

DESARROLLO DE NOCIONES ESPACIALES EN UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD MOTRIZ CONGÉNITA MEDIANTE EL USO DE UNA INTERFAZ HÁPTICA. (ESTUDIO DE CASO).

Autores

Julián Efrén Vargas Galvis
Omar Antonio Bustos Amaya

INTRODUCCIÓN

El siguiente estudio que se propuso a indagar sobre si ¿El uso de una interfaz háptica permite la construcción de nociones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas en personas con discapacidad motriz congénita o adquirida a temprana edad? Teniendo en cuenta la importancia del desplazamiento para generar las rutas cognitivas requeridas para la comprensión del espacio.

El estudio se enmarca en el paradigma cualitativo-interpretativo y sigue el método de “Estudio de caso” con un diseño “Intrínseco” (Stake, 1996; 2007; Montero y León, 2002). Se ha seleccionado este método de investigación en tanto se quiere estudiar y comprender a profundidad las particularidades y complejidad de un caso singular: el desarrollo de las nociones espaciales (topológicas, proyectivas y euclidianas) en una persona con discapacidad motora severa (parálisis cerebral) cuando interactúa con una interfaz háptica.

El documento sigue la estructura del informe de “Estudio de caso” sugerida por Stake en su libro y ratificada por Montero y León en 2002. Así la primera parte presenta La selección y definición del caso, que sería equivalente a la definición del problema en la lógica positivista, posteriormente en el capítulo dos se sigue con la conceptualización que equivale al marco de antecedentes y teórico; el tercer capítulo aborda la instrumentalización, allí se presenta el método, las fases de investigación y los instrumentos empelados. Se continúa con los análisis de la información recolectada en el capítulo cuatro denominado resultados; por último, se presenta los asertos derivados del análisis y que equivaldrían a las conclusiones en trabajos de orden positivistas.

SITUACIÓN PROBLEMA

Los procesos educativos escolares enfrentan problemáticas de todo tipo, desde la planeación de una actividad en el aula hasta el diseño de un currículo coherente que responda a las necesidades sociales e inmensas diferencias del aprendizaje entre individuos. Diferencias que contemplan ritmos, estilos, formas y modos en que se da el aprendizaje, factores de carácter social que influyen en los procesos de aprendizaje, así como aquellas condiciones de orden físico-motor, sensorial, cognitivo y psicológico que alteran el aprendizaje y la participación; por lo cual es necesario seleccionar, ajustar, modificar o generar desde los propósitos de la educación hasta estrategias metodológicas y recursos pedagógicos acordes con los contextos sociales, educativos, las modalidades de enseñanza y condiciones particulares de los estudiantes, que pueden ir de personas regulares e incluso personas con necesidades educativas especiales (en situación de discapacidad o con talentos excepcionales).

Desde los años 80 del siglo pasado, existe una preocupación efectiva por asegurar condiciones de inclusión que permita a las personas con discapacidad o NEE participar activamente de los beneficios que ofrecen los contextos regulares o mayoritarios y asegurar la permanencia de estas condiciones a lo largo de su ciclo de vida; pero en especial, una preocupación por su facilitar su acceso, permanencia y desempeño exitoso en contextos

educativos de modo que se a través de ella, la persona en situación de discapacidad u otra NEE tenga las mismas oportunidades, y la posibilidad real y efectiva de acceder, participar, relacionarse y disfrutar de un bien, servicio o ambiente, junto con los demás ciudadanos, sin limitación o restricción, mediante acciones concretas que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad o NEE. De modo que los procesos educativos escolares están llamados a ser el principal bastión para alcanzar estas metas sociales.

