

Apoyando las terapias de coordinación motriz de niños con autismo a través de videojuegos serios basados en movimiento

Karina Caro, Ana I. Martínez-García, Mónica Tentori
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE
Departamento de Ciencias de la Computación
Ensenada, Baja California, México
karicar@icese.edu.mx, {martinea, mtentori}@icese.mx

Resumen—Los niños con autismo presentan problemas de coordinación motriz, lo cual puede impactar en el desempeño en actividades de la vida diaria. La terapia física apoya a los niños con autismo a desarrollar diferentes habilidades que involucran coordinación motriz. Sin embargo, conducir una terapia física con éxito es difícil, debido a que los niños con autismo presentan problemas de atención que pueden obstaculizar el desempeño correcto de los ejercicios de coordinación motriz. Los videojuegos basados en movimiento pueden ser una herramienta útil para apoyar este tipo de intervenciones, ya que combinan tecnología con ejercicio físico, y pueden ayudar a la terapeuta, a llamar la atención del niño para que realice la tarea motriz que se le presente. En este trabajo de investigación se muestran los resultados cualitativos de la evaluación de cuatro sesiones de uso de un videojuego basado en movimiento con 8 niños con autismo y 3 terapeutas. En general, las terapeutas percibieron el videojuego basado en movimiento como “fácil de usar, útil, divertido y entretenido”.

Palabras clave— terapias de coordinación motriz; videojuegos basados en movimiento; autismo; niños.

I. INTRODUCCIÓN

El autismo es un trastorno del desarrollo que se caracteriza por deficiencias en la comunicación y en la interacción social recíproca, así como por conductas repetitivas [1]. Los niños con autismo tienen un rango restringido de intereses, es decir, es difícil atraer su atención en actividades que no forman parte de esos intereses. Además, algunas deficiencias en la coordinación motriz son frecuentes en el autismo [2], [3]. Los problemas de coordinación motriz pueden incluir dificultades en la planeación motriz; deficiencias en la coordinación viso-motriz gruesa y fina, la cual se define como los movimientos coordinados entre el cuerpo y la vista. Adicionalmente, pueden presentar problemas en la percepción viso-espacial, es decir en la habilidad para navegar entre espacios, (e.g., distancias, ubicación, profundidad); y discernir entre información relevante; (e.g., identificar objetos en diferentes espacios) [4]; entre otros. La falta de coordinación motriz puede limitar la capacidad de un niño con autismo a desarrollar las habilidades motrices necesarias para el desenvolvimiento en la vida diaria. Las habilidades motrices son utilizadas comúnmente como una medida de la calidad de vida de un individuo, debido a que son fundamentales para la independencia de éste [5].

Un tipo de intervención para apoyar la coordinación motriz de los niños con autismo es la terapia física, la cual demanda a

los niños practicar diferentes ejercicios motrices (e.g., lanzar objetos, practicar un movimiento de brazos y/o piernas) a través de la repetición y siguiendo una guía paso a paso proporcionada por los especialistas clínicos (e.g., terapeuta físico) [6]. El objetivo de la terapia física es lograr con el tiempo la retención de las habilidades que involucran coordinación motriz [7]. Sin embargo, la realización de una terapia física con éxito es difícil, los problemas de atención que los niños con autismo pueden presentar, pueden ser una complicación para que la terapeuta estimule al niño a realizar los ejercicios correctamente. Además, la repetición de los ejercicios motrices puede resultar aburrida para los niños [8].

Una posible alternativa para potenciar estas intervenciones motrices son los videojuegos serios basados en movimiento. Los videojuegos serios basados en movimiento combinan conceptos de juego con tecnología, utilizando interfaces computacionales que requieren que el usuario realice ejercicio físico (lo que permite que el usuario pueda practicar habilidades motrices) [9] y donde el entretenimiento no es el objetivo principal (e.g., juegos para promover la salud) [10]. Se ha demostrado que los videojuegos serios basados en movimiento pueden ser una buena herramienta para utilizarse en intervenciones terapéuticas, ya que pueden apoyar a las terapeutas a que el niño se mantenga atento a la tarea motriz que se le presente [11]. Además, la literatura reporta que esta tecnología puede ser una herramienta útil para que los niños practiquen habilidades motrices [12]–[14]. En este trabajo se presentan los resultados cualitativos de la evaluación de un videojuego serio basado en movimiento para apoyar las terapias motrices de los niños con autismo y se concluye con algunas lecciones aprendidas durante la evaluación.

