

Selección de técnicas de usabilidad en niños y su aplicación en la evaluación del cinturón de seguridad en vehículos de transporte escolar

Selection of techniques of usability in children and its application in the evaluation of the safety seatbelt on school transport vehicles

108

Artículo recibido 05/06/2013 aprobado 21/10/2014
ICONOFACTO VOL. 10 N° 15 / PÁGINAS 108 - 130

Autor: Ovidio Rincón Becerra

Diseñador industrial de la Pontificia Universidad Javeriana (1999), Especialista en Ergonomía de la Universidad El Bosque (2005) y Magíster en Salud y Seguridad en el Trabajo de la Universidad Nacional de Colombia (2015). Es profesor asistente del Departamento de Diseño en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana, y actualmente es líder del grupo de investigación Diseño, Ergonomía e Innovación. Autor del libro *Ergonomía y procesos de diseño* (2010). Adicionalmente, se ha desempeñado como asesor en ergonomía y riesgos profesionales, en empresas de diferentes sectores productivos y de servicios. E-mail: rincono@javeriana.edu.co

Autor: Carolina Daza Beltrán

Diseñadora industrial de la Pontificia Universidad Javeriana (2001) y Magíster en Mercado de la Universidad de los Andes (2011). Es profesora asistente del Departamento de Diseño en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana, actualmente coordina el Laboratorio de Pruebas de Producto y Usabilidad y es integrante del grupo de investigación Diseño, Ergonomía e Innovación, en el que ha participado en proyectos relacionados con la integración de la ergonomía con aspectos ambientales, seguridad en transporte escolar y usabilidad. E-mail: dazac@javeriana.edu.co

Autor: Martha Lucía Bernal Castro

Diseñadora industrial de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (1990), especialista en Gerencia en Calidad de Productos y Servicios de la Universidad Libre (2004) y magíster en Relaciones Internacionales de la Pontificia Universidad Javeriana (2010). Es profesora asistente del Departamento de Diseño en la Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana y es integrante del grupo de investigación Diseño, Ergonomía e Innovación, en el que ha participado en proyectos dentro del campo del transporte, relacionados con la seguridad, comodidad y usabilidad principalmente en población infantil. E-mail: marthabernal@javeriana.edu.co

Resumen La realización de pruebas de usabilidad con niños ha tenido un desarrollo más limitado que con usuarios adultos, al concentrarse en la valoración de productos asociados al entretenimiento y a actividades educativas, pero escasamente se han desarrollado *tests* en productos relacionados con la seguridad. En este artículo se presenta un proceso para seleccionar técnicas de usabilidad que pueden desarrollarse con niños, y se orienta sobre su aplicación en la evaluación de cinturones de seguridad empleados en vehículos de transporte escolar. Como resultado se introduce un modelo del proceso y algunos lineamientos para la selección de las técnicas y el diseño de las pruebas, a partir de las etapas de desarrollo de los niños, y de los indicadores por evaluar durante el proyecto.

Palabras clave Usabilidad, niños, diseño colaborativo, sistemas de retención infantil, objetos mediadores.

Abstract Usability testing on children has had a more limited development than with adult users, by focusing on the assessment of products associated with entertainment and educational activities, but barely have tests been developed on security-related products. This article presents a process for selecting techniques of usability that may be developed with children, and focuses on its application in the evaluation of safety seatbelts used on school transport vehicles. As a result, a model of the process and some guidelines for the selection of techniques and design of the tests from the stages of development of children and of the indicators needed to evaluate the project are introduced.

Key Words Usability, children, collaborative design, systems of child restraint, mediating objects.

Introducción

La participación de los niños en los procesos de diseño

En la actualidad, el ejercicio del diseño es entendido como una actividad cooperativa y multidisciplinaria en la que participan personas con diferentes enfoques e intereses, tanto del área proyectual (diseñadores, ingenieros, arquitectos) como desde la óptica de los usuarios, no solamente como actores pasivos (por ejemplo, en la observación del comportamiento), sino de forma activa en el desarrollo de los proyectos. La participación de los niños dentro de los procesos de diseño presenta consideraciones especiales, relacionadas con las diferencias de sus capacidades y formas de entender el mundo.

Druin (2002) establece que en los procesos de diseño, los niños pueden jugar diferentes roles, ya sea como usuarios, evaluadores, informantes y co-diseñadores. En la participación de los niños como *usuarios*, los métodos de investigación utilizados son similares a los que se trabajan con los adultos, aunque existe la necesidad de adaptar las técnicas de acuerdo con la edad, habilidades sociales y cognitivas. Los niños menores de cuatro años tienen más dificultades para verbalizar sus pensamientos, especialmente los relacionados con los conceptos abstractos (Druin, 2002), así como pocas habilidades de lecto-escritura (Markopoulos & Bekker, 2003a). Por lo tanto, los métodos de indagación aplicados no deben fundamentarse solamente en manifestaciones verbales o escritas. En grupos de mayor edad se pueden aplicar técnicas de encuesta sobre los gustos y dificultades, que ayudan a aclarar las motivaciones de los niños e identificar sus reacciones específicas. La participación como *evaluadores* en pruebas realizadas a modelos y prototipos, permite entender patrones de actividad, gustos y aversiones.

En el rol de los niños como *informantes*, se aplican técnicas de observación que permiten inferir requerimientos de diseño a partir de sus acciones, al interactuar con productos existentes. Al participar como *co-diseñadores*, uno de los objetivos más importantes es "la elaboración de la idea" y la definición de la ruta conceptual del proyecto, cuando se busca, a través de técnicas de trabajo colaborativo, que al comunicar una idea dentro del

En la participación de los niños como usuarios, los métodos de investigación utilizados son similares a los que se trabajan con los adultos, aunque existe la necesidad de adaptar las técnicas de acuerdo con la edad, habilidades sociales y cognitivas.

equipo se desencadenen nuevas direcciones del proyecto. Aunque los niveles de participación sean diferentes para los distintos roles, todos ellos incluyen actividades con los niños participando como evaluadores (Barendregt, Bekker, Bouwhuis, & Baauw, 2007).

