

Figura 28a. Representación esquemática de un vehículo con dos sensores de contacto. Está seleccionado el menú de conductas, que permite elegir entre las conductas disponibles que concuerden con el juego de entrada y salida de la construcción, o la definición de una nueva

Programación tangible

Una cuestión clave ha sido capacitar a los alumnos para que construyan sus propios programas partiendo de los componentes físicos, como hacen con las piezas LEGO. La programación tangible (SUZUKI y KATO, 1995) es un campo activo de investigación en el que muchos proyectos tienen como objetivo a los niños pequeños (McNERNEY, 1999; WYETH y WYETH, 2001; MONTEMAYOR y cols., 2002). Los beneficios de una interfaz tangible son dobles:

- permite que un grupo pequeño de niños construya programas, a diferencia de cuando se utiliza un entorno de programación que se presenta en la pantalla y en el que sólo un alumno puede controlar el ratón o el teclado.
- los niños pueden aprovechar su habilidad manual: en una interfaz de usuario gráfica, los objetos se manipulan mediante el ratón u otros dispositivos de puntero adecuados.

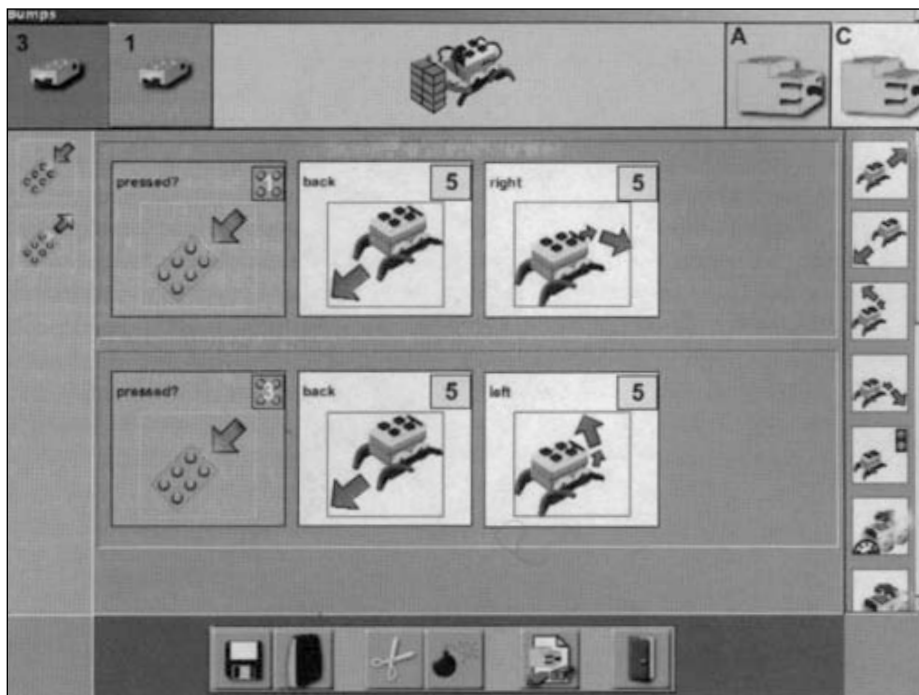


Figura 28b. Las dos reglas que definen la conducta de “rebote”. Obsérvese que sólo se muestran las condiciones y acciones asociadas con los dispositivos de entrada y salida seleccionada

Dada la edad de nuestro grupo objetivo, incluso las pequeñas ventajas son valiosas. Una versión tangible del entorno de programación CAB, en la que las conductas, las condiciones y las acciones son componentes manipulativos del kit, podría plasmar en la práctica la visión de combinar los átomos y los bits de un modo concreto y agradable para el niño. La Figura 29 muestra cómo puede hacerse utilizando la tecnología existente. Las fichas contienen componentes electrónicos, cada uno de los cuales tiene su propia ID y, una vez conectados, son capaces de comunicar su topología (GORBET y cols., 1998). Un puerto de fichas lee la configuración de la ficha, genera un programa y lo descarga en la pieza programable. El puerto se comunica también con un ordenador para conectar la interfaz tangible con la de la pantalla. El kit puede ampliarse para redefinir el significado de una ficha.

El ordenador seguiría presentando ciertas ventajas claras, por ejemplo, para almacenar y documentar trabajos previos o intercambiar conductas a distancia, pero no sería necesario para iniciar un proyecto.

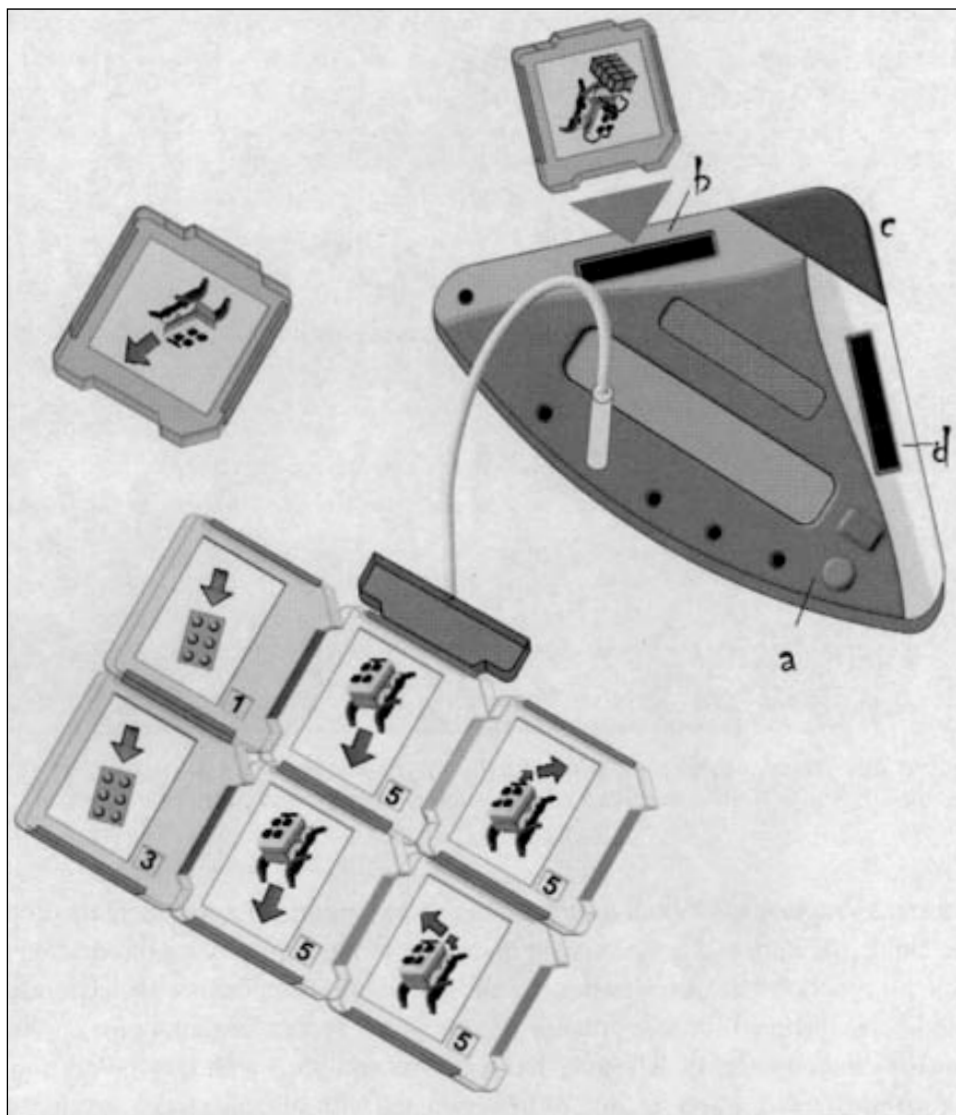


Figura 29. Versión de programación tangible de la conducta de rebote. En el puerto de fichas hay etiquetas que indican sus características: a) las fichas de condiciones y acciones pueden conectarse con este lado del puerto para definir una regla; b) la regla actual puede utilizarse para definir una conducta nueva insertada en esta ranura; las conductas pueden conectarse directamente a este lado; c) dispositivo de comunicación; d) ranura adicional para redefinir el significado de una ficha

Apoyo metacognitivo y social

Tenemos la sensación de que un *software* que pueda retener una memoria del producto y el proceso de programación de los niños mediante la visibilidad de los ensayos, pruebas, errores y variaciones puede encerrar oportunidades para el aprendizaje, y no sólo para los alumnos que crearan el programa, sino también para los demás niños involucrados. Así, ese *software* puede convertirse, a través de procesos metacognitivos, en conocimiento que pueda reaplicarse y reutilizarse (CRE, 2000a).