II. TRABAJO RELACIONADO

En la literatura, varios trabajos sobre videojuegos basados en movimiento se han enfocado a la promoción de la actividad física (e.g., Move2Play [15]), y a la rehabilitación motriz (e.g., Arrow Attack [16]) en apoyo de diferentes poblaciones (e.g., adultos mayores [17], pacientes con accidentes cerebrovasculares [16]). La investigación respecto a videojuegos basados en movimiento en apoyo a niños con problemas de motricidad incluye niños con parálisis cerebral [18]–[20]. Estos trabajos muestran que el uso de videojuegos serios basados en movimiento beneficia la actividad física, lo cual puede tener un impacto en la salud [21] y en la

rehabilitación de las habilidades motrices [16]. Sin embargo, abren preguntas respecto a si estos videojuegos pueden ser utilizados para apoyar las terapias de coordinación motriz de los niños con autismo. Son pocos los estudios que se han dedicado a desarrollar videojuegos basados en movimiento en apoyo a la motricidad de niños con autismo. Por ejemplo *Astrojumper* [12] es un videojuego basado en movimiento para motivar a los niños con autismo a ejercitarse y practicar habilidades motrices. Finkelstein *et al.*, muestran el diseño del videojuego pero no especifican las necesidades particulares que tienen que ser abordadas para ser dirigido a niños con autismo, además, no presentan la evaluación del videojuego (*e.g.*, evaluación de laboratorio o evaluación in situ). Por lo tanto, no se ha demostrado la utilidad o la posible adopción de los videojuegos basados en movimiento en esta población. Por lo anterior, más estudios son necesarios para mostrar la utilidad y la viabilidad del uso de videojuegos basados en movimiento para apoyar las terapias de coordinación motriz de los niños con autismo.

III. ENTENDIENDO COMO APOYAR A LAS TERAPIAS DE COORDINACIÓN MOTRIZ DE LOS NIÑOS CON PROBLEMAS DE MOTRICIDAD

Se realizaron tres estudios de caso en el Centro de Rehabilitación Integral de Ensenada, B.C., en una clínica de rehabilitación motriz de Ensenada, B.C., y en el Instituto Nacional de Rehabilitación de la ciudad de México, con el objetivo de entender las intervenciones terapéuticas para apoyar a niños con problemas de motricidad así como las necesidades específicas de esta población. Se utilizaron métodos de recolección de datos tales como entrevistas semi-estructuradas [22] (n=23) a especialistas clínicos en rehabilitación motriz (*e.g.*, terapeutas físicos, terapeutas ocupacionales, psicólogos, etc.) y padres de familia. Además, se llevó a cabo observación estructurada no participativa [22] (t=15:30 horas) a terapias de apoyo a la coordinación motriz de niños con problemas de motricidad (*i.e.*, terapias físicas, sensoriales, ocupacionales y cognitivas) con el objetivo de facilitar el entendimiento de las intervenciones. El análisis de los datos se realizó por medio de un diagrama de afinidad, el cual es un método de categorización en el que se clasifican varios conceptos en diversas categorías. Para llevar a cabo el diagrama de afinidad se utilizaron técnicas cualitativas como codificación abierta y axial [23]. Como resultado del análisis de los datos y con base a las características de las terapias para niños con problemas de motricidad (ver [24]), así como a la experiencia previa de los expertos clínicos respecto a utilizar sistemas especializados disponibles en la clínica para medir diferentes parámetros de movimiento, se encontraron las siguientes consideraciones para el diseño de videojuegos basados en movimiento en apoyo a las terapias motrices de niños con problemas de motricidad:

1) *Estímulos*. Cada nivel del videojuego debe de ser simple y con instrucciones claras, comenzando con pocos estímulos (*e.g.*, visuales, auditivos) que incrementen a través de los niveles siguientes, una vez que los niños hayan dominado los ejercicios motrices solicitados por el videojuego.

2) *Duración de niveles*. Cada nivel debe tener una duración de tiempo corta y debe otorgar descansos a los niños cuando sea apropiado. Los niveles deben de estar diseñados en términos de repeticiones de los ejercicios motrices.

3) *Configuración*. El videojuego basado en movimiento debe ser fácil de configurar y no debe mostrar complicaciones al rastrear los movimientos del niño.