La evaluación de usabilidad en los niños

El concepto más difundido de usabilidad es “el alcance al que puede llegar un producto al ser utilizado por unos usuarios específicos para conseguir ciertas metas con eficiencia, efectividad y satisfacción en un contexto de uso concreto” (ISO, 1998). La evaluación de la usabilidad puede presentar diferentes aproximaciones de acuerdo con el producto o sistema sobre el que se esté trabajando, por lo que sus indicadores son variables y deben ajustarse para cada situación. Barendregt, Bekker & Baauw (2007) proponen dos enfoques para agrupar las evaluaciones de usabilidad de acuerdo con el tipo de indicadores: el *sumativo* y el *formativo*. Las evaluaciones *sumativas* se hacen con indicadores contruidos sobre atributos de la usabilidad (efectividad, facilidad de aprendizaje, tiempo de ejecución de un procedimiento, entre otros). Las evaluaciones *formativas* se concentran en identificar aspectos críticos, y también, según Hertzum y Jacobson (citados por Barendregt, Bekker, & Baauw, 2007) en detectar todos los aspectos del producto que puedan generar problemas para los usuarios, con el propósito de mejorarlo.

Las aproximaciones convencionales hacia la evaluación de la usabilidad no siempre son aplicables en los niños, debido a las diferencias con los adultos en el manejo del lenguaje (Lueder & Rice, 2008), así como por el carácter que los identifica, inquieto y poco dispuesto a tener reglas definidas (Large & Beheshti, 2001a). Es normal que los niños actúen, en lugar de enfrentar directamente el tema con una discusión, como lo harían los adultos. Este comportamiento se malinterpreta con frecuencia, al considerar que los niños tienen su atención limitada, están desinteresados en cooperar o presentan actitudes destructivas (Druin, 2002). Además, los métodos de usabilidad desarrollados para la participación de personas adultas ignoran características de los niños, como la timidez y las limitaciones en el lenguaje verbal y en las habilidades sociales (Baek & Lee, 2008).

Markopoulos y Bekker (2003b) reseñan la importancia de desarrollar investigaciones que profundicen en aspectos metodológicos del desarrollo de pruebas de usabilidad en los niños, y presentan un marco de referencia para evaluar la aplicación de diferentes técnicas, en relación con la capacidad para verbalizar y concentrarse, la motivación del niño, su habilidad para ajustarse a ambientes extraños, la confiabilidad del autoreporte, su habilidad para el pensamiento lógico y abstracto, las diferencias de género y el conocimiento y conceptos del lenguaje. Las principales conclusiones se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Consideraciones para aplicar pruebas de usabilidad en niños.

- a. La captura de información sobre los problemas de usabilidad puede estar influenciada por las capacidades de verbalización y de poder pensar “en voz alta”, lo que se dificulta en niños menores de 12 años.
- b. Los niños tienen la capacidad de concentrarse en tareas simples o de seguimiento, con tiempos cercanos a los 30 minutos de duración, aunque si están divertidos, pueden tener ganas de continuar aún después de 45 minutos.
- c. Existe la tendencia en los niños por complacer a los adultos, en este caso al moderador de la prueba, lo que puede afectar los hallazgos de usabilidad de la misma.
- d. Los ambientes sociales (cotidianos) de los niños pueden tener distractores importantes durante el desarrollo de las pruebas de usabilidad.
- e. Aunque los comentarios de los niños generalmente son honestos, sus respuestas pueden ser altamente influenciadas por sus padres o por otros niños. Al aumentar la edad, van adquiriendo independencia de sus padres, pero buscan más la aprobación de sus padres.
- f. Los distintos niveles de desarrollo de pensamiento pueden tener incidencia en comprender instrucciones abstractas o realizar comparaciones de productos entre sí.
- g. Los niños desarrollan lentamente la habilidad para monitorear el progreso hacia una meta. Deben construir las habilidades para verificar las salidas de una tarea y aprender a direccionar sus intentos fallidos.
- h. Las diferencias entre niños y niñas en el desarrollo de las pruebas son más evidentes al aumentar la edad. A partir de los 9 años, las niñas tienen mayor facilidad para verbalizar y mayor capacidad de argumentación.
- i. Se requiere que en las pruebas se use un lenguaje apropiado, para asegurar la comprensión por parte de los niños.
- j. Se debe considerar la experiencia previa que el niño haya tenido con el sistema o producto que se esté evaluando.

Fuente: Cuadro desarrollado a partir de Markopoulos y Bekker (2003b).

Teniendo en cuenta que el concepto de usabilidad ha estado muy ligado al desarrollo de sistemas de información, las investigaciones realizadas con niños se han concentrado principalmente en el diseño de productos digitales, como *software*, sistemas interactivos para el aprendizaje, videojuegos y páginas web. Se han realizado pocos estudios en los que se presenten evaluaciones de usabilidad aplicadas en productos relacionados con la seguridad e integridad física, en las que los participantes hayan sido niños. Este artículo presenta algunos de los resultados de un proyecto desarrollado en el grupo de investigación *Diseño, Ergonomía e Innovación* del Departamento de Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana, el cual se orientó a establecer parámetros para seleccionar técnicas de usabilidad aplicables en niños, tomando como caso de estudio los sistemas de retención (SR) utilizados en vehículos de transporte escolar.

... las investigaciones realizadas con niños se han concentrado principalmente en el diseño de productos digitales, como *software*, sistemas interactivos para el aprendizaje, videojuegos y páginas web.

Método

1. Inventario de técnicas de usabilidad reportadas en artículos

Se realizó una búsqueda de artículos académicos en los que se publicaran resultados de pruebas de usabilidad desarrolladas con niños, al emplear la ecuación de búsqueda *usability and child* (en título y *abstract*). La búsqueda se efectuó en las bases de datos *Academic Search*, *Taylor and Francis*, *Science Direct*, *Scielo* y *Redalyc*, durante el primer semestre de 2013, y arrojó un total de 227 registros. Se realizó la depuración de los mismos, se eliminaron duplicados y se focalizó la atención en aquellos que presentaran casos de estudio de aplicación de técnicas de usabilidad, lo que permitió la selección de 34 artículos. En total, fueron identificadas 22 técnicas que se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Técnicas de usabilidad identificadas en la revisión de los artículos, aplicadas en niños.