Formalizar la conducta de un robot mediante reglas tiene importantes implicaciones cognitivas y metacognitivas. Por una parte, la regla cosifica la relación causa-efecto y proporciona a los niños un importante instrumento lingüístico para hablar y reflexionar sobre las conductas reactivas (“Si la temperatura aumenta, el robot conecta el ventilador”). Por otra parte, la inmediatez de la interpretación y la legibilidad de las reglas permiten a los niños revisar sus enfoques de resolución de problemas (“... entonces, añadimos esta regla para enseñar al robot a conectar el ventilador cuando haga calor...”). Esto resulta especialmente útil cuando sus programas no producen los resultados esperados. Por regla general, los niños se imaginan un contexto amplio y articulado, en el que participan muchos actores y en el que sus fantasías cobran imagen y evolucionan. En consecuencia, un proyecto necesita formas de apoyar la memoria del trabajo realizado, tanto con fines de documentación como a modo de representación de la historia de las opciones de programación y de construcción. Además, el entorno supone un contexto social de uso que se articula sobre tres funciones: alumnos, maestros, expertos:

- Los *niños* colaboran entre ellos y con los maestros en todas las fases del proyecto, desde la identificación del problema hasta la invención de una solución. Discuten y comparan posibles alternativas, inspeccionan ejemplos y los modifican para ajustarlos a sus necesidades; examinan el potencial y los límites de la tecnología; están comprometidos en un proceso repetitivo de construcción socialmente compartida en el que las hipótesis que surgen están sometidas al juicio del grupo y a la verificación empírica.
- Los *maestros* median entre los alumnos y la tecnología para suavizar la interacción y apoyar la creatividad y la motivación infantiles. Algunas de las opciones del entorno de programación permiten a los profesores configurarlo para que cumpla los requisitos específicos del proyecto. Pueden cambiar los iconos y los nombres de los objetos (acciones, condiciones, conductas) y perfeccionar los parámetros de las acciones (por ej., los factores de la escala de órdenes como: adelante, espera, etc.) y las condiciones (los umbrales de los sensores).
- Los *expertos* pueden extender el entorno añadiendo la definición de nuevos tipos, acciones y condiciones de construcción.

Estudios de casos

Las pruebas de campo del proyecto abarcaron dos cursos escolares y en ellas participaron tres escuelas infantiles del municipio de Reggio Emilia y tres escuelas elementales de Suecia. Para una descripción exhaustiva, remitimos a los informes finales de los socios educativos de CAB (CRE, 2001; GUSTAFSSON y LINDH, 2001). Aquí, nuestro objetivo es centrarnos en el modo de influir la investigación en el aula en el diseño de un entorno de programación usable por niños de 5 años. Por eso, limitamos nuestros estudios de casos a los proyectos de las escuelas infantiles de Reggio Emilia. Los tres proyectos siguientes muestran que:

- no hay obstáculos cognitivos para que los niños programen criaturas cibernéticas;
- en presencia de un contexto bien definido y de herramientas especializadas, los niños son capaces de programar un robot;
- para apoyar los proyectos de los niños, la complejidad del entorno de programación debe controlarse de manera que presente unos elementos primitivos poderosos;
- el entorno propuesto era usable gracias a su atractivo, el carácter apropiado de su detalle, inspeccionabilidad e idoneidad para ser objeto de discusión y reflexión.

RoboSports

Un grupo de niños de la escuela infantil La Villetta experimentó con el kit *RoboSports*. Este sistema se diseñó especialmente para los visitantes de los parques LEGOLAND y les permite participar rápidamente en un concurso robótico. Este kit consta de un campo de juego en el que compiten dos equipos para hacer un vehículo que lleve a un agujero el mayor número de pelotas posible. El campo es una mesa con dos pistas, cada una de ellas compuesta por una línea negra y un agujero iluminado desde atrás. Los componentes mecánicos están especializados, permitiendo así la construcción de un número limitado de vehículos capaces de transportar y empujar las pelotas hacia el agujero. El entorno de *software* facilita unos elementos primitivos como una conducta de “sigue la línea”, una condición que puede utilizarse para detenerlo cuando el sensor de luz detecta una luz de fondo, y órdenes de traslación y rotación para empujar las pelotas hacia el agujero. El kit va acompañado de tutoriales en vídeo para ayudar a los usuarios a construir y programar los vehículos. En la escuela de La Villetta, los padres y los maestros construyeron el campo de juego y los alumnos prepararon y programaron sus vehículos para el concurso.

Esta experiencia puso de manifiesto el éxito logrado por los niños a la hora de utilizar las características del entorno de programación para resolver

el problema, porque la especialización de los componentes simplificó la construcción de un vehículo adecuado para la tarea y el entorno de programación visual, que sólo presenta un conjunto limitado, pero potente, de elementos primitivos, permitió a los niños componer el programa de forma autónoma. Además, cuando comenzaron los diálogos de grupo para solucionar los errores de programación, al discutir los efectos de las instrucciones dadas a sus robots, se referían a los iconos del lenguaje de programación para hacer observaciones relativas al campo de juego, como representación simbólica de la ejecución del programa (CRE, 2000b). *RoboSports* es un buen ejemplo de las posibilidades que tiene un sistema orientado al contexto. Sus límites se derivan de que está demasiado especializado: los componentes de *hardware* y *software* sólo pueden utilizarse para este concurso, o para concursos de este tipo, limitando, por tanto, la creatividad de los niños.

Aventuras cibernéticas

El interés generalizado por los monstruos que demostró durante varios años una clase de la escuela Neruda suscitó la idea de construir un escenario en el que diferentes identidades de sujetos cibernéticos y las características del contexto permitieran la creación de una “vida posible”. Esta vida se desarrolla y evoluciona de acuerdo con la frecuencia y la calidad de las relaciones entre los “actores” (monstruos o defensores de la ciudad) (BARCHI y cols., 2001).

Los monstruos atacaban una ciudad; los habitantes construían muros y trampas para defenderse y organizaban un equipo de defensores para contener a los atacantes. Tanto unos como otros se crearon con unas conductas definidas que reflejaban la dinámica de una batalla cuya evolución y resultados son imprevisibles. Cada monstruo estaba equipado con dos sensores de contacto, utilizados para evitar obstáculos, y un sensor lumínico apuntando hacia el suelo, para detener el vehículo si entraba en una zona coloreada. Los monstruos llevaban montada en el dorso una luz, que permitía que los defensores los reconociesen, y un sensor lumínico que les permitía moverse en la dirección del ataque.

