

# DANZA INTERACTIVA CON NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

Alicia Peñalba Acitores (1) y Robert Wechsler (2)

(1) Fundación Música Abierta y Universidad de Valladolid;  
[a.penalba@fundacionmusicabierta.org](mailto:a.penalba@fundacionmusicabierta.org)

(2) Palindrome Performance Group e.V.(Alemania)

Gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías, el movimiento de una persona puede convertirse, a través de un ordenador, en música, sonido o palabras. Las personas con parálisis cerebral presentan problemas motrices que les han dificultado el acceso a la práctica musical y artística en actividades como bailar, tocar un instrumento musical o recitar un poema. La Fundación Música Abierta, cuyo objetivo es hacer accesible la práctica musical a personas con discapacidad, ha organizado estas jornadas con 32 niños del Centro Obregón de Parálisis Cerebral de Valladolid. Tras un trabajo interdisciplinar entre una logopeda-musicoterapeuta y un diseñador interactivo, y pidiendo colaboración a los fisioterapeutas y maestros del Centro Obregón, se han diseñado diversos entornos interactivos que permiten a los niños crear música y sonido con su propio movimiento. El objetivo es dotar de una herramienta de expresión artística a personas con movilidad reducida adaptando el instrumento a las posibilidades de movimiento de cada uno. El movimiento del cuerpo del niño (independientemente de su cantidad, tipo o parte del cuerpo implicada) provoca respuestas musicales o sonoras. Se utiliza el sistema EyeCon, un software diseñado por el grupo Palindrome y una cámara de vídeo que captura el gesto para transformarlo en sonido. El trabajo se realizó en cinco fases: una primera fase de estudio permitió obtener datos de cada niño. Una segunda fase permitió agrupar a los niños y discretizar los gestos a través de los cuales se haría el control motor. En la tercera fase se diseñaron las relaciones entre gestos y sonidos. La cuarta fase permitió poner en práctica la herramienta con los niños y en una última fase se analizaron las imágenes grabadas durante las jornadas para la extracción de conclusiones.

Palabras clave: parálisis cerebral, recursos informáticos, música, movimiento.

## INTRODUCCIÓN

La práctica musical es una actividad beneficiosa para el desarrollo cognitivo, social, comunicativo y afectivo de los niños. Tocar un instrumento favorece la coordinación rítmica, la capacidad de pensamiento abstracto, la creatividad, la expresión de emociones y por consiguiente favorece el aprendizaje de habilidades necesarias para mejorar la comunicación tanto oral como escrita (Davis, 2000). Aunque las

actividades musicales forman parte del currículo de todos los niños en edad escolar, las personas con una discapacidad física han tenido menos oportunidades de experimentar la práctica musical de manera autónoma, ya que, en ocasiones requieren de la ayuda del adulto para desplazarse, realizar movimientos instrumentales o manipulativos. Así como la tecnología se ha desarrollado para facilitar la comunicación en personas con discapacidad motórica, las herramientas informáticas también posibilitan a las personas con movilidad reducida participar en actividades musicales y artísticas, tan necesarias para su desarrollo.

La danza interactiva consiste en crear sonido o música con el movimiento del cuerpo. Algunos grupos nacionales e internacionales la utilizan con fines artísticos como Butch Rován y Robert Weschler (2004) del grupo Palindrome, afincado en Alemania, Jaime del Val con su proyecto Reverso en Madrid, Kia Ng en Inglaterra (Ng, 2003), o Seiya Tsuruta, Yamato Kawauchi, Woong Choi, Kozaburo Hachimura (2007) en Japón. A través de una cámara de vídeo se capturan los movimientos de la persona y un programa de ordenador especialmente diseñado para ello, procesa los datos y los convierte en sonido. El sistema permite adaptar la producción sonora a cualquier movimiento voluntario del sujeto. Por ejemplo, únicamente con el movimiento de los párpados se puede hacer música. Por esta razón, este programa es de potencial aplicación en personas con parálisis cerebral. La parálisis cerebral se define como un trastorno “en el control del movimiento y la postura (que) aparece tempranamente en la vida debido a una lesión, disfunción o malformación del Sistema Nervioso Central (SNC) y no es resultado de una enfermedad progresiva o degenerativa” (Malagón 2007: 586). El sistema se puede adaptar a las posibilidades de movimiento de las personas con parálisis cerebral de forma que partiendo de su movimiento más controlado se les posibilite interpretar música. Existen antecedentes del uso de entornos interactivos con personas con una discapacidad. Por ejemplo, Camurri y colaboradores utilizan el sistema EyesWeb para mejorar las características de movimiento en enfermos de Parkinson (Camurri, 2003) o Schneider utiliza dispositivos musicales controlados con el gesto para mejorar las capacidades y la motricidad en enfermos que sufrieron un infarto cerebral (Schneider, 2003). En esta comunicación se relatará la experiencia de danza interactiva llevada a cabo con niños con Parálisis Cerebral (P.C.), un colectivo acerca del cual no existen precedentes de utilización de este tipo de herramientas.