| Técnica | Autores, aplicación y rango de edad |
|--|---|
| <i>Again Again Table</i> | Read (2007a), dispositivos de escritura (7-8 años), Read (2007b), <i>software</i> educativo (3-4 años) |
| Construcción de escenarios | Ruland, Starren & Vatne (2008), <i>software</i> educativo (9-11 años) |
| Cuestionario (Escala gráfica con caras) | Martin & Smith-Jackson (2008), instrucciones de juguetes (6-9 años), Read (2007a), dispositivos de escritura (6-9 años), Read (2007b), <i>software</i> educativo (3-4 años), Sim, MacFarlane & Read, (2006), <i>software</i> educativo (7-8 años) |
| Cuestionario (Escala tipo Likert) | Large, Beheshti, Clement, Tabatabaei & Tam (2009a), sitios web (10-13 años) |
| Cuestionario (Preguntas abiertas) | Prellwitz (2006a), accesibilidad en el hogar (7-15 años), Prellwitz & Skär (2007a), patios de recreo (7-12 años) |
| Cuestionario (Selección múltiple) | Prellwitz (2006b), accesibilidad en el hogar (7-15 años) |
| Entrevistas en profundidad | Helvacı oğlu & Olguntürk (2011), señalización (7-8 años), Kara, Aydin & Cagiltay (2012), juguetes (4-6 años), Prellwitz & Skär (2007b), patios de recreo (7-12 años), Quendler, Diskus, Pohl, Buchegger, Beranek & Boxberger (2009) dispositivos de seguridad en maquinaria agrícola (6-10 años), Raisamo, Patomäki, Hasu & Pasto (2007), juguetes para niños invidentes (12-13 años) |
| <i>Fun Sorter</i> | Read (2007a), dispositivos de escritura (7-8 años), Read (2007b), <i>software</i> educativo (3-4 años), Sim, MacFarlane & Read (2006), <i>software</i> educativo (7-8 años) |
| Grupo focal | Large & Beheshti (2001b), sitios web (10-13 años) Waterson, Evans & Moore (2012), señalización (5-10 años) |
| Identificación de problemas con tarjetas | Barendregt, Bekker & Baauw (2007), juegos PC (5-6 años) |
| <i>Infoblock</i> | Baek & Kun (2008), sitios web (10-12 años) |
| <i>Infotree</i> | Baek & Kun (2008), sitios web (10-12 años) |
| Juego de roles | Ruland, Starren & Vatne (2008), <i>software</i> educativo (9-11 años) |

| Técnica | Autores, aplicación y rango de edad |
|--|---|
| Método de escalamiento (<i>Laddering method</i>) | Zaman (2007), juegos PC (7-16 años) |
| Método DEVAN (<i>Detailed Video Analysis Method</i>) | Barendregt & Bekker (2006), juegos PC (5-8 años) |
| Método <i>KidReporter</i> | Bekker, Beusmans, Keyson & Lloyd (2003), sitios web (9-10 años) |
| Observación de la interacción | Bay & Ziefle (2005), teléfonos celulares (9-14 años), Kara, Aydin & Cagiltay (2012), juguetes (4-6 años), Large, Beheshti, Clement, Tabatabaei & Tam (2009b), sitios web (10-13 años), Martin & Smith-Jackson (2008), instrucciones de juguetes (6-9 años), Quendler, Diskus, Pohl, Buchegger, Beranek & Boxberger (2009), dispositivos de seguridad en maquinaria agrícola (6-10 años), Raisamo, Patomäki, Hasu & Pasto (2007), juguetes para niños invidentes (12-13 años), Reville & Medoff (2010), videojuegos TV (3-5 años), Sim, MacFarlane & Read (2006), <i>software</i> educativo (7-8 años), Ruland, Starren & Vatne (2008) <i>software</i> educativo (9-11 años) |
| Prototipado de baja fidelidad | Ruland, Starren & Vatne (2008) <i>software</i> educativo (9-11 años) |
| Técnicas proyectivas con historias | Waterson, Evans & Moore (2012), señalización (5-10 años) |
| Técnicas proyectivas con juguetes | Waterson, Evans & Moore (2012), señalización (5-10 años) |
| Pensamiento manifestado (<i>Think aloud</i>) | Martin & Smith-Jackson (2008), instrucciones de juguetes (6-9 años) |
| Tutoría entre pares (<i>Peer tutoring</i>) | Höysniemi, Hämäläinen & Turkki (2003), juegos PC (5-9 años) |

Fuente: elaboración propia.

2. Clasificación de técnicas de usabilidad

Las técnicas recopiladas se clasificaron por medio de tres criterios:

I. DE ACUERDO CON LOS INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE APLICACIÓN: a) Técnicas basadas en cuestionarios, b) Técnicas proyectivas, c) Técnicas basadas en la observación de la interacción, d) Técnicas de indagación verbal, e) Técnicas de comprensión del proceso cognitivo y f) Técnicas basadas en el uso de objetos mediadores.

II. DE ACUERDO CON LOS INDICADORES DE USABILIDAD:

a. Técnicas orientadas a identificar problemas de usabilidad (*enfoque formativo*). En este caso, los problemas de usabilidad se clasificaron en tres categorías: sensoriales, cognitivos y físicos (Barendregt, Bekker, & Baauw, 2007).

b. Técnicas orientadas a evaluar atributos de usabilidad (*enfoque sumativo*). Los atributos de usabilidad se clasificaron en cuantitativos (efectividad, eficiencia, frecuencia de uso, entre otros) y cualitativos (tales como satisfacción, diversión, percepción de facilidad de uso).

III. DE ACUERDO CON LA EDAD DE LOS NIÑOS:

Las técnicas se relacionaron con las edades de los participantes en los estudios revisados, lo que permite identificar resultados exitosos en diferentes grupos etarios, así como técnicas con un rango más amplio de aplicación.

116

3. Proceso de selección de las técnicas de usabilidad

En la planificación de las pruebas para evaluar la usabilidad de un producto o sistema, existen dos decisiones fundamentales: a) seleccionar la técnica apropiada según el objetivo del proyecto, el perfil de los participantes y los recursos disponibles, y b) definir los indicadores que se van a medir, de acuerdo con el objetivo y momento en que se realizan las pruebas (Rincón, 2010). El modelo del proceso propuesto para la selección de las técnicas de usabilidad en proyectos orientados a niños, se presenta en la figura 1.

Figura 1. Proceso de selección de las técnicas de usabilidad.