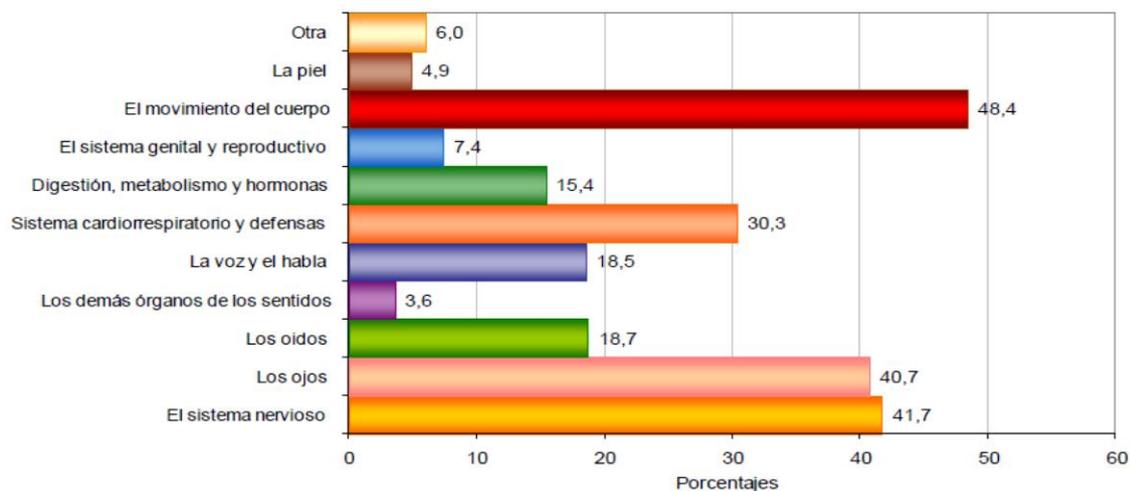
Estos temas no son de reciente factura, durante décadas del siglo pasado fueron tratados en diversos encuentros nacionales e internacionales. Por ejemplo, en la “Declaración Mundial sobre: educación para todos”, celebrada en Jomtien-Tailandia en 1990, los gobiernos participantes se comprometieron a facilitar las condiciones para que cada persona -niño, joven y adulto- aproveche al máximo las oportunidades educativas ofrecidas para satisfacer sus necesidades básicas de aprendizaje y alcanza el desarrollo humano necesario. Compromiso que incluye la adaptación del entorno, en especial a favor de las personas con Necesidades Educativas Especiales (NEE) con el fin de asegurar una educación inclusiva (UNESCO, 1990). La conferencia mundial sobre “Necesidades Educativas Especiales: Acceso y calidad” en 1994 reafirma este compromiso y advierte que “las escuelas ordinarias con esta orientación integradora representan el medio más eficaz para combatir las actitudes discriminatorias, crear comunidades de acogida, construir una sociedad integradora y lograr la educación para todos; además, proporcionan una educación efectiva a la mayoría de los niños y mejoran la eficiencia y, en definitiva, la relación costo-eficacia de todo el sistema educativo” (UNESCO, 1994).

En Colombia, la Constitución Política de Colombia de 1991, las leyes: 115 de 1994, 361 de 1997 y 715 de 2001; Decretos reglamentarios 1860 de 1994 y 2082 de 1996 y la resolución 2565 de 2003 entre otros, reconocen que “la atención educativa de las personas por su condición de NEE es una obligación del Estado”, constituyéndose en política pública (2003) y política social (CONPES 80 de 2004); de modo que, el Estado “procura que los estudiantes con NEE reciban las ayudas técnicas, pedagógicas, materiales de enseñanza y aprendizaje que les permitan el acceso y la participación en actividades curriculares” (MEN, 2006).

En la actualidad, la Ley 1618 del 27 de febrero del 2013 rige como “Garantía del ejercicio efectivo de todos los derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión”.

En el mundo se reconoce que la discapacidad puede ser física, motora, cognitiva-intelectual y/o afectiva. Discapacidad física son la sordera o la ceguera, mientras que física motora son aquellas que afectan la movilidad de la persona o su estructura corporal. Cognitiva-intelectual es aquel tipo de discapacidad que afecta los procesos de aprendizaje de la persona o la vida funcional cognitiva. La discapacidad afectiva es recientemente considerada y cubre aquellas situaciones en que la persona es considerada como sujeto asocial.

Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en 2010, Colombia contaba una población en situación de discapacidad físico-motora de con 893.694 sin la atención educativa que obliga la Ley; la gráfica 1 presenta un resumen de tal informe señalando las otras condiciones de discapacidad:



Gráfica 1. Personas registradas, según deficiencia Corporal.

Fuente: DANE 2010. Cálculos a partir del RLCPD (Citado por Gómez Beltrán, 2010 Discapacidad en Colombia: Reto para la inclusión en Capital Humano. Pág. 28).

De éste 100% de la población reportada, 34,18% se encuentran excluidas en su derecho a la educación (305.439 personas) y aquellos que la reciben, cuentan con un 50.4% de las instituciones sin servicios de apoyo pedagógico, el 83% no cuenta con servicios de apoyo tecnológico y el 79.6% no cuenta con servicio de apoyo terapéutico; finalmente, el 44,8% de las instituciones que acogen población con NEE con deficiencia física, no cuenta con ninguno de los servicios de apoyo mencionados. Esto pone en evidencia los escasos recursos con los que cuenta el sistema educativo para la atención de población con NEE de carácter físico-motor.

Consideremos la importancia de la condición motora en el aprendizaje con el fin de comprender a fondo los datos expresados hasta acá.

Desde el momento en que nacemos empezamos a desarrollar un conocimiento espacial que nos orientará durante toda la vida en relación con el entorno físico, corporal y social. Conocimiento que se adquiere de forma paulatina a través de la información que registra, organiza y discrimina el sistema sensorial al momento de movernos, estableciéndose con ello una relación perdurable y directa entre movimiento y desarrollo cognitivo. De éste modo, la afectación del movimiento humano a temprana edad es una afectación directa al sistema cognitivo y por ende, una limitación en la capacidad de aprendizaje.