## **FASES DE LA EXPERIENCIA**

La experiencia se llevó a cabo en el Centro Obregón de Parálisis Cerebral de Valladolid, un centro dependiente de la asociación de padres ASPRONA. En ella participaron 32 niños desde los 3 hasta los 16 años. El objetivo de la actividad es dotar a los niños de una herramienta que les permita hacer música con el movimiento de su cuerpo de la forma más autónoma posible. La experiencia se llevó a cabo en cinco fases que a continuación describiremos:

1. Fase de estudio: a pesar de que se tenía experiencia de trabajo musicoterapéutico y logopédico con personas con P.C. fue necesario un estudio que permitiera un conocimiento previo de los niños con los que se desarrollaría el taller. Esta fase de estudio se llevó a cabo contando con la colaboración de los fisioterapeutas, maestros y cuidadores del centro. Se estudiaron las posibilidades físicas de cada niño incluyendo datos sobre el tipo de P.C., la autonomía en los desplazamientos, los movimientos voluntarios mejor controlados, la capacidad para parar el movimiento, la sensibilidad al tacto y los movimientos involuntarios. Se recabó información acerca del tipo y modo de comunicación de cada niño (oral, a través de sistema SPC con tablero o cuaderno de comunicación, IrisCon, signos manuales, etc), el nivel cognitivo, la capacidad de respuesta a la música y los gestos y preferencias musicales, así como la presencia de otros trastornos añadidos visuales o auditivos.

2. Fase de agrupamiento: tras el estudio de cada niño se realizaron grupos de sujetos con características comunes de tal forma que para cada grupo se pudiera diseñar un entorno interactivo común. Se atendió a criterios tales como el nivel de autonomía, el tipo de movimientos voluntarios que los niños podían realizar, el funcionamiento cognitivo y el nivel de edad. Se realizaron cinco grupos, entre ellos un grupo de niños con capacidad para caminar, otro grupo de niños menores de cuatro años con buen funcionamiento cognitivo, otro grupo con los alumnos mayores (desde 13 hasta 16 años), un grupo de niños con buen funcionamiento cognitivo y desplazamiento en silla de ruedas y un último grupo de personas con afectación cognitiva a motora más severa.

3. Fase de diseño de los diversos entornos interactivos: para cada uno de los grupos se planificaron varios tipos de relaciones interactivas. Algunos de los entornos estaban diseñados para el uso de una videocámara como sensor de movimiento y en otros casos se utilizó un sensor de tacto. Señalaremos con números cada uno de los entornos para facilitar al lector su identificación cuando recurramos a ellos de nuevo en el análisis de los datos.

#### *Entornos táctiles.*

El sensor de tacto es un dispositivo que emite una pequeña cantidad de corriente eléctrica que no produce ningún daño ni sensación. Dos personas se colocan el sensor en el tobillo o en la muñeca y cuando estas dos personas crean un contacto físico entre ellas, el circuito se cierra y se manda una señal al ordenador. Se diseñaron dos actividades a través de este sensor táctil.

- (1) Toque de melodías. A través del toque en varias zonas de la cara y de los brazos del niño se pudieron interpretar melodías, con una nota por cada toque.
- (2) Tocar-bailar. A través del tacto también se diseñó un entorno en el que cuando se toca al adulto suena una música suave y melódica y cuando se le suelta suena una música rítmica de baile.

Ambos entornos persiguen un objetivo común: favorecer el contacto físico y afectivo con el adulto, aunque su uso se puede extrapolar al juego con sus compañeros o sus familiares.

#### *Entornos con cámara de vídeo.*

La cámara de vídeo se sitúa frente a la persona y la imagen que capta es enviada al programa EyeCon que la procesa y analiza. Cuatro tipos de entornos fueron utilizados en este contexto.