4) *Dirigido por objetivos*. El videojuego basado en movimiento debe estar dirigido por objetivos, el diseño debe estar basado en la edad de desarrollo de cada niño, en lugar de la edad cronológica.

5) *Integración corporal*. Es importante promover la integración corporal mediante el videojuego con el objetivo de ayudar a los niños a estructurar su esquema corporal, incrementar su conciencia corporal y motivar a los niños a utilizar las diferentes partes del cuerpo cuando realizan ejercicios de coordinación motriz.

Estas consideraciones fueron obtenidas para el diseño de videojuegos que fomenten movimiento en apoyo a las terapias de niños con problemas de motricidad en general, sin hacer énfasis en una población en particular. Sin embargo, los psicólogos expertos encargados del tratamiento de los niños con autismo participantes en el proyecto, estuvieron de acuerdo con éstas, resaltando la importancia de tener instrucciones claras, pocos estímulos, y metas u objetivos cortos que no demanden mucha atención por parte del niño.

IV. FROGGYBOBBY

De acuerdo con las consideraciones anteriores y siguiendo una metodología iterativa centrada en el usuario, se diseñó e implementó FroggyBobby, un videojuego basado en movimiento para niños con problemas de motricidad [25]. FroggyBobby demanda que los niños controlen el avatar de una rana mientras practican diferentes ejercicios de coordinación motriz con cada brazo. La dinámica básica de FroggyBobby demanda a los niños mover su brazo izquierdo o derecho de arriba hacia abajo, de una manera lateral o cruzada. Para utilizar FroggyBobby, los niños tienen que mover su brazo (ya sea izquierdo o derecho según el nivel del videojuego) de forma coordinada para alcanzar un botón de inicio (Figura 1a) y llevarlo hasta un botón de fin (Figura 1b), mientras atrapan moscas que aparecen en el trayecto a seguir en la pantalla. FroggyBobby utiliza Kinect para la detección de los movimientos y fue implementado utilizando el lenguaje C# mediante el marco de trabajo Microsoft XNA.

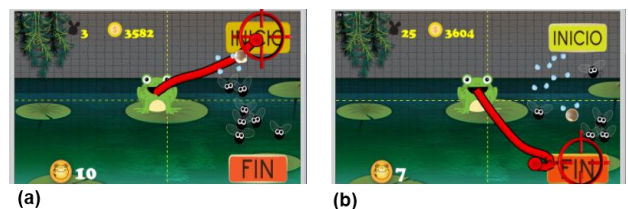


Figura 1: Interfaz gráfica del primer nivel de FroggyBobby.

A. Evaluación

Para evaluar cómo FroggyBobby puede apoyar a las terapias durante las terapias de coordinación motriz de niños con autismo, se llevó a cabo una evaluación de cuatro sesiones de juego con 8 niños con autismo de baja funcionalidad que presentan problemas de coordinación motriz y con 3 terapeutas que son responsables del cuidado de niños con autismo en una clínica especializada en Tijuana, Baja California, México. Los

niños utilizaron FroggyBobby aproximadamente 10 minutos por sesión, dos veces por semana. Se aplicaron entrevistas semi-estructuradas semanales a las terapeutas para cuestionar sobre la utilidad de la herramienta como apoyo a la terapia, incluyendo el avance y desempeño de los niños durante el juego. Además, se observaron cada una de las sesiones de los niños mientras jugaban FroggyBobby. El análisis de los datos se realizó por medio de un diagrama de afinidad utilizando codificación abierta y axial [23].

B. Resultados

FroggyBobby fue percibido por las terapeutas como “*fácil de usar, divertido y entretenido*”. En general percibieron el videojuego como una “*herramienta útil*” que facilita el trabajo durante la ejecución de las terapias con los niños con autismo de baja funcionalidad. Los resultados que se muestran a continuación fueron obtenidos con respecto al análisis desde la perspectiva de apoyo a la terapeuta. Los resultados respecto al impacto de FroggyBobby en los niños, quedan fuera del alcance de este artículo.