El proceso planteado presenta dos entradas de información principales:

1. El objetivo de las pruebas, formulado de acuerdo con el tipo de proyecto que se esté desarrollando y la etapa en la cual se encuentre. Si las pruebas se realizan en las primeras fases del proceso de diseño (pruebas exploratorias), su propósito es evaluar la coherencia de los *conceptos de diseño* propuestos con respecto a lo esperado por los usuarios. En las etapas intermedias (pruebas de valoración), el objetivo es evaluar interacciones concretas entre los usuarios y algunos modelos que representen la propuesta de diseño. En las etapas finales de los procesos de diseño, o cuando se está trabajando en la evaluación de productos existentes (pruebas de validación), las pruebas tienen como objetivo verificar el cumplimiento de los requerimientos de diseño o de una norma o parámetro establecido (Rubin, 1994). La definición del objetivo y del momento en que se desarrolle la prueba dentro del proceso de diseño, permite establecer su enfoque (centrado en detectar problemas o en medir los atributos de la usabilidad) y construir los indicadores pertinentes.
2. La edad de los participantes, que determina la etapa de desarrollo en la que se encuentre el niño, por medio de la búsqueda de que la técnica seleccionada sea coherente con sus características y capacidades. Markopoulos y Bekker (2003a), establecen cuatro etapas en el desarrollo de los niños, a partir de perspectivas emocionales, cognitivas, sociales, morales y de desarrollo del lenguaje, que permiten orientar procesos de diseño de productos. Estas se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Etapas de desarrollo de los niños relevantes en los procesos de diseño.

| Etapa | Rango de edad | Características generales |
|-------------------------------|----------------|---|
| Exploratoria y de dependencia | 0 a 2 años | Etapa de aprendizaje, exploración y descubrimiento. Disfrute de acciones sensorio-motoras y repetidas. Desarrollo de habilidades de coordinación fina y coordinación ojo-mano. Desarrollo de habilidades básicas del lenguaje. |
| Autonomía emergente | 3 a 7 años | Etapa de disfrute de la fantasía. Niños centrados en sí mismos, requiriendo de estimulación, cariño y seguridad, mientras desarrollan una gran necesidad de autonomía. Las ideas asociadas al pasado y al futuro son complejas de comprender. |
| Roles y reglas | 8 a 12 años | Los intereses cambian gradualmente de la fantasía a la realidad. Se desarrollan juegos en grupo o en parejas, aumentando el interés por la competencia. Desarrollo de lógica, razonamiento y abstracciones simples. Comprensión de pasado y futuro. |
| Adolescencia | Más de 13 años | Desarrollo de pensamiento abstracto y habilidades lógicas. Mayor independencia de compañeros y padres. Aumento en las actividades sociales. Desarrollo de actividades orientadas a objetivos. |

Fuente: Cuadro desarrollado a partir de Markopoulos y Bekker (2003a).

A partir de la definición de los objetivos de las pruebas de usabilidad y de los indicadores que se buscan medir, se realiza la selección de las técnicas para el grupo etario específico hacia el cual está orientado el proyecto. Las figuras 2 y 3 muestran diferentes opciones de herramientas para evaluar la usabilidad en situaciones particulares, sintetizando los resultados de la revisión efectuada. En la figura 2 se presentan los rangos de edad en los que ha sido reportada la aplicación de las

Figura 2. Clasificación de las técnicas de usabilidad de acuerdo con los métodos e instrumentos de aplicación y grupos etarios.



Fuente: ambas gráficas elaboración propia.

técnicas clasificadas en los grupos mencionados anteriormente. En la figura 3 se muestran las mismas técnicas en relación con los indicadores y tipos de enfoque en los que se han empleado. Estos diagramas pueden ser de ayuda en el momento de optar por una u otra herramienta. Si se requiere profundizar sobre la aplicación de las mismas, se pueden revisar directamente los documentos en los que se ha reportado su uso, mostrados en el cuadro 2.

Figura 3. Indicadores de usabilidad medidos a través de las técnicas registradas.

| | | Enfoque FORMATIVO | | | | | Enfoque SUMATIVO | | | | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|---|--|---|---------------------------------------|--|---|--|---|---------------------------------------|---|---|--|---|---------------------------------------|
| | | Problemas de usabilidad | | | | | Atributos cuantitativos de la usabilidad | | | | | Atributos cualitativos de la usabilidad | | | | |
| | | Etapa exploratoria (0 - 3 años) | Etapa de autonomía emergente (3 - 8 años) | Etapa de roles y reglas-younger tweens (8 - 10 años) | Etapa de roles y reglas-older tweens (10 - 13 años) | Etapa de adolescencia (13 años y más) | Etapa exploratoria (0 - 3 años) | Etapa de autonomía emergente (3 - 8 años) | Etapa de roles y reglas-younger tweens (8 - 10 años) | Etapa de roles y reglas-older tweens (10 - 13 años) | Etapa de adolescencia (13 años y más) | Etapa exploratoria (0 - 3 años) | Etapa de autonomía emergente (3 - 8 años) | Etapa de roles y reglas-younger tweens (8 - 10 años) | Etapa de roles y reglas-older tweens (10 - 13 años) | Etapa de adolescencia (13 años y más) |
| Técnicas mediadas por objetos | Identificación de problemas con tarjetas gráficas | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Infoblock | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Infotree | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Prototipado de baja fidelidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Técnicas proyectivas con juguetes | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas de comprensión del proceso cognitivo | Think aloud (Pensamiento manifestado) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Tutoría entre pares (Peer tutoring) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas basadas en la Observación | Método DEVAN (Detailed video analysis method) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observación de la interacción | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas proyectivas | Construcción de escenarios | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Juego de roles | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Método KidReporter | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Técnicas proyectivas con historias | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas de indagación verbal | Entrevistas en profundidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Grupo focal | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Laddering method (Método de escalamiento) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Técnicas basadas en cuestionarios | Again Again table | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cuestionario (Escala gráfica con caras) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cuestionario (Escala tipo Likert) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cuestionario (Preguntas abiertas) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cuestionario (Selección múltiple) | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Fun sorter | | | | | | | | | | | | | | | |

4. Caso de estudio: evaluación de usabilidad de cinturón de seguridad

El desarrollo de productos orientados a la seguridad de los niños como pasajeros en un vehículo se ha centrado en el diseño de sistemas de retención Infantil (SRI), también conocidos como sillas infantiles y asientos elevadores. La efectividad de estos sistemas en el momento de un choque depende de su calidad estructural, del correcto posicionamiento sobre la silla del vehículo, el adecuado ajuste y correspondencia con la talla y peso del niño (Hinch *et al.*, 2002). Los SRI se pueden fijar al asiento de un automóvil mediante el cinturón de seguridad o a través de un sistema ISOFIX consistente en anclajes rígidos colocados desde la fabricación del vehículo (ONU, 2005, 2008). El diseño, la adecuada instalación y el correcto uso de los diferentes tipos de SRI, determinan el nivel de protección de un niño durante un choque y reducir el riesgo de lesión o la gravedad de las lesiones (Brown, Griffiths, & Paine, 2002).

Paradójicamente, se han realizado pocos estudios relacionados con la usabilidad de los SRI (Rudin-Brown *et al.*, 2008; Rudin-Brown, Kumagai, Angel, Iwasa-Madge, & Noy, 2003). Las investigaciones desarrolladas se han enfocado en la interacción de los adultos durante la instalación de los SRI en los vehículos y el ajuste de los cinturones, pero sin tener en cuenta la percepción e interacción de los niños hacia estos sistemas.