- (3) Retroalimentación del movimiento: utilizando estímulos sonoros abstractos se realizó un mapeado en el que el movimiento de los niños, fuera el que fuese, se tradujo en sonido. Un movimiento muy pequeño emite una pequeña respuesta sonora mientras que un movimiento brusco produce una respuesta

acorde con dicho gesto. Se les pide a los niños que se muevan y en seguida comprenden que los movimientos que hacen se pueden escuchar, ya que cuando hay ausencia total del movimiento se produce una ausencia de sonido. El objetivo de este entorno es favorecer el gusto por el movimiento y por el sonido y ofrecer una retroalimentación de la motricidad a través del canal sonoro.

- (4) Tocar instrumentos virtuales: colocando una línea virtual en el espacio se pueden interpretar toda clase de instrumentos MIDI, desde un piano hasta instrumentos de percusión. De esta forma se colocaron escalas (con sonido de piano la mayor parte de las veces) en un lugar concreto del espacio para que a través del movimiento los niños lo pudieran tocar. Para cada niño se adaptó el lugar de colocación de la línea virtual en función de la localización de los movimientos voluntarios mejor conservados. En muchos casos fue el movimiento de la mano hacia arriba y hacia abajo, en otros el movimiento del cuello, el movimiento de los ojos o el movimiento de la silla en el espacio (en el caso concreto de un niño con silla eléctrica).
- (5) Presencia-ausencia de sonido: los niños con posibilidades de caminar entraban de forma individual o con el adulto en el entorno interactivo de tal forma que el movimiento (el baile) activa una música rítmica (normalmente una música que forma parte de sus preferencias y gustos musicales). Cuando el movimiento se para, la música también se detiene y no se vuelve a activar hasta que vuelve a reiniciarse el movimiento. Con esta actividad se persigue desarrollar el gusto por el movimiento y por el sonido, así como favorecer la interacción y el juego a través del movimiento.
- (6) Amplificación gestual. Este tipo de mapeado se llevó a cabo con personas cuyos movimientos conservados eran muy pequeños. En este caso se envían órdenes al sistema para que convierta el más mínimo gesto en una respuesta musical muy amplia. Así, por ejemplo movimientos sutiles de los ojos, de las manos o de la cabeza permiten controlar resultados sonoros claramente perceptibles.

#### 4. Fase de experimentación:

Los niños participaron de forma individual en la experiencia excepto en los casos en los que la ayuda del adulto era necesaria. La participación individual permite que no se produzcan interferencias entre el movimiento del niño y del adulto en el resultado musical. Cada niño, durante un tiempo aproximado de 5 minutos tuvo la oportunidad para crear sonido con el movimiento de su cuerpo, probando diversos tipos de mapeado en función de sus peculiaridades tanto físicas, como cognitivas. Asimismo, viendo sus reacciones a ciertos entornos interactivos, el mapeado se modificó *in situ* con el objetivo de conseguir los mejores resultados de participación.

Además de la experiencia con los niños, se realizó la actividad con un adulto con Parálisis Cerebral cuyo único movimiento voluntario es el parpadeo. Esta persona utiliza el movimiento de los ojos de forma efectiva en la comunicación con cuadernos y tablero SPC (sistema pictográfico de comunicación). Desde el punto de vista de la experiencia se querían comprobar los resultados del programa interactivo en personas con limitaciones físicas extremas y buen funcionamiento cognitivo, con el objetivo de repetir la experiencia con adultos de estas características. Explicamos a esta persona las peculiaridades del sistema y le preguntamos por sus preferencias a la hora de diseñar el entorno para. Fue él quien nos pidió poder recitar un poema que había elegido. Se seleccionó un verso de los *sonetos de amor oscuro* (1936) de Federico García Lorca titulado “El amor duerme en el pecho del poeta” que se grabó con voz masculina. Utilizando un programa de edición de sonido se segmentó en sílabas. En el software EyeCon se asignó una sílaba a cada movimiento de ojos realizada por parte del sujeto. Se añadió al estímulo una música de Federico Mompou “Canción y danza nº 5” que se interpretó de principio a fin independientemente del movimiento y sin interrupciones. Además del poema se experimentaron varios tipos de programación más: la posibilidad de cambiar de una canción a otra con el movimiento de los ojos, o la amplificación de movimientos (6), un tipo de mapeado similar al utilizado con los niños en la que el movimiento, aunque sutil es amplificado por el feedback sonoro.