1) *Atención y motivación*. Un problema que enfrenta la terapeuta durante las sesiones de terapia, es lograr la atención del niño y mantenerlos motivados. Se encontró que con el apoyo de FroggyBobby los niños mantuvieron su atención en la terapia desde la primera sesión de uso. Los niños fueron capaces de alternar su atención entre los estímulos disponibles en la pantalla y los ejercicios motrices que practicaban utilizando FroggyBobby, manteniéndose motivados durante toda la sesión. En este sentido las terapeutas percibieron algunos comportamientos tales como gestos (*e.g.*, apuntar a la pantalla) y sonidos guturales, que los niños utilizaron como “*estrategias de comunicación*” para indicarles a las terapeutas que querían seguir jugando el juego, después de que ellos terminaban de realizar todas las repeticiones de los ejercicios de coordinación motriz con FroggyBobby.

2) *Efectos en la terapia*. Regularmente, durante una sesión de terapia, las terapeutas tienen que brindar ayuda en la realización de cada ejercicio a todos los niños. Con FroggyBobby las ayudas fueron principalmente físicas (*e.g.*, tomar los brazos de los niños para llevarlos hacia los botones), verbales (*e.g.*, brindar una instrucción verbal para que el niño termine o continúe el ejercicio motriz) y posicionales (*e.g.*, indicar en la proyección el botón que el niño tiene que alcanzar) y variaron de niño a niño. En comparación con una terapia convencional se encontró que el número de ayudas disminuyó a través de las sesiones de juego, especialmente las ayudas físicas, lo que permitió a la terapeuta estar más enfocada a la ejecución del ejercicio motriz que el niño estaba realizando. Por ejemplo, en la primera sesión de juego, las terapeutas brindaron ayuda física y verbal a todos los niños. Después de algunas sesiones, las terapeutas brindaron ayuda verbal a la mayoría de los niños, sin embargo, la ayuda completamente física (*i.e.*, durante toda la sesión de juego) fue proporcionada solo a dos de los ocho niños participantes.

Una tendencia similar sucedió con las recompensas verbales dadas por las terapeutas. Al inicio, en cada sesión de juego, las terapeutas brindaron recompensas verbales a los niños (*e.g.*,

“*Excelente*”, “*Muy buen trabajo*”) después de que los niños terminaban una repetición. Para la tercera y cuarta sesión, las terapeutas sólo brindaron recompensas al término de las 10 repeticiones para cada ejercicio motriz al término de cada nivel. Esto es, las terapeutas aprovecharon la motivación y atención que los niños manifestaron con FroggyBobby para disminuir la cantidad de recompensas que brindaban a los niños para reforzar su comportamiento. El nivel de recompensas puede variar dependiendo de las necesidades de cada niño; por ejemplo, algunos necesitaron recompensas verbales después de cada repetición pero otros sólo las requirieron al terminar el nivel (al terminar 10 repeticiones). Estos resultados resaltan la importancia de diseñar niveles configurables de recompensas, permitiendo que las terapeutas los adapten de acuerdo a las características de cada niño, así como de su progreso en las terapias, al igual que lo hace en una terapia convencional.

Además, se encontró que a pesar de que FroggyBobby brinda recompensa verbal cada vez que el niño termina un nivel, las terapeutas también brindaban la recompensa verbal a los niños. Esto puede indicar que la recompensa por parte de la terapeuta es importante y no puede ser reemplazada por la de los videojuegos.

En general, FroggyBobby fue bien aceptado y las terapeutas percibieron un impacto en la atención, motivación y en el funcionamiento motor del niño, lo que les permitió dirigir mejor la sesión de terapia. FroggyBobby sirvió como una herramienta de soporte que aprovechó las prácticas actuales alrededor de las intervenciones terapéuticas para apoyar la práctica de ejercicios de coordinación motriz y la atención de los niños con autismo.

V. LECCIONES APRENDIDAS Y TRABAJO A FUTURO

De los resultados de la evaluación de FroggyBobby como apoyo a las terapias de coordinación motriz de los niños con autismo de baja funcionalidad, se obtuvieron las siguientes lecciones aprendidas, que son consideradas como trabajo a futuro del presente trabajo:

