						

Apéndice E. Resumen de la triangulación

Sujeto	Fase alcanzada	Número de intentos fallidos	Tiempo de resolución
S1			
S2			
S3			
S4			
S5			
S6			
S7			
S8			
S9			
S10			

Apéndice F. Etapas y acciones de la solución al problema de los misioneros y los caníbales

FIGURA 2. ACCIONES DE LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA DE LOS CANÍBALES Y MISIONEROS. WOODWORTH, 1938; CITADO POR NORMA, 1985, P. 106). CÍRCULOS COLOR NEGRO: MISIONEROS; CÍRCULOS COLOR BLANCO: CANÍBALES.