##### 5. Fase de análisis de resultados.

Todas las sesiones se grabaron en vídeo con el objetivo de analizar después las respuestas de los niños a los diversos entornos interactivos. Los resultados muestran en general buen funcionamiento de la herramienta con niños de todas las

edades, con niveles físicos y funcionamiento cognitivo dispares. No obstante, se han observado algunas diferencias en las respuestas más allá de la individualidad de cada niño y éstas guardan relación con algunas características tanto del sistema como de las peculiaridades de los grupos. Comentaremos a continuación los resultados más significativos.

Edad. Los niños de menor edad, en torno a 3-4 años, respondieron de forma muy adecuada al uso del sensor de tacto, ya que potencia la relación afectiva con el adulto a través del uso de caricias y toques suaves en cara, manos y brazos. De entre todos los mapeados, el más efectivo ha resultado el de interpretar melodías con el toque (1). En ocasiones es el adulto el que toca al niño, pero a la vez, crea ese vínculo esperando que sea el niño el que voluntariamente busque la mano del adulto. Los mapeados que alternan una música suave cuando hay tacto con una música más enérgica cuando se sueltan las manos mostraron resultados más confusos (2).

Preferencias musicales. En niños con menor nivel cognitivo se observaron resultados mucho más satisfactorios cuando las músicas utilizadas en el mapeado eran músicas que los maestros nos habían indicado que les gustaban. Este hecho plantea una interferencia a nivel metodológico ya que no se puede saber si los buenos resultados tuvieron lugar en exclusiva por el uso de músicas familiares o por el éxito de la herramienta interactiva. Por esta razón, futuras investigaciones tratarán de estudiar estos aspectos.

El nivel cognitivo. Se observaron mejores resultados en niños con un mejor funcionamiento cognitivo, independientemente de su nivel físico. No obstante, los mapeados más sencillos como el que utiliza la presencia-ausencia de sonido (5), o la retroalimentación del movimiento (3) fueron efectivos con todos los niños. En los niños con un funcionamiento cognitivo más bajo, como ya hemos mencionado, se observaron mejores resultados con la utilización de estímulos sonoros conocidos, en ocasiones músicas y en otras las voces de sus padres. Los niños con buen funcionamiento cognitivo presentaron muy buenos resultados en prácticamente todos los tipos de mapeado, sobre todo en los que implicaban la interpretación de instrumentos virtuales en el espacio (4), y la audición del propio movimiento (3). Dependiendo del nivel físico, en este grupo se obtuvieron buenos resultados en los

mapeados que amplificaban los movimientos (en personas con limitaciones físicas severas) (6) y también en el entorno que juega con la presencia-ausencia de sonido (en personas con menores limitaciones físicas, y facilidad para parar el movimiento) (5).

Las limitaciones físicas. De entre todos los niños observados, aquéllos que obtuvieron mejores resultados fueron los que presentan un funcionamiento cognitivo más alto y una discapacidad física más severa. Los niños con buen nivel cognitivo mostraron que comprendían las relaciones interactivas entre su movimiento y el sonido que producían. A todos los niños les explicamos cómo funcionaba el sistema y lo que podían hacer para manipular el sonido. De entre los niños que comprendieron el funcionamiento de la relación interactiva, los que mostraron más interés y motivación por su uso fueron los niños en silla de ruedas. Los niños que no presentan desplazamiento autónomo pudieron manipular el entorno con sus propios movimientos sin la ayuda del adulto, y consideramos que esta razón fue fundamental para garantizar el éxito del sistema.

Los fallos tecnológicos. Uno de los problemas fundamentales del uso de la tecnología es que ésta puede fallar. El éxito de un entorno interactivo tiene lugar cuando se produce una relación inmediata entre el gesto y el sonido, cuando no existe delay entre el estímulo y la respuesta. En ocasiones la instalación del sistema es difícil debido a las condiciones de luz y al funcionamiento del ordenador. Durante del desarrollo de la experiencia se presentaron algunos problemas técnicos que dificultaron el proceso. Para evitar dichos problemas sería recomendable instalar un aula fija en el centro que permita calibrar el sistema en condiciones diversas para minimizar los fallos en su puesta en funcionamiento.