1) *Integración de herramientas de captura automática*. Es necesario que FroggyBobby se integre con una herramienta de captura automática para apoyar el análisis del desempeño del niño durante la terapia. A pesar de que las terapeutas percibieron que los tipos de ayuda que ellas brindaron disminuyeron a lo largo de las 4 sesiones de uso, comentaron que sería de utilidad contar con un apartado donde las terapeutas puedan ingresar fácilmente el tipo de ayuda que el niño está requiriendo en determinado momento de una manera fácil (*e.g.*, seleccionar un botón de entre varios para establecer el tipo de ayuda). Así el videojuego puede obtener reportes (*e.g.*, por sesión, por semana, etc.) del número de ayudas que el niño requirió en el periodo seleccionado. Además, el videojuego debe guardar el movimiento que el niño está ejecutando, es decir, las coordenadas en la pantalla de cómo se va moviendo el brazo del niño. De esta manera, el videojuego puede mostrar una comparación entre el movimiento solicitado en contraste con el movimiento que el niño realizó, permitiendo a las terapeutas obtener reportes de este desempeño en un determinado periodo de tiempo y facilitando así el análisis del progreso del niño.

2) *Integración de herramientas de configuración.* La duración de cada nivel de FroggyBobby está dada por el número de repeticiones estándar que los terapeutas usan en las terapias de coordinación motriz (*i.e.*, 10 repeticiones). Sin embargo, se encontró que sería de utilidad que el videojuego tenga un apartado donde las terapeutas puedan configurar el número de repeticiones que el niño tiene que realizar con cada nivel, ya que algunos niños pueden necesitar ejecutar más de 10 repeticiones para dominar el ejercicio. Además, una característica de utilidad para las terapias de coordinación motriz es que el videojuego permita a las terapeutas definir la posición de los botones de “*inicio*” y “*fin*”, es decir, definir el trazo que el niño tiene que realizar mediante el movimiento motriz de sus brazos. Por otra parte, la herramienta de configuración también debe permitir que las terapeutas configuren las recompensas que cada niño obtiene, personalizando cada cuánto una recompensa es lanzada (*e.g.*, al final de cada repetición o al final de cada nivel) así como el tipo de recompensa que desean otorgar al niño (*e.g.*, música, imagen o voz).

VI. CONCLUSIÓN

Este artículo presenta los resultados cualitativos, respecto al apoyo de la terapeuta, de la evaluación de FroggyBobby, un videojuego basado en movimiento en apoyo a las terapias de niños con problemas de motricidad. Los resultados de la evaluación mostraron que FroggyBobby es una herramienta que facilita a las terapeutas dirigir las terapias de coordinación, entre otros aspectos. El número de ayudas otorgadas por las terapeutas a los niños tendieron a disminuir a través de las sesiones de uso, influenciando la manera en que los niños realizaban los ejercicios de coordinación motriz y permitiendo a la terapeuta enfocarse en la ejecución del ejercicio motriz del niño. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un estudio de evaluación de mayor duración para corroborar y extender estos resultados cualitativos, y ver si los mismos comportamientos son observados en datos cuantitativos.