Según Piaget (1948) “el conocimiento del espacio proviene al principio de la actividad sensoriomotriz y, posteriormente, a un nivel representativo; la actividad -real o imaginada- irá flexibilizando, coordinando y haciendo reversible las imágenes espaciales para convertirlas en operaciones” mentales. Este proceso atraviesa tres periodos o estadios llamados sensoriomotriz, operaciones concretas y operaciones formales; en los cuales se interioriza las relaciones espaciales topológicas (la relación del propio cuerpo en el espacio o dentro de un objeto o figura particular), proyectivas (relación de los objeto o figuras en función de una perspectiva dada) y euclidianas (relación del espacio en función de un sistema de referencia o de coordenadas).

De este modo, “el niño entiende el espacio en referencia a su propio cuerpo y desde su perspectiva de punto central, organiza el espacio personal y social en la medida que va conociendo sus posibilidades corporales” (Bara, 1975). Posibilidades corporales que van en triple vía: el movimiento para desplazarse, el movimiento para desplazar los objetos que lo rodean y el movimiento para desplazar objetos y desplazarse al tiempo por un espacio lleno de otros sujetos y otros objetos.

El impedimento exploratorio que brinda el movimiento no sólo altera las nociones espaciales sino que afecta el desarrollo cognitivo y la posibilidad de adquirir conocimientos de otra índole; la aparición de esta dificultad motora a temprana edad afecta el desarrollo cognitivo para toda la vida dado que “la estructura espacio-temporal es un requisito para los aprendizajes matemáticos, plásticos y musicales, para el aprendizaje de la lecto-escritura, para el conocimiento del medio, para la prevención de accidentes y para la adquisición de hábitos de orden, trabajo y convivencia” (Fuster, 2009).

Por tanto, si el niño “no mostrase su lateralidad en la fase inicial del desarrollo, es posible que se acarren serios problemas y dificultades en lo que se refiere al aprendizaje en el transcurso de su vida tanto académica como social y... pueden dar lugar al desarrollo de una serie de dificultades de rendimiento académico” (Sánchez, 1986).

Si a esto sumamos que las personas con discapacidad motora congénita en su mayoría carecen de mecanismos de mediación y apoyo pedagógico o no asisten al sistema educativo reglado o rehabilitante, como lo demuestra el DANE, sus posibilidades de construir estas nociones espaciales se ven reducidas a cero, excluyéndolos de alcanzar un desarrollo cognitivo satisfactorio y participar en la vida cotidiana, incluso de acceder a estas actividades académicas y sociales.

Sendas investigaciones (Verdugo, 2005; Flórez, 2002; Shaclok, 1996, entre otros) han demostrado que un niño con discapacidad motora (congénita o adquirida en su primera infancia, secundaria a una lesión cerebral o a una condición genética muscular degenerativa o una malformación física o parálisis cerebral), generalmente no posee compromiso cognitivo, por lo que su posibilidad de aprender está intacta; esto supone equivale a un cuerpo que es cárcel o capullo de una persona cognitivamente capaz (personas mariposas). Al no poder moverse, la persona con discapacidad motora no puede desarrollar las relaciones espaciales topológicas y por tanto, no construye las relaciones de su propio cuerpo, ni de su cuerpo con los objetos; ni la relación espacial entre objetos (relaciones euclidianas) y mucho menos entre los objetos, entre objetos y el propio cuerpo y menos aún, logra construir un sistema de relación proyectivo o de coordenadas espaciales, y por ende tareas de rehabilitación cognitiva se ven mermadas.

La escuela, los centros de atención compensatoria (antes llamados de rehabilitación), investigadores y asociaciones mundiales se esfuerzan diariamente por hallar medios, definir estrategias y realizar actividades que permitan a estas personas alcanzar un desarrollo cognitivo satisfactorio y procesos de inclusión exitosos; nuestra responsabilidad como educadores e investigadores de las tecnologías de la información aplicadas a la educación, nos señalan que los medios tecnológicos y las mediaciones que ellos obligan, pueden ser una salida a esta vasta problemática. Suponemos que el uso de interfaces tecnológicas son una modo de paliar esta dificultad y permitir el desarrollo cognitivo de estas personas.

Las interfaces “son dispositivos tecnológicos (artefactos y procesos técnicos) que facilitan la comunicación e interacción entre dos o más agentes de naturaleza distinta, por ejemplo, un control es una interfaz que permite que un agente humano se comuniquen con un agente digital” (Merchán, 2014; Torres y Merchán, 2014). De éste modo, se reconocen diversos tipos de interfaz entre las que están las interfaces EEG, EMG y hápticas.