La primera definición de las conductas era tal que, después de colisionar, los monstruos y los defensores deambulaban por el terreno de juego sin un objetivo claro. Accidentalmente, un monstruo podía acabar en una trampa o conseguir entrar en la ciudad; los defensores caminaban sin una estrategia clara para cerrar el paso a los monstruos que encontraban. Los niños se percataron de estos límites y propusieron alternativas, pero los maestros no podían implementar los mecanismos propuestos de atracción entre los defensores y los monstruos y entre los monstruos y la ciudad. Por eso, llamaron a los expertos. Propusieron dos modificaciones al proyecto: introducir caminos de color diferente que mostraran la dirección del monstruo para llegar a las puertas de la ciudad, y una modificación del programa de los defensores, que activara un mecanismo de búsqueda del monstruo (por ejemplo, girar alrededor y detectar la dirección

de la luz). Estas propuestas se discutieron con los niños, que modificaron el escenario y los robots para conseguir las conductas deseadas.

El trabajo del proyecto ha abarcado un largo período en varias fases: diseño y creación del escenario, programación y experimentación, modificación de las conductas. Al participar como expertos en el diseño, los autores de este capítulo establecieron lo siguiente:

- es posible recoger la complejidad de los proyectos de este tipo en el modelo propuesto;
- los niños no pueden desarrollar por sí mismos unas conductas complejas como las ejemplificadas en este proyecto, pero esas conductas *pueden* formar parte de un repertorio de componentes especializados que los alumnos puedan evaluar y aplicar.

Este estilo de interacción con objetos cibernéticos puede definirse como “jugar al psicólogo” (ACKERMANN, 1991). “Jugar al psicólogo” y “jugar al ingeniero” constituyen los dos extremos del espectro de roles posibles que los niños pueden adoptar cuando interactúan con un kit de construcción cibernética. En uno de los extremos, los alumnos observan y se plantean cuestiones relativas a la naturaleza del objeto que tengan entre manos (sus intenciones, “inteligencia”, etc.), con el fin de comprender su naturaleza íntima; en el otro, prevalecen las actividades de construcción y modificación de los objetos y sus conductas. Los niños oscilan entre uno y otro y los componentes “psicólogo” e “ingeniero” se calibran y disponen según los distintos grados de averías que se produzcan.

Dar otra vida

Este proyecto se originó en el curso escolar 1999-2000 en la escuela infantil Villetta:

... partiendo de un grupo de niños de 5 y 6 años que quería ayudar a una gran rama que se había desgajado de un árbol a causa de una copiosa nevada. Los niños eran muy conscientes de que podían crear “otro tipo de vida” para la planta, que ahora estaba resguardada en la galería de la escuela. Los niños pusieron las herramientas y materiales digitales en relación con los sensores y ejecutores que, a su juicio, eran más convenientes para facilitar la comunicación de los distintos sujetos, y con otros lenguajes y materiales (papel, alambre, arcilla, estructuras construidas con materiales reciclados, etc.) que son característicos de la vida escolar. La narración de los niños era el vínculo que mantenía unidos los distintos niveles en los que se realizaba la investigación, construyendo significados, provisionales incluso, e identificando nuevas cuestiones que investigar.

(CRE, 2000b.)

En el curso siguiente (2000-2001), otro grupo de niños de 5 y 6 años amplió el proyecto, añadiendo el diálogo entre un pájaro que estaba en el árbol y su amigo robot. Durante el invierno, la comida es escasa. El pájaro

pide ayuda al robot panadero para que lleve migas al árbol. Una vez allí, el robot avisa a su amigo, que baja a recoger el pan.

Al educarse en una escuela que, entre otras cosas, patrocinaba las construcciones cibernéticas, al segundo grupo de niños le parecía natural construir sus robots y programarlos con el entorno visual que describimos antes. He aquí cómo resumían su comprensión de la finalidad del proyecto:

“¡Ahora somos verdaderos programadores de robots!”

“¡Es verdad! ¡Ésta es una escuela de programadores!”

¡Podemos hacer de todo!”

“Descubrimos tres secretos:

- 1) dos partes de la regla de medida hacen una ficha;
- 2) si el pájaro toca el sensor de flexión, la grabadora va 'chiip, chiip';
- 3) los robots pueden hablar entre sí con el sobre y el buzón”.

(CRE, 2001.)

Los niños resolvieron una serie de subtareas generadas por la evolución de su trabajo. Una de ellas consistió en determinar el valor de la orden “adelante” para hacer que el robot se desplace tres fichas en el suelo. Para ello, los niños construyeron una regla de medida, marcando la distancia recorrida con diversos valores del parámetro de la orden “adelante”. Experimentando con estos valores, descubrieron que “dos partes de la regla de medida hacen una ficha” y “adelante 12” era la solución de su problema (véase la Figura 30).

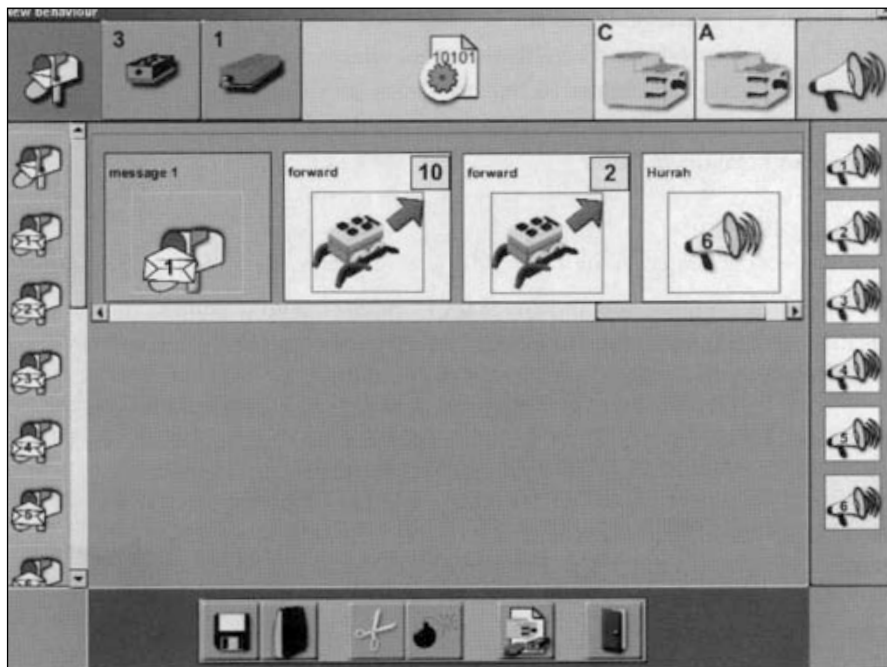


Figura 30.

El número mágico de “dos partes” no surgió por accidente. La pieza programable controla la cantidad de tiempo de funcionamiento de los motores; la correlación de este tiempo con la distancia recorrida es función de los detalles concretos del vehículo (cubiertas, velocidades, peso, terreno, etc.). El *software* permite especificar un factor de escala para perfeccionar el resultado y los maestros lo adaptaron para este proyecto.

Los alumnos motivados pueden trabajar mucho estudiando diversos cursos de acción. También muestran mayor competencia que la que tendemos a atribuir a los niños de esta edad. El *software* les debe permitir que realicen sus experimentos reduciendo las distancias entre los elementos primitivos del robot y el punto de vista de los alumnos. Si la interfaz utilizara medidas de tiempo para representar unidades de movimiento, la orden sería menos inteligible: habría que establecer la correspondencia entre tiempo y distancia. Al dejar sólo un número y hacer una adaptación mediante un factor de escala “oculto”, damos pie a la interpretación de que la entrada correspondiente a “adelante” sea una unidad de espacio. Los niños siguieron esta interpretación y prepararon un experimento para descubrir la unidad de distancia del robot. La correspondencia entre “adelante 2” y una ficha en el suelo les permitió controlar el proceso.