Dado que en Colombia los buses, microbuses y camionetas que prestan el servicio de transporte escolar, en la mayoría de los casos no cuentan con sistemas ISOFIX, y que el Decreto 339 (2009) establece para el caso de Bogotá, que los niños a partir de los 2 años de edad deberán usar como sistema de retención el cinturón de seguridad del vehículo escolar, su adecuada sujeción se centra en las características del conjunto silla-cinturón de seguridad.

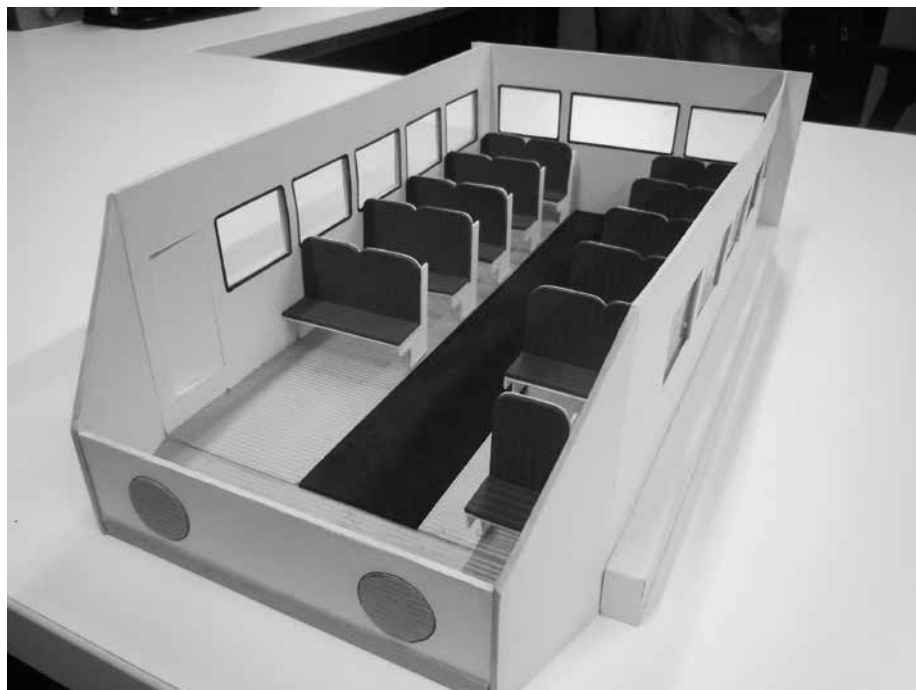
Como parte del desarrollo de un SR para niños de diferentes edades y que se pueda incorporar en las sillas de vehículos escolares, se realizó una prueba exploratoria con enfoque formativo con el objetivo de detectar los problemas de usabilidad que determinan la percepción de los estudiantes con respecto a los cinturones de seguridad utilizados en la actualidad, a partir de la indagación sobre las actividades desarrolladas habitualmente dentro de los vehículos escolares y la forma en que el uso del cinturón puede afectar el desempeño de las mismas.

Teniendo en cuenta que la edad de los estudiantes entre el primer grado de educación primaria y el último de secundaria, varía entre los 7 y los 18 años, fue importante utilizar técnicas que se pudieran aplicar dentro de diferentes etapas de desarrollo. Según la revisión documental realizada, el grupo focal y las entrevistas son técnicas de indagación general cuyo uso se reporta desde los 5 años hasta la

edad adulta. Ahora bien, durante su aplicación para el rango entre 7 y 10 años se utilizaron técnicas basadas en objetos mediadores, empleando algunos con los que el niño visualiza la situación que se da al interior de los vehículos escolares, así como las relaciones de uso con los cinturones de seguridad (figura 4). En el grupo de estudiantes entre 11 y 18 años, se utilizaron técnicas basadas en preguntas abiertas para conocer la percepción hacia estos elementos de seguridad y su relación con las actividades realizadas dentro del vehículo.

Inicialmente, se efectuó una prueba piloto con siete niños, que permitió ajustar el procedimiento y los recursos empleados. Posteriormente se realizaron seis grupos focales, con 35 estudiantes pertenecientes a una misma institución educativa, con edades entre 7 y 18 años. Toda la información fue registrada en audio y video para su posterior análisis. La duración aproximada de cada sesión fue de 40 minutos, contando aproximadamente con 6 niños como participantes en cada una de ellas.

Figura 4. Objetos mediadores empleados en la evaluación de usabilidad de los cinturones de seguridad por parte de los niños de 7 a 10 años.





Fuente: elaboración propia

Las sesiones de prueba se desarrollaron a partir de cuatro fases:

1. Introducción a la actividad en la que se realizaron preguntas abiertas con el fin de contextualizar al niño e iniciar la conversación alrededor del tema. Para el caso de los más pequeños, se empleó como ayuda un modelo del bus escolar con el que se realizaron preguntas abiertas como ¿en qué lugar del bus te sientas? ¿quién se sienta a tu lado? ¿qué es lo que más te gusta de la ruta escolar? Y ¿qué es lo que no te gusta de la ruta escolar? En el grupo de estudiantes mayores se realizó la misma introducción, pero sin el uso de objetos mediadores.
2. Indagación sobre las actividades que realizan los niños en la ruta escolar, utilizando un juego de tarjetas que muestra las acciones desarrolladas con mayor frecuencia (dormir, comer, jugar solo o acompañado, estudiar y charlar) que fueron identificadas en un proyecto de investigación realizado anteriormente por los mismos autores (Bernal, Daza, & Rincón, 2010) a partir de grupos focales efectuados con auxiliares de ruta y conductores, y de observación no intrusiva a través de cámaras instaladas en los vehículos. El uso de recursos gráficos como tarjetas o cuestionarios con opciones de

respuestas gráficas ha sido reportado en la literatura (Barendregt, Bekker, & Baauw, 2007; Read, 2007b; Read, Macfarlane, & Casey, 2002), como una herramienta útil cuando se desea que el niño manifieste su opinión dentro de un número limitado de opciones, en este caso, que identifique una serie de actividades determinadas.