Una interfaz háptica alude a un tipo de interfaz hombre-máquina que obliga al contacto del sujeto con el medio-interfaz para realizar una actividad. Pueden clasificarse en mecánicas como los mandos de comunicación y control de un automóvil o graficas –GUI, por sus siglas en inglés- como el diseño digital que aparece en una pantalla de un computador, una tableta o un móvil. Tecnológicamente una interfaz háptica aprovecha el residuo motor de una

persona para mediar entre lo que se puede hacer (el movimiento de la persona) y lo que debería hacerse (la actividad esperada). Así por ejemplo, un bastón o dispositivo Braille para personas ciegas son interfaces hápticas, igualmente lo es un control remoto para mover una silla en el caso de una persona con discapacidad motora.

Es por ello que, para efectos de éste estudio de caso, nos preguntamos sí:

¿El uso de una interfaz háptica permite la construcción de nociones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas en personas con discapacidad motriz congénita o adquirida a temprana edad?

OBJETIVOS

PROPÓSITO GENERAL

Evidenciar y comprender, mediante el estudio de caso, si el uso de una interfaz háptica permite la construcción de nociones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas en personas con discapacidad motriz congénita o adquirida a temprana edad.

PROPÓSITOS ESPECÍFICOS

Establecer recomendaciones pedagógicas para el diseño de tecnologías que permitan la construcción de nociones espaciales en niños con discapacidad motriz congénita.

Validar el diseño de los instrumentos de evaluación de las nociones espaciales en niños con discapacidad motriz congénita.

CARACTERIZACIÓN DEL CASO.

La fundación “Proyecto Unión” fundada por el médico cirujano Fernando Quintero en el año de 1999 inicia labores con consultorios médicos en Ciudad Bolívar, calle del cartucho en el año (2000) y en el barrio Planadas (2001), con el propósito inicial de ofrecer el derecho de salud fundamentalmente a personas vulnerables. A través del tiempo ha ampliado su labor social, proponiéndose ser una "organización no gubernamental de carácter social, de atención en servicios de salud, alimentación y vivienda para niños, niñas, adolescentes, adulto mayor habitante de calle y sus familias, en situación de vulnerabilidad de Colombia. Trabajando con amor, compromiso, servicio y coraje, brindando cuidados oportunos, continuos y de calidad, buscando construir día a día un lugar autosostenible donde la vida recobre la esperanza".¹

En la actualidad cuenta con diferentes centros que les permiten avanzar en sus propósitos sociales y en los que se ofrecen diferentes servicios. Uno de ellos, el Hogar Santa Rita de Cascia: es un hogar donde se brinda atención integral a niños que generalmente han sido abandonados por sus familias de escasos recursos debido a sus condiciones cognitivas y físicas, cuenta con un equipo de trabajo multidisciplinario en las áreas de medicina, nutrición, psicología, trabajo social, terapia física, respiratoria y ocupacional, odontología, educación especial, atención permanente de enfermería y un voluntariado muy especial.

En este último, ubicado en Chapinero en la ciudad de Bogotá - Cundinamarca, vive “Lulú”, sobrenombre que se usará para denominar a la “sujeto caso” de investigación. Lulú es una adolescente que sufrió una hipoxia perinatal en su nacimiento (en 1993), episodio que produjo una parálisis cerebral que afectó en gran medida capacidades motrices. Su diagnóstico médico describe una “cuadriparesia espástica, retardo psicomotor severo, y estrabismo. Presenta luxación congénita de cadera izquierda, pie equinovaro derecho

¹ Tomado de: <http://proyectounion.org/quienes-somos/#historia>.

² Para ello, se contó con dos personas expertas, la primera se desempeña como docente universitaria en la formación de

severo, fémur largo que requiere acortamiento quirúrgico” (ver anexo No. 1, historial médico).

Cuadriparesia espástica es una parálisis de los cuatro miembros con un aumento exagerado en el tono muscular o hipertonia (espasticidad) que dificulta el movimiento controlado y libre; el retardo psicomotor severo es un retraso significativo en el desarrollo de las destrezas cognitivas y motoras que dificultan el aprendizaje; el estrabismo es un trastorno en el cual los dos ojos no se alinean en la misma dirección, causando visión doble, pérdida de visión o alteración en la percepción de la profundidad lo que dificulta la comprensión del espacio y la generación de relaciones espaciales. Luxación de cadera o dislocación de cadera es una posición inadecuada del hueso coxal en relación con el fémur afectando los músculos que rodea la articulación así como el movimiento de la extremidad inferior, en suma la patología señala la imposibilidad de moverse de manera erguida o lograr caminar. El pie equinovaro es una malformación congénita del pie en el cual éste se rota hacia abajo y hacia adentro adquiriendo una posición equivalente a la de un equino, de allí la denominación; por último presenta una escoliosis severa la cual es una curvatura anómala en forma de “s” o “c” de la columna vertebral que impide la movilidad. Por esta razón, “Lulú” permanece acostada o semi-acostada en su cama hospitalaria o en una silla de ruedas adaptada a sus necesidades óseas, pues no logra articular su cuerpo debido a su patología.