Los niños construyeron sus robots de tal manera que pudieran contar la historia del pájaro y su amigo mientras los robots la estuvieran representando. Los puntos de sincronización son esenciales para un buen resultado. El robot debe empezar a moverse cuando el pájaro le llama. Una solución inicial consistió en utilizar un sensor de sonido para oír la voz del pájaro (véase secreto n.º 2). Por desgracia, un sensor de sonido recoge ruidos y no comprende el lenguaje. Por eso, cualquier ruido era suficiente para desencadenar la conducta del robot. Al inspeccionar la interfaz de *software*, los niños se dieron cuenta de los iconos de mensaje, los probaron y descubrieron que los robots “pueden hablar entre ellos con el sobre y el buzón”. El intercambio de mensajes constituyó un fuerte mecanismo para la sincronización, permitiendo así que los alumnos completaran su proyecto (véase la Figura 30).

En la esquina superior izquierda aparecen tres sensores: el receptor de mensajes (activo), un sensor de sonido y un sensor lumínico, (estos dos últimos restos de enfoques de diseños anteriores). Para avanzar 12, los niños utilizaron dos órdenes ($10 + 2$), porque la interfaz presenta una corredera (que no muestra la figura) que sólo admite como valores del parámetro (de 0 a 10), ambos inclusive.

La interfaz de *software* intenta mostrar lo que se puede hacer con la pieza programable, organizando las características disponibles en casillas que contienen componentes del mismo tipo (Fig. 28a). Además, la estructura de casillas refleja la distinción entre lo concreto y lo virtual: sensores y ejecutores tangibles, dispositivos incorporados (por ej., sonidos y mensajes, que no dependan de un componente conectable de *hardware*) y dispositivos virtuales (es decir, los implementados mediante *software*: temporizadores, contadores). Esta taxonomía se refleja en la estructura operativa de la interfaz que ayuda a los niños mientras examinan, descubren y aprenden las características que pueden utilizar.

Conclusiones

Basamos nuestro trabajo en la idea de un alumno competente que puede desarrollar proyectos difíciles durante extensos períodos de tiempo en un ambiente de aprendizaje propicio. Dimos por supuesto que a los niños les interesaría hacer sus propias construcciones animadas y programar sus conductas. El proyecto CAB ha demostrado que, en un ambiente de aprendizaje propicio, los alumnos pueden diseñar y crear conductas de construcciones animadas y así lo hacen. Propusimos y creamos un prototipo de lenguaje visual de programación que no es de uso general, pero que, en cambio, trata de ser sencillo y potente, asumiendo los conocimientos de los tipos de construcción y la especificidad del proyecto de que se trate.

Un kit de construcción cibernética, dotado de una interfaz de programación tangible y rediseñado para mejorar su sistema mecánico y la legibilidad de los componentes activos, debe permitir a los niños que examinen el material con toda libertad y plena autonomía (sin necesidad de “expertos” externos) mientras participan en proyectos motivadores.

Agradecimientos

Este trabajo se ha beneficiado ampliamente de la continua interacción con todos los colaboradores en el proyecto CAB. Queremos manifestar nuestro agradecimiento a todos los adultos y niños que aceptaron el reto de usar y experimentar con el kit LEGO y con nuestros prototipos; el trabajo aquí descrito no podría haberse realizado sin su entusiasmo, sus aportaciones creativas y su apoyo. Los prototipos desarrollados para el proyecto CAB y citados en este capítulo no suponen compromiso alguno de la empresa LEGO para incorporarlos a futuros productos suyos.

CARESS: “Un contacto atractivo”

Por Phil ELLIS

Universidad de Sunderland
(Reino Unido)

Esta definición de las siglas del proyecto del *Chambers 20th Century Dictionary* constituye tanto la base como el origen del proyecto CARESS. El enfoque de la música en la educación general que desarrollé durante las décadas de 1970 y 1980 (ELLIS, 1987) situaba a niños y niñas en el centro de la actividad, dándoles la responsabilidad de su aprendizaje. En él era fundamental la atención prestada a la creatividad, la comunicación y la expresión, ante todo en el medio del sonido, y la tecnología era la herramienta para que cada uno llevara a la práctica sus ideas imaginativas.

Desde 1992, he estado investigando en escuelas especiales, sobre todo con alumnos que tienen “profundas y múltiples dificultades de aprendizaje” (PMDA). A menudo, carecen de competencias de autoayuda y es fácil que tengan perturbados el control muscular, el habla, la vista y el oído. En consecuencia, he desarrollado una terapia, denominada “terapia de sonido”, que sitúa a los niños en el centro de la actividad. El hecho de estar inmersos en un ambiente de sonido puede ayudarles con frecuencia a desarrollar competencias de control, expresión y comunicación (ELLIS, 1994, 1997). Esta investigación en marcha (*Incidental Music*, ELLIS, 1996a) otorga gran importancia al sonido, y es la que condujo al proyecto CARESS.

La convocatoria de i³ me facilitó la oportunidad perfecta de desarrollar aspectos de esta filosofía de enfoques centrados en los aprendices. La iniciativa *Experimental School Environments* de i³ solicitaba específicamente “enfoques del aprendizaje abiertos y con visión de futuro”. Además, animaba a trascender el “patrón lineal de los ‘requisitos del usuario’... (para orientarse a) una mezcla no lineal y repetitiva de actividades como ‘generación de conceptos’, ‘desarrollo de maquetas’, ‘comprender a los aprendices’, ‘creación de prototipos’, ‘evaluación’ e ‘investigación tecnológica’, ‘perfeccionamiento de conceptos’”: todas ellas armonizaban maravillosamente con el proyecto *Incidental Music*. Más resonante aún era la especial atención prestada por i³ al desarrollo de herramientas de la tecnología de la información “que

estimularan y reforzaran el descubrimiento, la creatividad, el pensamiento y la expresión”.

En mi trabajo con alumnos PMDA, he observado que estos niños, que, por regla general, tienen un control muy limitado sobre su cuerpo y carecen casi de control sobre su entorno, iban adquiriendo poco a poco más funciones y autoconciencia a medida que iban siendo capaces de controlar su entorno de sonido, incluso mediante los más mínimos movimientos de cabeza. La expresión “*resonancia estética*” se acuñó para describir los momentos especiales en los que un niño consigue un control y una expresión reales, tras un período de exploración, descubrimiento y creación intensos, momentos que pueden considerarse “atractivos” y “conmovedores”. El placer y la automotivación son aspectos clave de este enfoque (IZARD, 1971; MASLOW, 1970; KOESTLER, 1979). Es fácilmente transferible a la educación corriente, además de responder a la provisión y evaluación de nuevos dispositivos que interactúen con los distintos sentidos.

Para la terapia de sonido es fundamental un elemento tecnológico llamado *Soundbeam*. Inventado por Edward WILLIAMS, un compositor que reside en Bristol (Inglaterra), este dispositivo se concibió en principio para permitir a los bailarines que crearan su propia música mediante sus movimientos físicos. Hasta la fecha, donde más ha influido es en los discapacitados, pues incluso el más leve movimiento físico puede permitir el control expresivo del sonido y la interacción con el mismo. El sonido pasa relativamente desapercibido como medio de motivación, comunicación y expresión cuando se compara con nuestra cultura, predominantemente visual. A pesar de la pujante “industria” de la música comercial, presentar el sonido como experiencia verdaderamente primaria es un fenómeno raro. El *Soundbeam* funciona emitiendo un haz ultrasónico de sonido que parte de un sensor. El movimiento en el marco de dicho haz hace que el controlador del *Soundbeam* genere un código MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*), que, a su vez, genera el sonido. No hay problema de latencia, porque, como la generación de sonido coincide con el movimiento físico, produce una sensación de control interactivo absoluto e inmediato. Este sistema está en el centro de la terapia de sonido.