3. Indagación sobre la percepción general y el uso de los cinturones de seguridad. Inicialmente se realizaron preguntas abiertas sobre las dinámicas de uso: ¿por qué usas el cinturón? ¿por qué no lo usas? ¿crees que es importante usarlo? ¿qué dice la monitora de que lo uses (o no lo uses)?, ¿tus amigos te dicen algo cuando lo usas (o no lo usas)? Y posteriormente se indagó sobre situaciones de uso inadecuado, identificadas en la investigación previa, tales como emplear el cinturón abierto, por debajo del brazo, con la maleta puesta o dos niños usando un solo cinturón. En el caso de los niños entre 7 y 10 años, se utilizó como recurso, un juego de tarjetas con gráficos de diferentes tipologías de cinturones de seguridad, para que identificaran los modelos que habitualmente utilizan en la ruta escolar. En el grupo de estudiantes mayores (11 a 18 años) no fue necesario usar este recurso, sino que a través de la conversación se identificaron los modelos utilizados. Se registraron las características específicas del diseño de los cinturones asociadas al uso por parte de los estudiantes y que permitieron establecer requerimientos de diseño para el desarrollo de un sistema de retención para vehículos escolares (figura 5).

Figura 5. Uso de tarjetas con los niños de 7 a 10 años, para la identificación de aspectos críticos en la usabilidad de los cinturones de seguridad.





Fuente: elaboración propia

Resultados

Técnicas e indicadores empleados para medir la usabilidad en niños

De acuerdo con la revisión documental, se identificaron las técnicas que presentan un mayor cubrimiento entre los rangos de edad de los niños. Al relacionar estas con las etapas de desarrollo, se encuentra que las técnicas de indagación (observación directa, grupos focales y entrevistas) se han aplicado en todos los grupos etarios. Según el tipo de información obtenida, estas técnicas se clasifican en:

Técnicas basadas en la observación de *categorías de interacción* entendidas como “eventos predefinidos que pueden ser observados y que pueden ser una combinación de tareas, posturas, comunicaciones, desplazamientos, manipulaciones, ciclos de movimiento del cuerpo, campos visuales, exposición a peligros, o combinaciones de estas” (Rebello, Filgueiras, & Soares, 2011). Las técnicas basadas en video, como el método *DEVAN (Detailed Video Analysis Method)*, reportado por Barendregt y Bekker (2006) son importantes, ya que

permiten analizar posteriormente los comportamientos e interacciones desde diferentes ópticas.

Técnicas basadas en preguntas abiertas, tales como entrevistas y grupos focales. Estas presentan como ventaja la flexibilidad para orientar el tema de indagación, ya que las respuestas de los niños son espontáneas si se proporcionan las condiciones apropiadas (Large & Beheshti, 2001). Como aspectos relevantes están la familiaridad con el escenario donde se desarrolle la actividad, la cantidad de niños con los que se trabaje simultáneamente (se recomienda entre 5 y 6), las habilidades del moderador, las diferencias de edad dentro del grupo (máximo 2 años), el género (se recomienda que sean del mismo sexo) y la relación intragrupal de los niños (Large & Beheshti, 2001).

Mediadores utilizados en la evaluación de usabilidad

Las variaciones en la aplicación de las técnicas se dan a través de los mediadores utilizados. De acuerdo con la revisión realizada, estos mediadores se clasifican en:

Mediadores relacionados con objetos con los que el niño manifieste su opinión y permita tener un acercamiento a la interacción frente al sistema en prueba. Este tipo de elementos se han reportado en el diseño de señalización (Waterson *et al.*, 2012), instructivos gráficos (Martin & Smith-Jackson, 2008) y aplicaciones digitales (Baek & Lee, 2008; Barendregt, Bekker, & Baauw, 2007; Read, 2007a). En este mismo sentido, el uso de recursos gráficos (escala con caras, *Fun Sorter*, diseño de tarjetas, *Again Again table*) puede ser aplicada desde los niños más pequeños.

Mediadores relacionados con roles desde los 7 hasta los 12 años. Es el caso de las técnicas de tutoría entre pares (*peer tutoring*), en la que niños explican a otros niños el funcionamiento de un sistema (Höysniemi *et al.*, 2003) y la técnica *KidReporter* (Bekker *et al.*, 2003), en la que a través de la construcción de un diario, los niños asumen el rol de periodistas, recogiendo ellos mismos información por diversos medios (fotografía, entrevistas, dibujos) sobre un tema particular. Estas técnicas permiten identificar aspectos destacados para el niño en la comprensión de un sistema o producto, sus principales atributos, y los problemas más relevantes, a través del rol que asumen.

Mediadores relacionados con instrumentos de registro de información. A partir de los 12 años, se observa que son aplicables los mismos mediadores utilizados en la evaluación de la usabilidad con adultos. En este caso, se basan en la definición de escalas de evaluación y el desarrollo de formatos y cuestionarios.

Discusión

Rice y Lueder (2008) presentan una serie de principios que se deben tener en cuenta al diseñar productos para niños. Estos se sintetizan en aspectos físicos,

cognitivos, emocionales y de perspectiva. Dentro de los aspectos cognitivos, un factor fundamental es la capacidad de atención y concentración voluntaria, lo que exige organización, exactitud y esfuerzo. De acuerdo con Read (2007b), factores del desarrollo como el lenguaje y la edad de lectura afectan especialmente las habilidades de los niños para responder preguntas, presentando dificultades para verbalizar sus pensamientos cuando son incluidos en una prueba de usuario (Ramey & Boren, 2000).

En este sentido, se han reportado diferentes métodos basados en escalas con representaciones pictóricas que ayudan a identificar sentimientos u opiniones (Read, 2007b). Durante este estudio, se observó que las tarjetas fueron un recurso adecuado para que los niños de menor edad identificaran los aspectos relevantes del uso, mal uso y no uso del cinturón de seguridad, así como de las actividades que desarrollan habitualmente en los vehículos. La edad a partir de la cual fue empleada en la prueba (7 años) es coincidente con las sugerencias hechas por otros investigadores; a partir de dicha edad, los niños pueden evaluar productos y situaciones al basarse en el uso de escalas con apoyo visual (Read, 2007b).

Las aproximaciones tradicionales hacia la usabilidad no siempre son aplicables en los niños debido a que los más pequeños pueden carecer del lenguaje y experiencia necesarios para describir lo que requieren, mientras que los niños mayores pueden confundir sus necesidades con sus deseos, especialmente cuando se encuentran en presencia de sus "padres" (Lueder & Rice, 2008). Los métodos de verbalización y de observación le exigen grandes retos al investigador, ya que requieren interpretar los signos y comentarios de los niños y luego formalizar las respuestas (Read, 2007b).

En el desarrollo del caso de estudio, trabajar con evaluaciones de usabilidad *formativas* permitió identificar los problemas que los estudiantes reportan frente al uso de los cinturones de seguridad, aspectos tenidos en cuenta para el diseño de un nuevo sistema de retención para vehículos escolares.