Lulú ha vivido aproximadamente 18 años institucionalizada en diferentes hogares. Los últimos cuatro en el hogar Santa Rita de Cascia acompañada de un grupo de personas de diferentes especialidades que contribuyen para suplir sus necesidades básicas y realiza actividades de estimulación cognitiva.

Los medicamentos que se le son suministrados son entre otros: relajantes musculares, fármacos para el dolor y anti-convulsionantes, estos últimos son consumidos a pesar de no presentar episodios de convulsión en su historial médico, pero se le suministran por ser propensa según diagnóstico y además funciona como ayuda en la reducción del dolor, que es muy intenso.

Según la Doctora - Directora del centro de vida, “Lulú” es una joven con 21 años, pero su madurez mental responde a una adolescente de entre 13 a 14 años, y es una de las personas institucionalizada más consentida (Anexo No. 2). No obstante, presenta momentos depresivos profundos debido a que, sólo hasta hace pocos años empezó a comprender su situación y entender que no podrá realizar en el transcurso de su vida muchas actividades que observa a los demás acometer, más cuando se le informó que no se realizarán más tratamientos de ortopedia, después de llevar a cabo un procedimiento de liberación de tendones (corte de los tendones) que reducen el tono muscular y el dolor. Sin embargo su estado anímico constante es bueno.

En el hogar Santa Rita de Cascia se conocen muy poco del historial familiar de “Lulú” o es reservado debido a que los casos que allí se manejan son de custodia del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). No obstante, la madre fue al hogar hasta aproximadamente el año 2010 y expuso que deseaba continuar realizando visitas a “Lulú”, pero desde entonces no ha regresado.

Por otro parte, para determinar el grado de comprensión del espacio por parte de “Lulú”, se procedió a realizar una evaluación diagnóstica en la cual se pudo evidenciar que posee un retraso severo en el desarrollo de este conocimiento, pese a que reconoce un número reducido de relaciones del espacio topológico (detrás, frente, arriba, abajo, lejos, cerca, separación, dentro, fuera) caracterizados porque el punto de referencia es su propio cuerpo. Este comportamiento que no corresponde a la fundamentación teórica debido a que se exige grandes posibilidades de movilidad para desarrollo de nociones espaciales las cuales “Lulú” no posee, son justificadas por las escasas experiencias de desplazamiento asistida

por terceros, que aunque no le permiten vivenciarlas para ser usadas en aspectos más complejos (como el desarrollo de nociones espaciales topológicas y euclidianas), ha aprendido a reconocerlas.

CONCEPTUALIZACIÓN

EL DESARROLLO DE LAS NOCIONES ESPACIALES EN EL NIÑO

En la actualidad existen desarrollos teóricos basados en el conocimiento sobre la necesidad que tienen los niños de desplazarse para desarrollar nociones espaciales y sobre toda las problemáticas generadas por la ausencia de experiencias de movilidad en lo cognitivo y lo social. Ochaita (1983) por ejemplo, tomando como referencia la teoría de Piaget, hace un análisis del desarrollo de las nociones espaciales en relación con el desarrollo cognitivo, presentado diversos experimentos para el desarrollo del espacio topológico, proyectivo y euclidiano.

Por su parte, Castro (2004), empleando una investigación documental, describe la noción de espacio como el marco lógico-matemático fundamental para la estructuración del futuro pensamiento abstracto-formal. Hace hincapié en la necesidad de que los docentes que trabajan con niños que están en sus primeros años de vida especialmente pre-escolar, conozcan las pautas de estos procesos ya que esto les posibilitará la acertada elección de actividades con miras a fortalecer el desarrollo de nociones de carácter topológico, proyectivo y euclidiano con lo que la comprensión de principios fundamentales de la Geometría, no serán problema en el futuro.

Los hermanos Miguel y Julián de Zubiria (1998) en su texto "Biografía del pensamiento", y basados en Piaget y Ausubel, describen la evolución del pensamiento en diferentes etapas: pensamiento nocional, conceptual, formal y pensamiento categorial. Definen las nociones como la representación simbólica de una realidad externa mediante el agrupamiento de características, acciones y/o relaciones entre ellas que comparten o se diferencian en una o más de sus propiedades. Es decir, las nociones se ponen en evidencia cuando logramos clasificar las cosas según sus semejanzas o diferencias.

A simple vista este proceso cognoscitivo elemental parece un procedimiento fácil, si no fuera porque las cosas o las relaciones entre las cosas pueden tener un sin número de propiedades (X, Y) las cuales pueden tener valores diferentes (X1, X2, Y1, Y2) que son mentalmente muy complejas de administrar como si se tratara de una base de datos. Así como también debió ser complejo para nuestros antepasados socializar sus conocimientos nomenclaturales para ser entendidas y expresadas a través de cualquier medio posible de comunicación.