En la terapia de sonido, se crea un entorno en cuyo centro se coloca al niño, a quien se potencia mediante una capacidad en desarrollo para que asuma el control de su entorno y actividad. Unos pequeños movimientos físicos pueden producir el medio de desarrollar la expresión con sonido. Con el tiempo, esto puede llevar al desarrollo de la autoconciencia, la autoconfianza y la autoestima. A menudo, la presencia en este entorno es el único momento de su vida en el que tienen el control de lo que ocurre. El acrónimo del proyecto se acuñó a partir de este trabajo: ***Creating Aesthetically Resonant EnvironmentS in Sound****.

* “Crear entornos estéticamente armónicos con el sonido”. (N. del T.)

Resumen del proyecto

La finalidad de CARESS era permitir que los niños pequeños aprendieran y desarrollaran destrezas físicas y cognitivas mediante su interacción con un entorno de sonido sensible. La combinación de un sensor y una interfaz sensor para el sonido constituyó el medio para examinar la interacción expresiva y la creatividad en un entorno sónico controlado.

En los sensores de movimiento y en otras tecnologías se han utilizado diversos medios electrónicos para crear interfaces humano-máquina con un potencial educativo aparentemente importante, aunque en gran parte no estudiado. A menudo, esos sistemas se han desarrollado con fines ajenos a la esfera de la educación escolar formal (por ej., artes escénicas, danza, entornos de realidad virtual, videoanimación y aplicaciones médicas), aunque las investigaciones preliminares muestran que, en el entorno escolar, esa tecnología puede hacer sus aportaciones más espectaculares, sobre todo con los niños pequeños. La investigación del proyecto *Incidental Music* sobre la experiencia educativa de niños pequeños con PMDA, que no habían aprovechado el aprendizaje inicial y para quienes la primera experiencia de control e iniciación placenteros ha sido, sin duda, un elemento motivador educativo fundamental, demostró las posibilidades que existen con los niños pequeños, tanto los que tienen necesidades educativas especiales como los que están en la educación general.

Colaboradores

En el proyecto CARESS, colaboraron Phil ELLIS (coordinador) y Lisa PERCY, que estaba al principio en el *Institute of Education* de la Universidad de Warwick y que, durante los últimos meses del proyecto estuvo en la *School of Arts, Design, Media and Culture* de la Universidad de Sunderland. El principal centro de interés de su trabajo consistió en examinar las posibilidades de la terapia de sonido, mediante el uso de nuevos sensores, y desarrollar el paradigma de aprendizaje asociado. También realizaron un estudio piloto de aplicación del método y las tecnologías en una escuela de educación general. Mediante la elaboración de materiales curriculares para los niños de educación general de edades comprendidas entre los 4 y los 8 años, pudimos hacer observaciones para comprobar la eficacia de la tecnología en este campo y ver las posibilidades que ofrecían los nuevos sensores desarrollados en el proyecto.

Stefan HASSELBLAD, de la Emaljskolan, de Suecia, que tenía experiencia en el uso del *Soundbeam* en su trabajo con niños con necesidades educativas especiales, estuvo trabajando en paralelo como educador terapéutico. Su aplicación permitió evaluar y mejorar la tecnología respecto a su transferibilidad, así como documentarla para maestros y terapeutas. Los materiales elaborados en Inglaterra se pusieron a prueba en el ambiente sueco para verificar su eficacia y relevancia.

El tercer colaborador estaba en el *Department of Electrical and Electronic Engineering* de la Universidad de Bristol. El Dr. Nishan CANAGARAJAH, ayudado por el Dr. Paul MASRI, investigó la síntesis musical, médica y digital. Su función era proporcionarnos nuevos sensores, así como tecnología de apoyo de *hardware* y *software*.

El *Soundbeam Project*, de Bristol (Reino Unido), que fabrica y comercializa el equipo *Soundbeam*, fundamental para el proyecto CARESS, nos prestó un apoyo inestimable. Respaldó activamente el proyecto al poner a su disposición un equipo nuevo y su saber hacer, así como al considerar las posibilidades de *Soundbeam* como herramienta creativa en las escuelas de educación general.

Aprendizaje precoz

En resumen, los objetivos de CARESS eran:

- Expandir la investigación sobre la terapia de sonido introduciendo diversos dispositivos e interfaces nuevos que interactuaran con los sentidos, involucrando a niños con necesidades especiales del Reino Unido y de Suecia, así como una metodología de probada eficacia para evaluar y perfeccionar su diseño.
- Extender el uso de estas herramientas cognitivas a la educación general mediante estudios piloto con grupos de niños de 4 a 8 años de escuelas de educación general, modificando los nuevos dispositivos para recoger las diferentes expectativas de estos niños.
- Utilizar las experiencias de Suecia y del Reino Unido para evaluar y desarrollar una metodología transferible y, de ese modo, elaborar materiales escritos, de vídeo y de otros tipos para uso de los maestros, promoviendo el desarrollo de este nuevo modelo de aprendizaje, tanto en educación especial como en la educación artística de la enseñanza general.

Si podemos estar inmersos en el sonido, acabaremos generando el espacio y la calma necesarios para examinar, armonizar y desarrollar nuestra propia creatividad de manera más directa. Al apartar nuestra atención de la motivación externa (intrusiva) para dirigirla a la motivación interna (no intrusiva), trabajar en un entorno en el que la atención se centra de forma predominante en el sonido y situar el niño en el centro de la actividad, se han observado grandes e inesperados desarrollos y progresos en niños con necesidades educativas especiales (ELLIS y LAUFER, 2000). Es probable que los beneficios que proporcionen estas oportunidades a los niños pequeños de educación general sean diferentes pero no menos profundos. Trabajar de manera “sónico-expresiva” sintoniza bien con las investigaciones de KOESTLER en el campo de la creatividad y las matemáticas, que han realizado un campo en el que parece que predomina el pensamiento no verbal y en el que, como observara KOESTLER (1989), “tenemos que alejarnos del habla para pensar con claridad”.

En general, se acepta que los requisitos de la creatividad tienen tres componentes que el matemático HUNTLEY describe como: *sorpres*a, en un encuentro imprevisto; *curiosidad*, queriendo saber por qué; *asombro*, que hemos encontrado por casualidad un mundo inexplorado que parece infinito (HUNTLEY, 1970). La terapia de sonido se basa en estos fundamentos y desarrolla competencias de aplicabilidad general, de manera que los niños gravemente discapacitados pueden:

- interpretar, comunicar, escuchar y componer con el sonido;
- a menudo, muestran “sintonía estética” mediante sus expresiones faciales;
- participan activamente durante extensos períodos de tiempo;
- revelar una capacidad de concentración que no se manifieste en otras situaciones;
- comenzar a descubrir, examinar, expresar y comunicar sus propios sentimientos;
- dar respuestas físicas significativas: movimientos y gestos no vistos antes o no hechos de forma independiente con anterioridad.