REFERENCIAS

- [1] J. Richler, S. L. Bishop, J. R. Kleinke, and C. Lord, “Restricted and repetitive behaviors in young children with autism spectrum disorders,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 37, no. 1, pp. 73–85, Jan. 2007.
- [2] K. a Fournier, C. J. Hass, S. K. Naik, N. Lodha, and J. H. Cauraugh, “Motor coordination in autism spectrum disorders: a synthesis and meta-analysis,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 40, no. 10, pp. 1227–40, Oct. 2010.
- [3] K. L. Staples and G. Reid, “Fundamental movement skills and autism spectrum disorders,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 40, no. 2, pp. 209–17, Feb. 2010.
- [4] C. Dyspraxia/DCD Association, “Developmental coordination disorder. Practical tips for parents,” *Asoc. Kulunka Elkartea*, 2003.
- [5] E. Jasmin, M. Couture, P. McKinley, G. Reid, E. Fombonne, and E. Gisel, “Sensori-motor and daily living skills of preschool children with autism spectrum disorders,” *J. Autism Dev. Disord.*, vol. 39, no. 2, pp. 231–41, Feb. 2009.
- [6] S. E. Henderson and L. Henderson, “Toward an understanding of developmental coordination disorder: terminological and diagnostic issues,” *Neural Plast.*, vol. 10, no. 1–2, pp. 1–13, Jan. 2003.
- [7] S. Hillier, “Intervention for Children with Developmental Coordination Disorder: A Systematic Review,” *J. Allied Health*, vol. 5, no. 3, 2007.
- [8] K. Asonitou, D. Koutsouki, T. Kourtessis, and S. Charitou, “Motor and cognitive performance differences between children with and without developmental coordination disorder (DCD),” *Res. Dev. Disabil.*, vol. 33, no. 4, pp. 996–1005, 2012.
- [9] J. Sinclair, P. Hingston, and M. Masek, “Considerations for the design of exergames,” in *Proceedings of the 5th international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australia and Southeast Asia*, 2007, vol. 1, no. 212, pp. 289–296.
- [10] S. Göbel, S. Hardy, V. Wendel, F. Mehm, and R. Steinmetz, “Serious Games for Health – Personalized Exergames,” in *Proceedings of the international conference on Multimedia*, 2010, pp. 1663–1666.
- [11] D. H. Goh, R. P. Ang, and H. C. Tan, “Strategies for designing effective psychotherapeutic gaming interventions for children and adolescents,” *Comput. Human Behav.*, vol. 24, no. 5, pp. 2217–2235, Sep. 2008.
- [12] S. L. Finkelstein, A. Nickel, and E. A. Suma, “Astrojumper: Designing a Virtual Reality Exergame to Motivate Children with Autism to Exercise,” in *Virtual Reality Conference*, 2010, pp. 267–268.
- [13] Y. Gao and R. L. Mandryk, “The Acute Cognitive Benefits of Casual Exergame Play,” in *Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems*, 2012, pp. 1863–1872.
- [14] K. H. Leo and B. Y. Tan, “User-tracking Mobile Floor Projection Virtual Reality Game System for Paediatric Gait & Dynamic Balance Training,” in *Proceedings of the 4th International Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology*, 2010, pp. 25:1–25:4.
- [15] P. Bielik, M. Tomlein, and M. Barla, “Move2Play: An Innovative Approach to Encouraging People to Be More Physically Active Categories and Subject Descriptors,” in *International Health Informatics Symposium*, 2012, pp. 61–70.
- [16] J. W. Burke, M. D. J. McNeill, D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie, and S. M. McDonough, “Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games,” *Vis. Comput.*, vol. 25, no. 12, pp. 1085–1099, Aug. 2009.
- [17] T. Tsai, H. Chang, G. Huang, and C. Chang, “WaterBall: The Exergaming Design for Rehabilitation of the Elderly,” *Comput. Des. Appl.*, vol. 9, no. 4, pp. 481–489, 2012.
- [18] J. E. Deutsch, M. Borbely, J. Filler, K. Huhn, and P. Guarrera-Bowlby, “Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy,” *Phys. Ther.*, vol. 88, no. 10, pp. 1196–207, Oct. 2008.
- [19] A. Dunne, S. Do-Lenh, G. O’ Laighin, C. Shen, and P. Bonato, “Upper extremity rehabilitation of children with cerebral palsy using accelerometer feedback on a multitouch display,” in *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.*, 2010, vol. 2010, pp. 1751–4.
- [20] H. A. Hernandez, T. C. N. Graham, D. Fehlings, L. Switzer, Z. Ye, Q. Bellay, A. Hamza, C. Savery, and T. Stach, “Design of an Exergaming Station for Children with Cerebral Palsy,” in *Human Factors in Computing Systems*, 2012, pp. 2619–2628.
- [21] J. Yim and T. C. N. Graham, “Using Games to Increase Exercise Motivation,” in *Future Play*, 2007, pp. 166–173.
- [22] H. Mintzberg, “Structured Observation as a Method to Study Managerial Work,” *J. Manag. Stud.*, vol. 7, no. 1, pp. 87–104, 1970.
- [23] A. Strauss and J. Corbin, *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for developing grounded theory.*, Segunda ed. SAGE Publications, 1998, p. 312.
- [24] K. Caro, A. I. Martínez-García, M. Tentori, L. F. Cibrian, L. Escobedo, and C. Ramírez, “Diseño de un videojuego serio basado en movimiento para niños con el Trastorno del Desarrollo de la Coordinación,” in *Taller de Computación Clínica e Informática Médica, CCIM 2013 en ENC 2013, Mexican International Conference on Computer Science.*, 2013.
- [25] K. Caro, I. Zavala-Ibarra, A. I. Martínez-García, and M. Tentori, “FroggyBobby: an exergame to support children with motor problems practicing gross motor skills during therapeutic interventions,” *J. Comput. Hum. Behav.*, p. Submitted, 2014.