Para formar una noción se debe seleccionar una o varias características relevantes de la realidad que se está observando o con la que se tiene contacto para luego abstraer del mundo aquellas representaciones simbólicas (lingüísticas) que pueden representarlas; luego pueden categorizarse en un enunciado: por ejemplo, árbol. Asimismo, desarrollamos nociones de las actividades que realizamos, por ejemplo, caminar, detenerse, retroceder, girar, arriba-abajo, lejos-cerca, adelante-atrás, arriba - abajo, entre muchas más. En sí mismas estas palabras son expresiones de una noción así, adelante es noción de la acción de trasladar hacia el frente el cuerpo o algún objeto, no obstante, el niño no sabe esta complicada proposición lingüística pero llega a comprender qué debe hacer para cumplir con la acción sugerida por la noción.

La noción se constituye entonces en el instrumento primario del desarrollo cognitivo, del pensamiento humano, y suele desarrollarse en el periodo comprendido entre los dieciocho meses y los seis años de edad. Piaget (1948) denominó este periodo como estadio pre-operacional y sin lugar a dudas, es el de mayor productividad intelectual en tanto provee a niños y niñas de mecanismos que le permiten adquirir conocimiento de su cuerpo, su entorno y las relaciones que allí se dan, sociales, artificiales y propio-perceptuales. Éste periodo se puede llegar a extenderse hasta los diez años en relación con áreas de la cotidianidad, pero en definitiva persiste a lo largo de la vida en campos disciplinares nuevos donde el pensamiento nocional constituye el primer acceso al conocimiento.

Las nociones permiten a las personas predicar de las cosas, por ejemplo; el niño logra identificar a un tetero por sus características, para luego re-presentarlo inicialmente de forma oral con el sonido “te” o “eso te” (aunque puede tener otras representaciones anteriores de manera gestual), como también le permitirá agrupar a todas las demás cosas que observa como lo que NO son “te”, posteriormente en otra etapa de su vida codificará la re-presentación de forma escrita “tetero”. Asimismo sucede con las nociones de acción y relación al predicar frases como: papá lejos, tete arriba (en referencia a él), bebé rompió vaso.

Estas herramientas del pensamiento no solo nos da la capacidad de predicar de las cosas, relaciones y actividades. También nos facultan para re-presentar la realidad en diferentes circunstancias es decir, nos permiten romper las fronteras temporales del presente regresando mentalmente a situaciones pasadas o proyectándonos en situaciones futuras, como también nos permiten navegar mentalmente por el espacio al crear imágenes mentales de situaciones físicas (vividas o imaginadas). Por ejemplo, pensar en los hechos sucedidos días atrás (tiempo pasado) en un lugar específico de la casa (espacio) del cual sabemos dónde dejamos la ropa (pasado) pero nos comprometemos a recogerla (futuro) y no volver a hacerlo (futuro). Esta capacidad recurrente, concurrente y proyectiva del pensamiento nos dan gran ventaja sobre los demás seres vivos y por la que el ser humano puede anticiparse a hechos futuros según nuestras experiencias vividas.

Como podemos observar, el desarrollo de nociones resulta ser un trabajo monumental y adquiere una importancia vital para la persona en tanto la saca del presente y su accionar instintivo, para ubicarlo en el mundo de las ideas, rompiendo barreras temporo-espaciales. No obstante, en la etapa nocional no existen las reglas generales ni las contradicciones entre los predicados, por lo tanto es posible afirmar: “hace frío porque es de noche”, pero si vive la experiencia de tener una noche calurosa, no tendrá reparo en predicar: “hace calor porque es de noche” sin hallar irregularidad alguna. No obstante, el sentido de esta verdad nocional se supera en las etapas del pensamiento proposicional, afirmaciones de carácter general con sentido de verdad o falsedad, y durante el pensamiento conceptual.

El pensamiento conceptual (Piaget, 1948) es el estadio de operaciones concretas, se desarrolla en condiciones óptimas entre los siete y once años de edad y son resultado de un vasto desarrollo del pensamiento nocional. Se caracteriza porque la persona logra predicar de las nociones y no solo de las cosas particulares como en el estadio pre-operacional. Es decir, permite a la persona realizar proposiciones tales como; “los carros son medios de transporte”, en la que se predicar no de un objeto particular (el carro con que se tenga contacto) sino de una clase de objetos (todos los posibles carros que existan).

Este desarrollo cognitivo se da no sólo a escala de los dominios representacionales simbólicos contemplativos (conocimiento declarativo) sino que además se construyen en los ámbitos fácticos productivos procedimentales, por ejemplo, la construcción de nociones asociado a rutinas como acostarse siempre cuando es de noche o levantarse sólo cuando

es de día. Del mismo modo, es posible alcanzar nociones que involucran tanto lo declarativo como lo procedimental, como la noción de espacio y relaciones espaciales.