Esperábamos que la introducción de nuevos sensores y ejecutores facilitaran más el ajuste de la configuración del equipo para adaptarlo a las necesidades del individuo. Por ejemplo, para un niño con capacidad de movimientos gravemente restringida y pérdida significativa de masa muscular, un “sensor muscular” electromiográfico puede detectar la actividad nerviosa de su intención de moverse y utilizar esto para desencadenar y controlar el sonido. Se pretendía utilizar este dispositivo como precursor del *Soundbeam*, que requiere la capacidad de efectuar movimientos visibles. Aunque preparados para los niños discapacitados, esos sensores pueden disponerse y aplicarse con facilidad a niños pequeños de educación general. Por eso, decidimos repetir el desarrollo de dispositivos nuevos para niños discapacitados y las metodologías de probada eficacia desarrolladas en la terapia de sonido, y repetir ensayos iterativos semejantes con niños pequeños del sector de la educación general, en el que esperábamos tipos de retroinformación diferentes. Por ejemplo, sospechábamos que los alumnos de educación general podrían intentar controlar varios sensores a la vez. Un niño podría controlar al mismo tiempo varias propiedades de sonido mediante diferentes sensores, aprendiendo, por tanto, unas interacciones más complejas y mejorando su destreza. Estábamos especialmente interesados por ver a grupos de niños que cooperaran para definir la evolución del sonido. Ya hemos observado signos de actividad compartida con ciertos niños discapacitados que no solían comunicarse, por lo que nos interesaba el desarrollo potencial de la actividad compartida.

Nuevas herramientas

Las conversaciones preliminares entre los colaboradores suscitaron diversas ideas de nuevos dispositivos portátiles que interactúan con los sentidos y complementan el *Soundbeam* original. Éstas ideas constituyeron nuestro punto de partida inicial para los nuevos dispositivos sobre los que iterar:

- Sensor “muscular” electromiográfico (EMG).
- Sensor de “ángulo de articulación”: goniómetros de fibra óptica (GFO).
- Resonadores vibro-táctiles *Soundbox*, *Soundchair* y *Soundbed*.
- Sistema sensor de movimiento *Soundbeam*.
- Paleta intuitiva de sonido.
- Sistema de vídeo de reconocimiento gestual.

Los sensores EMG y GFO eran desarrollos y constituyeron el principal centro de atención de desarrollo tecnológico.

Sensor “muscular” electromiográfico (EMG)

En la Universidad de Bristol, se han desarrollado dos tipos de sensores de aplicación médica, que se combinaron con un estimulador muscular para conseguir un bucle cerrado de retroalimentación para estimulación eléctrica funcional. El sensor electromiográfico (EMG) utiliza un par de almohadillas eléctricas (del tamaño de la yema de los dedos) muy próximas entre sí, que registran la actividad muscular cuando se aplican sobre la piel, encima de un músculo. Cuando el músculo se contrae, aumenta la actividad de la señal, aunque no en relación lineal. En la terapia de sonido, el control de las aplicaciones es más importante que el perfil exacto. La sensibilidad de los sensores EMG es tal que se han utilizado para detectar la intención de activar un músculo, incluso para personas que no pueden realizar una contracción muscular. En la medida en que las vías neuronales y los nervios sean funcionales, pueden detectarse las señales. Por eso, estos sensores pueden ser musicalmente potenciadores tanto para los niños discapacitados como para los que no lo son.

Sensor “angular” mediante goniómetro de fibra óptica (GFO)

Un goniómetro de fibra óptica (GFO) determina el ángulo que forma una articulación. Esencialmente, es una fibra óptica de escasa longitud que ha sido tratada para condicionar la magnitud de pérdida de transmisión al someterla a flexión. Los extremos del sensor están unidos al cuerpo, a cada lado de una articulación. Un extremo de la fibra está iluminado y en el otro extremo hay un detector. La flexión de la articulación dobla el sensor y produce un cambio mensurable de la luz recibida en el detector. Esta función tampoco es

lineal y puede sufrir una ligera histéresis, aunque esto carece de consecuencias, puesto que el objetivo es el control funcional y no una medida exacta. Entre ellos, estos dos sensores portátiles pueden detectar una cantidad razonable de movimiento corporal. El hecho de que sean portátiles se explotó preparando una caja de interfaz inalámbrica de tamaño de bolsillo, que dejaba que el portador se moviera con libertad sin tener que arrastrar los cables. Este último desarrollo se consideró particularmente útil en las escuelas de educación general, en las que, comunmente, los niños se mueven mucho.

Habida cuenta de los destinatarios de esta tecnología, los criterios clave de diseño eran la fortaleza, la facilidad de uso (por ej., la calibración automática), dispositivos compactos y ligeros, relación coste-eficacia y facilidad de manufactura.

Sistema sensor de movimientos Soundbeam

Leon THEREMIN fue el primero que desarrolló la idea de un instrumento musical que pudiera tocarse sin contacto físico alguno (GLINSKY, 2000). Su invención constituyó la inspiración en la que se basa *Soundbeam*, aunque, aparte de la interfaz sin contacto, los mecanismos son muy diferentes. El *Soundbeam* combina un transmisor y un receptor ultrasónicos, calibrados para medir distancias en pasos discretos. Diseñado originalmente para bailarines, incorpora un control de paso variable que permite comprimir su zona activa en unos pocos centímetros o extenderla para que abarque un área mayor. En la práctica, esto significa que el instrumento invisible puede variar de tamaño para acomodarse a los movimientos que el jugador quiera realizar o sea capaz de hacer. *Soundbeam* tiene su propia interfaz "sensor para el sonido" integrada que traduce la información sobre la velocidad y la dirección del movimiento del objeto más próximo situado en su camino a códigos de control MIDI. MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) es el puerto estándar de control de los sintetizadores.

Como el proyecto CARESS sólo duraba 18 meses, nos centramos sobre todo en estos tres dispositivos, pero la página web CARESS proporciona información sobre la paleta de sonido más intuitiva.

Evaluación educativa

El *análisis estratificado* se desarrolló como una herramienta de evaluación cualitativa de la terapia de sonido (ELLIS, 1996b). Esta metodología se utilizó en CARESS para evaluar la eficacia de las nuevas herramientas y dispositivos para realizar el diseño inicial de cada dispositivo con alumnos discapacitados y para perfeccionarlo después con niños pequeños de escuelas de educación general. En la educación especial, esta metodología supone utilizar las grabaciones de vídeo de cada sesión, separándolas y volviéndolas a montar después para construir una serie exhaustiva y detallada de imágenes de cada individuo.

El *análisis estratificado* se utilizó en Inglaterra y en Suecia y los materiales de vídeo así producidos reforzaron significativamente la interacción y el intercambio de resultados entre Suecia y el Reino Unido.

El procesamiento de vídeo se realiza en cinco etapas:

1. *Grabación original*: La grabación completa, original, de cada sesión. No se conserva de una semana para otra, pero constituye un registro completo de cada sesión. Su función consiste en el almacenamiento temporal de datos, que permite identificar y archivar las secuencias y acontecimientos relevantes.
2. *Grabación máster*: Se identifican y copian de la cinta original muestras significativas de conducta de una sesión. Por tanto, la longitud de la grabación máster aumenta cada semana. Esta grabación ofrece una descripción detallada y cronológica de la conducta de cada sesión.
3. *Grabación de estratos*: Se seleccionan y graban por separado determinadas respuestas. Por ejemplo, cada vez que un niño utiliza su brazo derecho o toca un sonido particularmente estimulante puede constituir un estrato de información. Para cada niño puede haber seis o siete estratos discretos de información que proporcionan una serie detallada de secuencias que revelan determinados patrones de conducta, desarrollo y progreso.
4. *Grabación de instantáneas*: De la cinta máster, se escoge del programa un ejemplo significativo de cada mes. Estos ejemplos se graban de forma sucesiva para presentar una secuencia cronológica muy concentrada del desarrollo. Esta grabación facilita detalles breves pero precisos de su progreso y actuación para los maestros y los padres.
5. *Grabación resumen*: Limitada a 10 ó 15 minutos para cada persona, esta grabación presenta un resumen visual del desarrollo de un niño desde el principio del programa, aunque posiblemente no incluya ejemplos de cada mes. Cuando una persona ha estado participando en una terapia de sonido durante muchos meses o varios años, esta grabación ilustra su evolución y es útil en situaciones en las que no se dispone de mucho tiempo.