Los sonidos MIDI. El sistema EyeCon está diseñado para establecer relaciones entre gestos y sonidos. Dichos sonidos pueden ser, desde archivos de audio (canciones, fragmentos, sonidos del entorno) procedentes de un CD hasta sonidos MIDI de un banco de instrumentos que posee el propio programa. Algunos mapeados como la recreación de la presencia-ausencia de sonidos (5) o la interpretación de música suave y de danza (2) requieren del uso de canciones específicas. Otros necesitan sonidos abstractos, como el amplificador de gestos (6) o la retroalimentación del movimiento (3). Para tocar líneas virtuales en el espacio



(4) y tocar melodías con el sensor de tacto (1) se precisan sonidos de instrumentos en formato MIDI, ya que es necesario poder discretizar cada sonido y tratarlo aisladamente para poder diseñar una escala que pueda ser tocada en la línea virtual. Los sonidos MIDI, por lo general poseen una calidad musical inadecuada que sería recomendable evitar. Con vistas a futuras experiencias con el sistema EyeCon se trabajará con un compositor para diseñar sonidos discretos de buena calidad que puedan sustituir los sonidos MIDI para la programación de las cuerdas virtuales y la interpretación de melodías con el sensor de tacto.

## **CONCLUSIONES.**

Con esta experiencia se han podido comprobar las aportaciones que la tecnología ofrece en el campo de la experiencia artística musical. La educación musical adaptada a personas con discapacidad y la práctica musicoterapéutica ofrecen también, una vía de actuación con personas con parálisis cerebral. No obstante, este campo, el de la tecnología, proporciona nuevos lenguajes y enfoques que sobre todo las personas con limitaciones motoras pueden utilizar como vía de expresión. La experiencia musical no ha de ser únicamente pasiva, sino que debe incluir en la medida de lo posible la participación activa y autónoma del sujeto, un aspecto que se consigue en cierta medida con este tipo de sistemas. La interactividad, por su parte, permite a niños de bajo nivel cognitivo tomar cierta consciencia de que su actividad física tiene una repercusión sonora, musical. En niños de mayor nivel cognitivo se consigue proporcionar la posibilidad de control musical a niños que han tenido menos posibilidades que el resto de acceder a la interpretación musical autónoma, ya que con pocos movimientos pueden conseguir tocar un instrumento, sin requerir gestos demasiado costosos. La danza interactiva se ha convertido, dentro del campo de la música contemporánea, casi en un lenguaje nuevo que permite desligar el gesto del sonido que produce dicho movimiento para reinventar nuevas relaciones gestuales. En personas con discapacidad física, los nuevos gestos son necesarios para permitir que estas personas interpreten instrumentos de otra forma alternativa a la tradicional ya que ésta implica poseer un control motor muy coordinado. A través de esta herramienta, los gestos del sujeto se adaptan para posibilitarle expresarse a nivel musical-estético aprovechando sus peculiaridades tanto físicas como cognitivas.

- Camurri, A.; Mazzarino, B.; Volpe, G.; Morasso, P.; Priano, F.; Re, C. (2003). "Application of multimedia techniques in the physical rehabilitation of Parkinson's patients". *Journal of Visualization and Computer Animation* 14 (5). 269-278.
- Davis, W.; Gfeller, K; Thaut, M (2000). *Introducción a la musicoterapia. Teoría y práctica*. Barcelona: Boileau.
- Malagón, J. (2007). "Actualizaciones en neurología infantil. La parálisis Cerebral", en *Medicina*. Vol. 67, nº 6/1, páginas.
- Ng, K. (2002). "Sensing and mapping for interactive performance", en *Organised Sound*, v.7 n.2.191-2000.
- NG, K. (2003). "Virtual and augmented musical instruments". Proceedings of the *International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- Schneider, S.; Schönle, P.W.; Altenmüller, E; Münte, T.F. (2006). Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke", en *Journal of Neurology* xx, 1-9.
- Seiya Tsuruta, Yamato Kawauchi, Woong Choi, Kozaburo Hachimura (2007), "Real-Time Recognition of Body Motion for Virtual Dance Collaboration System," en 17th *International Conference on Artificial Reality and Telexistence (ICAT 2007)*. 23-30.
- Wechsler, R. y Weiss, F., (2004) "Motion Sensing for Interactive Dance", en *IEEE-Pervasive Computing, Mobile and Ubiquitous Systems*, Jan-March 2004.