Con respecto a la aplicación de las técnicas, se observaron variaciones importantes en la disposición y respuestas de los niños de acuerdo con la edad, lo que determina la técnica y los mediadores utilizados. En el proceso realizado con los niños más pequeños (7-8 años) la dinámica fue posible a través de objetos mediadores (modelo del bus y tarjetas) dentro de un grupo de seis niños.

En los grupos de infantes entre 8 y 10 años, los mismos objetos aumentaron la distracción del grupo, y se presentó mayor dificultad para equiparar las características de los niños en los grupos, en relación con las influencias sobre sus compañeros, y se encontró que algunos niños se convierten en "distractores" durante el proceso. En este caso, una posibilidad es reducir el número de niños por sesión y manejar técnicas basadas en entrevistas o que se desarrollen por pares.

Otro aspecto importante es el control sobre la interacción de los niños con los elementos mediadores, por ejemplo entregándolos en el momento en que se esté indagando sobre un tema en particular, y retirándolos inmediatamente después, procurando el equilibrio entre los niveles de atención del niño versus la rotación del material. Se observa que si el material permanece con los niños cuando no se está utilizando, se convierte en un factor distractor. En los estudiantes mayores (11 a 18 años), no se emplearon objetos mediadores, y los grupos focales se realizaron con la misma dinámica que se lleva con adultos. En el grupo de 11 a 15 años se observa una mayor pasividad en las respuestas, que en el grupo de 15 a 18 años, lo que puede estar asociado a cambios comportamentales que surgen en la pre-adolescencia y adolescencia.

Los niños, en las pruebas, a menudo olvidan pensar en voz alta y tienen que ser incitados para seguir hablando; sin embargo, esto puede producir que mencionen problemas para agradar al investigador, conduciendo a reportar problemas inexistentes (Barendregt, Bekker, & Baauw, 2007). Por ello es importante verificar la coherencia de las respuestas, por medio de preguntas o recursos de control.

En el caso de estudio, se detectó la búsqueda de aprobación de los adultos, al referirse al mal uso de los cinturones o actividades desarrolladas en los vehículos, en el grupo de 7 a 10 años. Read (2007b) afirma que efectos temperamentales de los niños, como la confianza hacia los demás, la confianza en sí mismo y el deseo de agradar, afectan sus habilidades para responder preguntas durante una prueba. A medida que se acercan a la adolescencia (por encima de los 12 años), se expresan de forma más abierta, al señalar los problemas y condiciones inadecuadas de uso que se hacen del cinturón de seguridad, sin manifestar la obligación de satisfacer a los adultos con sus respuestas.

Conclusiones

El desarrollo de pruebas de usabilidad en los niños está fuertemente ligado a las capacidades físicas, cognitivas, sociales y emocionales, que van cambiando a lo largo de las etapas del desarrollo. Por ello, es importante realizar procesos de selección de técnicas de usabilidad de acuerdo con el objetivo y la fase de los proyectos en los que se efectúan las pruebas, pero también con la edad de los niños que van a participar en las mismas. A medida que va aumentando el desarrollo del lenguaje y los aspectos cognitivos y sociales, las técnicas empleadas comienzan a ser similares a las utilizadas con adultos.

En la evaluación de usabilidad hecha con niños, adquiere especial importancia el uso de objetos mediadores que faciliten las respuestas y opiniones hacia el tema de estudio, y de técnicas con alta flexibilidad, tales como la observación directa o las basadas en entrevistas, teniendo en cuenta los cambios en el comportamiento de los niños que se dan durante las etapas de su crecimiento y evolución.

Agradecimientos

Los autores agradecen a todos los participantes en este estudio, especialmente a los niños, profesores y funcionarios del colegio San Bartolomé la Merced en Bogotá, por la colaboración prestada durante la aplicación de los grupos focales, y a la profesora María Rocío Abello Correa, del Departamento de Psicología de la Pontificia Universidad Javeriana, por la colaboración prestada en la comprensión de los aspectos cognitivos y emocionales de los niños.

Referencias

- Baek, J., & Lee, K. (2008). A participatory design approach to information architecture design for children. *CoDesign*, 4(3), 173–191. doi:10.1080/15710880802281026
- Barendregt, W., Bekker, M., & Baauw, E. (2007). Development and evaluation of the problem identification picture cards method. *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 95–105. doi:10.1007/s10111-007-0066-z
- Barendregt, W., & Bekker, M. (2006). Developing a coding scheme for detecting usability and fun problems in computer games for young children. *Behavior Research Methods*, 38(3), 382–9. doi:10.3758/BF03192791
- Barendregt, W., Bekker, M., Bouwhuis, D., & Baauw, E. (2007). Predicting effectiveness of children participants in user testing based on personality characteristics. *Behaviour & Information Technology*, 26(2), 133–147. doi: 10.1080/01449290500330372
- Bay, S., & Ziefle, M. (2005). Children using cellular phones: the effects of shortcomings in user interface design. *Human Factors*, 47(1), 158–68. doi:10.1518/0018720053653857
- Bekker, M., Beusmans, J., Keyson, D., & Lloyd, P. (2003). KidReporter: a user requirements gathering technique for designing with children. *Interacting with Computers*, 15(2), 187–202. doi:10.1016/S0953-5438(03)00007-9
- Bernal, M., Daza, C., & Rincón, O. (2010). Modelo conceptual para identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los autobuses escolares. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 27(5), 423–434. doi: 10.1590/S1020-49892010000600003
- Bogotá. (2009). *Decreto 339 del 5 de agosto de 2009, por el cual se modifica el Decreto 36 de 2009, reglamentario del Acuerdo 331 de 2008 sobre obligatoriedad de la instalación y uso de cinturones de seguridad en el transporte escolar y particular de menores en el Distrito Capital*. Bogotá D.C.: Registro Distrital 4258 del 6 de agosto de 2009. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36977>
- Brown, J., Griffiths, M., & Paine, M. (2002). *Effectiveness of child restraints. The Australian experience*. Research report RR 06/02. Australian New Car Assessment Program. Disponible en: http://mpainesydney.com/idisk/Public/CRS_effectiveness_Australia.pdf
- Druin, A. (2002). The role of children in the design of new technology. *Behavior & Information Technology*, 21(1), 1–25. doi:10.1080/0144929011010865