En las situaciones cotidianas de clase, es más fácil supervisar en sentido formativo el progreso y el desarrollo mirando sólo la grabación original o tomando notas durante las sesiones. El análisis estratificado era una característica esencial de la investigación relacionada con este proyecto, pero es claramente inadecuado para la evaluación cotidiana del maestro.

Repetición entre colaboradores

Las ideas del nuevo dispositivo se incluyeron en el proyecto en sus doce primeros meses, más o menos. Cada una de ellas fue evaluada y perfeccionada en un entorno de necesidades especiales, mejorándose después aún

más mediante su uso y observación en las escuelas de educación general. Los colaboradores se reunían periódicamente, cada tres meses, para comentar los desarrollos.

Logros

1. Tecnología

Desde el punto de vista técnico, este proyecto pretendía ayudar a los colaboradores educativos mediante la preparación de una tecnología portátil, móvil y compartible, de manera que los objetivos de la terapia de sonido pudieran extenderse en la educación relativa a las necesidades especiales y llevarse a la educación primaria general. Se escogieron dos sensores portátiles para que sirvieran de complemento del sensor espacial que forma parte del sistema *Soundbeam* y se propuso un enlace inalámbrico que diera mayor libertad de movimientos a sus portadores, sobre todo en la educación general.

El sensor muscular propuesto se desarrolló rápidamente y se entregó a los colaboradores educativos. En la reunión inicial del proyecto, se decidió que el sensor angular se integrara con el enlace inalámbrico a causa de su mayor aplicabilidad al entorno escolar general, de mayor movilidad. El sensor también se desarrolló con rapidez, pero se presentaron problemas en el diseño de los enlaces inalámbricos con arreglo a las especificaciones propuestas. Los esfuerzos orientados a elaborar el diseño rápidamente (para una rápida repetición entre los colaboradores) chocaba con los objetivos de hacer que fuese de pequeño tamaño y de baja potencia, dado que las optimizaciones de potencia y espacio llevan tiempo y, a menudo, requieren varias repeticiones de prototipos. Se llegó a un equilibrio, que comprometía la robustez del canal y condujo a que se perdiese más tiempo en solucionar problemas de lo que hubiésemos deseado.

No habíamos previsto un elemento de diseño: los tejidos utilizados para hacer que los sensores fuesen portátiles. Para adaptar bien y orientar correctamente los sensores con respecto al cuerpo, tuvimos que hacer unas cuantas repeticiones del diseño del tejido por cada sensor y, en la propuesta para la producción de las unidades, tampoco se hizo una previsión suficiente. Con unas partes mecánicas a medida, una superficie que albergaba componentes electrónicos y unas interconexiones ajustadas, la construcción, ensamblaje y pruebas eran problemáticas y requerían mucho tiempo. En total, la producción de prototipos y el diseño del tejido para los diez sensores musculares y los cuatro sensores inalámbricos de flexión exigieron una dedicación de unos seis meses-persona.

La tecnología se desarrolló de forma repetitiva, en colaboración con los educadores participantes. Esto constituía un problema para el colaborador técnico, que debía despachar los diseños con la mayor rapidez posible; los colaboradores educativos tenían que trabajar con el equipo prototipo en

entornos educativos reales y todos los interesados debían desarrollar un lenguaje común para una eficaz retrocomunicación.

Las experiencias con el sensor de flexión demostraron que las fibras ópticas no son los materiales ideales para someterlos a esfuerzos severos y regulares de flexión, lo que no significa que deban abandonarse como tecnología portátil. Para futuros proyectos, en la fase de propuestas, tenemos que definir *aplicaciones* de sensores, en vez de sensores específicos, que nos permitan examinar diversas tecnologías sencillas y de fácil elaboración, para contribuir a la rápida construcción de prototipos. La sencillez, la flexibilidad y la potencia de la síntesis basada en el *software* permitieron la rápida creación de diferentes entornos de sonido. En combinación con los sensores de movimiento, pueden catalizar la creatividad de los participantes para que sean expresivos. Hace falta un examen más detenido de este campo, y lo ideal sería que se hiciera con la colaboración en tiempo real de investigadores educativos y la intervención directa de los participantes en el proceso de diseño.

2. *Materiales curriculares de educación general*

Se han desarrollado y puesto a prueba diversos proyectos de clase. Diseñados de manera que cumplieran los requisitos del Curriculum Oficial inglés, podían aplicarse tanto al entorno de la educación general como al de las necesidades especiales (THDA*). Más tarde, se probaron en escuelas suecas. Algunos se describen brevemente a continuación.

*Dreamscapes***

Objetivos:

Se trata de una actividad transversal que permite que un grupo cree una obra interpretable. Se basa en los currícula de danza, música, lenguaje y arte.

Propósito del juego:

Utilizando los sonidos y los gestos como medios expresivos, el grupo creó la secuencia de un sueño, de diseño propio (véase la Figura 31).

Se construyó una obra basándose en el tema de los sueños. Durante los ensayos, los niños seleccionaron sonidos y examinaron sus cualidades. Después, desarrollaron una secuencia de movimientos que expresaba sus propios relatos de sueños.

* "Trastorno de hiperactividad por déficit de atención". (N. del T.)

** El título del juego parece el resultado de la contracción de dos palabras: *dream* ("sueño") y *landscape* ("paisaje"). Podríamos traducirlo como "paisaje o panorama de sueños". (N. del T.)



Figura 31. Secuencia de un sueño

Se estimuló a los niños para que se centraran en las formas en que el sonido y el movimiento permitían la interacción dentro del grupo. Decidieron que la representación debía tener tres secciones, cada una de las cuales examinara un tipo de sueño diferente.

Con ayuda de accesorios y disfraces, terminaron interpretando su danza. La utilización de *Soundbeam* y de los sensores EMG les permitió expresar un conjunto de movimientos y efectos.

*Roamer**

Objetivos:

Desarrollar competencias de programación de control.
Escuchar e identificar distintos sonidos y tonos.

Propósito del juego:

Programar el *Roamer* para tocar el *Soundbeam* de distintas maneras. En principio, bastaría con hacer un sonido alto, uno bajo y otro más de tono intermedio.

El *Roamer* (véase la Fig. 32) es un dispositivo programable que pueden manipular los niños con el fin de hacer que suene el *Soundbeam*. Este juego les estimula para que escuchen e identifiquen distintos tonos y para que desarrollen sus destrezas de programación.

Cuando los niños han programado el *Roamer* para jugar siguiendo la longitud del haz, con el fin de investigar las notas disponibles, el grupo puede pasar a la etapa siguiente. Tienen que programar el *Roamer* para tocar un sonido de tono alto, otro de tono bajo y otro de tono medio.

Una vez dominado este nivel básico, el maestro puede examinar las posibilidades de diseño de rutas programables para crear una composición, a medida que el *Roamer* avanza y se detiene en determinados puntos escogidos a lo largo del haz. A su vez, esto puede extenderse hasta establecer una relación con las actividades de narración de cuentos, cuando el *Roamer* visite ciertos puntos de la narración o active el sonido cuando tenga lugar cada escena.