ASPECTO METODOLÓGICOS.

El estudio se enmarca en el paradigma cualitativo-interpretativo y sigue el método de “Estudio de caso” con un diseño “Intrínseco” (Stake, 1996; 2007; Montero y León, 2002). Se ha seleccionado este método de investigación en tanto se quiere estudiar y comprender a profundidad las particularidades y complejidad de un caso singular: el desarrollo de las nociones espaciales (topológicas, proyectivas y euclidianas) en una persona con discapacidad motora severa (parálisis cerebral) cuando interactúa con una interfaz háptica.

El documento sigue la estructura del informe de “Estudio de caso” sugerida por Stake en su libro y ratificada por Montero y León en 2002. Así la primera parte presenta la *situación problema y definición del caso*, que sería equivalente a la definición del problema en la lógica positivista, posteriormente se sigue con la *conceptualización* que equivale al marco de antecedentes y teórico; el siguiente momento aborda la *instrumentalización*, allí se presenta los instrumentos empelados y algunos criterios de validación. Se continúa con los análisis de la información recolectada denominados resultado para finalizar con los asertos, sugerencias y proyecciones derivados del análisis y que equivaldrían a las conclusiones en trabajos de orden positivistas

INSTRUMENTALIZACIÓN

Los instrumentos de evaluación.

Para establecer elementos de rigor en la investigación, se tuvo en cuenta los conceptos de dependencia, credibilidad y transferencia abordados por Sampieri (2010, 473). Elementos que son paralelos a la confiabilidad, validez y objetividad en las investigaciones cuantitativas para la construcción de instrumentos de recolección de datos.

La “dependencia” referida a la consistencia y coherencia de los resultados, la “credibilidad” referida al logro del investigador por capturar el significado completo y profundo de las experiencias de los participantes vinculadas al problema, y, la “transferencia”, referida al grado de similitud del contexto de estudio con otros contextos determinado por los usuarios del estudio.

Por otra parte, la “confiabilidad” se refiere al grado que tiene un instrumento para producir resultados consistentes y coherentes. La “validez” referida a la certeza que tiene un instrumento en medir lo que se quiere medir, este concepto, se puede evidenciar a través de diferentes criterios, el primero es de “contenido”; cuando el instrumento refleja el dominio de conocimiento de lo que mide, el segundo de “criterio”; cuando se establece la validez del instrumento al ser comparado con un criterio externo que pretende medir lo mismo, el tercero, de “constructo”; que refiere a la representación y medición exitosa de un concepto teórico y, por último, la “validez de expertos” que refiere al grado en que un instrumento mide lo que quiere evaluar de acuerdo con expertos en el tema. Por último, la “objetividad” referida al grado de un instrumento de ser permeable por la influencia o intereses particulares de quien los usa (Sampieri, 2010, p. 473 - 478).

Asimismo, es importante recordad la relevancia de los registros de observación y los formatos dispuestos para ello, pues, “La observación es formativa y constituye el único medio que se utiliza siempre en todo estudio cualitativo” (Sampieri, 2012, p. 418). No

obstante, el formato no requiere seguir una estructura estandarizada, “Lo que sabemos es que debemos observar y anotar todo lo que consideremos pertinente y el formato puede ser tan simple como una hoja dividida en dos, un lado donde se registran las anotaciones descriptivas de la observación y otra las interpretativas” (Cuevas, 2009).

Partiendo de esos requerimientos, en este estudio se construyeron instrumentos de evaluación que permitían recoger la información necesaria, el primero de ellos, fue denominado como “matriz de instrucciones” Instrumento diseñado para evaluar el desarrollo de nociones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas haciendo uso de la interface construida.

Este instrumento (Ver, Resultado de instrumento construido) conformado por cincuenta elementos (instrucciones) que demuestran el desarrollo de nociones espaciales a través de la ejecución de tareas, fue condicionado por los requisitos de credibilidad, dependencia y transferencia que promueven el rigor del estudio. No obstante, se analizaron los requisitos paralelos de la investigación cuantitativa, como la validez y objetividad debido a que; el instrumento diseñado permite manipular datos numéricos que orientan los análisis cualitativos, y, debido a que los requisitos cualitativos de rigor se centran en el análisis posterior a la recogida de la información.

Estos conceptos fueron tenidos en cuenta para la construcción de los instrumentos de evaluación de la siguiente manera; La validez de “contenido” cuando al abordar la generalidad teórica del desarrollo de nociones espaciales, distribuyendo proporcionalmente la cantidad de instrucciones en relación al número de nociones que se deben incluir en cada uno de los espacios topológico, proyectivo y euclidiano, demostrando así que el instrumento aborda la totalidad del contenido que se quiere evaluar al incluir la conjunto total de sus componentes. Lo anterior sustentado en que “un instrumento de medición requiere tener representados prácticamente a todos o la mayoría de los componentes del dominio de contenido de las variables a medir”, por ejemplo, “una prueba de operaciones aritméticas no tendrá validez de contenido si incluyera sólo problemas de resta” (Sampieri, 2012, p. 201).