- Helvac oglu, E., & Olguntürk, N. (2011). Colour contribution to children's wayfinding in school environments. *Optics & Laser Technology*, 43(2), 410–419. doi:10.1016/j.optlastec.2009.06.012
- Hinch, J., McCray, L., Prasad, A., Sullivan, L., Willke, D., Hott, C., & Elias, J. (2002). *School Bus Safety: Crashworthiness research*. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration. Disponible en: <http://www.nhtsa.gov/DOT/NHTSA/NRD/Multimedia/PDFs/Crashworthiness/SchoolBus/SBReportFINAL.pdf>
- Höysniemi, J., Hämäläinen, P., & Turkki, L. (2003). Using peer tutoring in evaluating the usability of a physically interactive computer game with children. *Interacting with Computers*, 15(2), 203–225. doi:10.1016/S0953-5438(03)00008-0
- ISO. (1998). *ISO/CD 9241-11. Ergonomics of human-system interaction -- Part 11: Usability: Definitions and concepts*. Ginebra: International Organization for Standardization.
- Kara, N., Aydin, C., & Cagiltay, K. (2012). Design and development of a smart storytelling toy. *Interactive Learning Environments*, 22(3), 288–297. doi:10.1080/10494820.2011.649767
- Large, A., & Beheshti, J. (2001). Focus Groups with Children: Do They Work? *The Canadian Journal of Information and Library Science*, 26(2/3), 77–89.
- Large, A., Beheshti, J., Clement, I., Tabatabaei, N. & Tam, M. (2009). Visualizing a Hierarchical Taxonomy in a Children's Web Portal : User Evaluations of a Prototype. *The Canadian Journal of Information and Library Science*, 33(3/4), 255–282.
- Lueder, R., & Rice, V. (2008). *Ergonomics for children designing products and places for toddlers to teens*. Boca Ratón, FL: CRC Press.
- Markopoulos, P., & Bekker, M. (2003a). Interaction design and children. *Interacting with Computers*, 15(2), 141–149. doi:10.1016/S0953-5438(03)00004-3
- Markopoulos, P., & Bekker, M. (2003b). On the assessment of usability testing methods for children. *Interacting with Computers*, 15(2), 227–243. doi:10.1016/S0953-5438(03)00009-2
- Martin, C., & Smith-Jackson, T. (2008). Evaluation of Pictorial Assembly Instructions for Young Children. *Human Factors*, 50(4), 652–662. doi:10.1518/001872008X288592
- ONU. (2005). *Regulation 16. Uniform provisions concerning the approval of: I. Safety-belts, restraint systems, child restraint systems and ISOFIX child restraint systems for occupants of power-driven vehicles (Rev 5)*. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://treaties.un.org/doc/Publication/MTDSG/Volume I/Chapter XI/XI-B-16-16.en.pdf>
- ONU. (2008). *Regulation 44. Uniform provisions concerning the approval of restraining devices for child occupants of power-driven vehicles (child restraint system) (Rev.2 ed.)*. Ginebra: Organización de las Naciones Unidas. Disponible en: <http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs41-60.html>
- Prellwitz, M. (2006). How children with restricted mobility perceive the accessibility and usability of their home environment, *Occupational Therapy International*. 13(4), 193–206. doi:10.1002/oti.216
- Prellwitz, M., & Skär, L. (2007). Usability of playgrounds for children with different abilities. *Occupational Therapy International*. 14(3), 144–155. doi:10.1002/oti.230
- Quendler, E., Diskus, C., Pohl, A., Buchegger, T., Beranek, E., & Boxberger, J. (2009). Child safety driver assistant system and its acceptance. *Journal of agromedicine*, 14(2), 82–9. doi:10.1080/10599240902779394

- Raisamo, R., Patomäki, S., Hasu, M., & Pasto, V. (2007). Design and evaluation of a tactile memory game for visually impaired children. *Interacting with Computers*, 19(2), 196–205. doi:10.1016/j.intcom.2006.08.011
- Ramey, J., & Boren, T. (2000). Thinking Aloud: Reconciling Theory and Practice. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(3), 261.
- Read, J. (2007a). A study of the usability of handwriting recognition for text entry by children. *Interacting with Computers*, 19(1), 57–69. doi:10.1016/j.intcom.2006.08.009
- Read, J. (2007b). Validating the Fun Toolkit: an instrument for measuring children's opinions of technology. *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 119–128. doi:10.1007/s10111-007-0069-9
- Read, J., Macfarlane, S., & Casey, C. (2002). Endurability, Engagement and Expectations: Measuring Children's Fun. En *Interaction design and children* (pp. 1–23). Eindhoven: Shaker Publishing. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.100.9319>
- Rebelo, F., Filgueiras, E., & Soares, M. (2011). Behavior video: methodology and tool to measure human behavior; examples in product evaluation. En Karwowski, W., Soares, M., & Stanton, N. (Eds.), *Human Factors and Ergonomics In Consumer Product Design*. Boca Ratón, FL: CRC Press.
- Revelle, G., & Medoff, L. (2002). Interface Design and Research Process for Studying the Usability of Interactive Home-Entertainment Systems by Young Children, *Early Education & Development*, 13(4), 37–41. doi:10.1207/s15566935eed1304_6
- Rincón, O. (2010). *Ergonomía y procesos de diseño. Consideraciones metodológicas para el desarrollo de sistemas y productos*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- Rubin, J. (1994). *Handbook of usability testing*. New York: John Wiley & Sons.
- Rudin-Brown, C., Kumagai, J., Angel, H., Iwasa-Madge, K., & Noy, Y. (2003). Usability issues concerning child restraint system harness design. *Accident; Analysis and Prevention*, 35(3), 341–8. doi:10.1016/S0001-4575(02)00009-X
- Rudin-Brown, C., Scipione, A., Armstrong, J., Lai, G., Salway, A., & Kumagai, J. (2008). LATCH (Lower Anchors and Tethers for CHildren) usability in school buses and passenger vehicles. *Traffic Injury Prevention*, 9(5), 472–82. doi:10.1080/15389580802040451
- Ruland, C., Starren, J., & Vatne, T. (2008). Participatory design with children in the development of a support system for patient-centered care in pediatric oncology. *Journal of Biomedical Informatics*, 41(4), 624–35. doi:10.1016/j.jbi.2007.10.004
- Sim, G., MacFarlane, S., & Read, J. (2006). All work and no play: Measuring fun, usability, and learning in software for children. *Computers & Education*, 46(3), 235–248. doi:10.1016/j.compedu.2005.11.021
- Waterson, P., Pilcher, C., Evans, S., & Moore, J. (2012). Developing safety signs for children on board trains. *Applied Ergonomics*, 43(1), 254–65. doi:10.1016/j.apergo.2011.05.012
- Zaman, B. (2007). Introducing contextual laddering to evaluate the likeability of games with children. *Cognition, Technology & Work*, 10(2), 107–117. doi:10.1007/s10111-007-0067-y