*Navigator***

Objetivos:

Mejorar las competencias de escucha y la conciencia espacial. Aprender los puntos cardinales. Comprender las fracciones y los grados de un giro.

* La traducción de *roamer* sería "vagabundo" o "caminante". En los medios educativos, se conocen como *roamers* unos vehículos programables que pueden realizar distintas tareas. (N. del T.)

** "Navegante". (N. del T.)



Figura 32. El Roamer

Propósito del juego:

Navegar por el espacio utilizando sólo el sonido como guía y, cuando sea necesario, las instrucciones orales. El jugador lleva los ojos vendados (véase la Fig. 33) y la tarea consiste en localizar el origen del sonido (el sensor de *Soundbeam*).



Figura 33. Localizando el sonido

Los objetivos principales de este juego son desarrollar las competencias de escucha, el reconocimiento del tono y la conciencia espacial. Se pide al jugador, que lleva los ojos vendados, que busque el origen del sonido y navegue en dirección a la nota más alta.

Dependiendo de los objetivos del maestro, el número de jugadores y las destrezas de los niños, pueden realizarse otros desarrollos posteriores. Cuando el jugador se desplaza por el espacio, los compañeros pueden darle instrucciones mediante los términos: “izquierda”, “derecha”, “adelante” y “atrás”, los puntos cardinales y fracciones o grados de giro.

*Stepping Stones**

Objetivos:

Desarrollar el control motor y las competencias de escucha. Reducir los tiempos de reacción y aumentar la coordinación física.

Propósito del juego:

El jugador debe realizar su camino siguiendo el haz. Cuando alcanza una parte "activa" del haz, se oye un sonido. El jugador debe intentar mantenerse lo más quieto posible. Cuando haya conseguido que se haga de nuevo el silencio, debe seguir el haz hasta que se active el sonido siguiente e, inmediatamente, quedarse quieto mientras dure el sonido (véase la Fig. 34). Si el jugador se tambalea o se mueve, el sonido se reactivará y no se hará el silencio.



Figura 34. Caminando mientras se sigue el haz del *Soundbeam*

* Las *Stepping Stones* son las piedras que se colocan en medio de una corriente o pantano para atravesarlo andando, de losa en losa; por extensión, también se llaman así las losas que se colocan en jardines para formar un camino en medio del césped. (N. del T.)

Este juego se desarrolló como una extensión del *Navigator*. El *Soundbeam* está preparado para emitir cuatro notas diferentes a lo largo de su haz. Cada una de estas notas dura 4 segundos, una vez activada. Hay un espacio entre cada nota. Se pide al niño que busque la primera nota del haz. En cuanto se oiga el sonido, el niño debe quedarse lo más quieto posible, con el fin de no volver a desencadenar el sonido. Cuando el sonido haya acabado, el niño avanza y se detiene al sonido siguiente. De nuevo, debe permanecer quieto hasta que vuelva el silencio.

Stepping Stones se centra en el desarrollo del control físico y las competencias de escucha. Constituye un ejercicio útil para los niños que tienen dificultades para mantenerse quietos. Se puede jugar a modo de actividad unipersonal o como introducción a una lección que exija unas buenas destrezas de escucha o respuestas físicas rápidas.

*Speed**

Objetivos:

Examinar los conceptos de volumen y velocidad. Mejorar el control y la comprensión del gesto como medio de expresión.

Mejorar el control físico, la interacción, las destrezas de escucha y la comprensión del volumen y del movimiento físico expresivo.

Propósito del juego:

Actuar una persona sola, por parejas o en grupo para controlar el sonido mediante la velocidad de los gestos y producir un elemento expresivo de movimiento y sonido.

La velocidad permite que los jugadores examinen la relación entre el sonido y el gesto que facilita la tecnología de los sensores (véase la Fig. 35).



Figura 35. Niñas examinando la relación entre sonido y gesto

* "Velocidad". (N. del T.)

Cuanto más rápido se mueva el jugador en el *Soundbeam*, más alto será el sonido que se produce.

Puede realizarse esta actividad de diversas maneras. Puede pedirse a un jugador que se desplace siguiendo el haz haciendo el menor ruido posible. Cuando haya alcanzado la nota más alta, se puede dar la vuelta y retroceder rápidamente hasta su punto de partida, produciendo el volumen máximo. Esto refuerza la conciencia de la velocidad física y estimula el control mediante su potente vínculo con el sonido. Esta actividad resulta particularmente útil para quienes tienen dificultades para mantener el control físico.

Dos jugadores pueden participar en un diálogo de gestos y sonido, interpretando cada uno el movimiento del otro y respondiendo a él en un contexto estético. Con el fin de desarrollar las competencias de observación, así como la interactividad, un jugador puede tratar de imitar los movimientos y sonidos creados por el otro.

*Throw and Catch**

Objetivos:

Desarrollar y practicar las destrezas de enviar y recibir en respuesta a un estímulo auditivo.

Este juego sirve para desarrollar las destrezas de coordinación óculomaneal y las competencias de escucha.

Estimula la anticipación, la concentración y promueve unos buenos tiempos de reacción.

Propósito del juego:

Lanzar una pelota a otro jugador y coger la devuelta por él (véase la Fig. 36). La pelota no puede lanzarse hasta que el haz no produzca sonido alguno. El juego debe desarrollarse con la mayor rapidez posible.

Cuando la pelota pasa entre los dos jugadores, se activa el *Soundbeam*. En el nivel más sencillo, los jugadores deben coger la pelota, esperar a que se haga el silencio y devolverla a continuación. El tiempo de activación del sonido puede modificarse para adaptarlo a los jugadores. Un tiempo más largo se adapta mejor a los principiantes, mientras que los niños mayores pueden seguir un ritmo más rápido.

El juego básico puede extenderse como actividad de equipo y ajustarse su objetivo para adaptarlo a la competencia y habilidad de los jugadores. Por ejemplo, un niño puede tener que realizar una actividad como poner la pelota a sus pies o correr hasta tocar la pared antes de que cese el sonido. Un objetivo diferente sería mantener un sonido continuo o competir con otro equipo.

* "Lanzar y coger". (N. del T.)



Figura 36. “Disimulando”

Evaluación

Los juegos que sólo utilizaban la tecnología *Soundbeam* (*Throw and Catch, Roamer, Speed, Navigator, Stepping Stones*) pusieron de manifiesto el éxito de la transferencia de ciertos aspectos del enfoque de la terapia de sonido de la educación de niños con necesidades especiales a la educación general. La tecnología del sensor demostró sus posibilidades de reforzar los gestos expresivos, y podría desarrollarse y perfeccionarse aún más, de manera que este refuerzo fuese mucho mayor.

El establecimiento de un vínculo físico y cognitivo entre el gesto físico con la expresión simultánea mediante el sonido ha introducido éste en una serie de áreas curriculares, como arte, escritura, danza, dramatización y música, para las que supone un valioso complemento, y en los campos imaginativos y expresivos. En un ambiente educativo centrado en el niño, estos desarrollos han aumentado las oportunidades de que los alumnos asuman el control de su aprendizaje. Los niños han utilizado el control directo que tienen entre el sonido y el movimiento para desarrollar su trabajo creativo tanto individualmente como en colaboración.

A las edades de 4 a 8 años, que constituían el centro de interés de este proyecto, los niños evolucionan rápidamente en muchas áreas, en especial el control motor, la conciencia espacial, la interactividad, las destrezas de aprendizaje, los tiempos de reacción, la colaboración y el potencial expresivo. El proyecto CARESS ha demostrado que, en todas estas áreas, el uso de la tec-