La validez de criterio al observar que las instrucciones dadas para evaluar las nociones a través del uso de la interface, arrojarían los mismos resultados si se estuviera evaluando en ausencia de la interface háptica, como se realiza normalmente en las actividades escolares. Es decir, una persona bajo patrones motrices normales que desconoce las nociones topológicas de orientación “izquierda” y “derecha”, no lograría realizar la instrucciones “gira a tu derecha”, ni tampoco lograra ejecutar la instrucción “ubica el carro a tu derecha”, estas dos instrucciones diferenciadas porque la última requiere el uso de la interface háptica construida, evalúan la misma noción y arroja los mismos resultados.

Para la validez de constructo se tuvo en cuenta las tres etapas de Carmines y Zeller (1991), en la primera se establece teóricamente la relación entre los conceptos, en la segunda etapa se realiza un análisis de la correlación entre los conceptos, y por último, se realiza una interpretación empírica de la validez de los elementos particulares. Como se puede apreciar, la validez de constructo se sustenta bajo la revisión teórica.

Esta validez de constructo contribuye al criterio de rigor de credibilidad toda vez que orienta las observaciones del investigador, así como también es fortalecida con estrategias que se realizan posterior a la recogida de los datos como es el proceso de triangulación. Según Sampieri (2010), las preguntas que se deben responder con la validez de constructo y sus respuestas en este estudio son;

- ¿El concepto teórico está realmente reflejado en el instrumento? Si, pues el instrumento aborda en totalidad los elementos nocionales del espacio, los términos usados son la

representación verbal de las relaciones espaciales, se encuentra debidamente organizado según el desarrollo normal del espacio en los niños, y, se acogen a una estrategia a partir de instrucciones que debe realizar la persona para evidenciar el desarrollo de la noción espacial, recurso que es usualmente utilizado en las actividades escolares con el mismo propósito de este instrumento.

- ¿Qué significan las puntuaciones del instrumento? El instrumento permite registrar el número de instrucciones ejecutadas correcta e incorrectamente y sus resultados nos ubican en una rúbrica (ver tabla No. 5) que describe de forma cualitativa el dominio nocional de la persona respecto a las diferentes relaciones espaciales.

- ¿El instrumento mide el constructor y sus dimensiones? Si, las relaciones espaciales se encuentran clasificadas en topológicas, proyectivas y euclidianas, y se incluyen en este mismo orden con el fin de evaluar el desarrollo nocional de las diferentes relaciones espaciales.

- ¿Cómo opera el instrumento? El instrumento cuenta con cincuenta instrucciones que se deben impartir a la persona evaluada, para que luego esta ejecute la instrucción. Si la instrucción es realizada correctamente, la casilla que se encuentra al frente de la instrucción será marcada con un SI de lo contrario con un NO. Al finalizar la instrucciones se cuenta el número de instrucciones correctas para cada uno de los tipos de espacio (topológico de orientación, topológico de distancia, topológico de situación, proyectivo y euclidiano), para luego ubicarnos en la rúbrica, de tal manera que determinemos el dominio nocional que la persona tiene del espacio.

Noción	Diagnóstico inicial	NIVEL DE APROPIACIÓN			
		Sin dominio (0% a 25% de las instrucciones dadas)	Dominio bajo medio (26% a 50% de las instrucciones dadas)	Dominio medio alto (51% a 75% de las instrucciones dadas)	Dominio Alto (76% a 100% de las instrucciones dadas)
Espacio Topológico	Relaciones de orientación (izquierda-derecha, delante – detrás, arriba – abajo, frontera – limite) Se le indica a la persona para que ubique o identifique la ubicación de la interface respecto a su cuerpo	No sigue instrucciones cuando se le solicita que ubique la interface a la izquierda, derecha, delante atrás, abajo, arriba respecto a su cuerpo	Con frecuencia no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que ubique la interface a la izquierda, derecha, delante atrás, abajo, arriba respecto a su cuerpo.	En ocasiones no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que ubique la interface a la izquierda, derecha, delante atrás, abajo, arriba respecto a su cuerpo.	Logra seguir instrucciones con fluidez cuando se le solicita que ubique la interface a la izquierda, derecha, delante atrás, abajo, arriba respecto a su cuerpo
	Relaciones de distancia (Cerca - lejos, proximidad – separación, agrupación) Se le indica a la persona para que dentro de un plano agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias características respecto a su relación de distancia	No sigue instrucciones cuando se le solicita que agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias características respecto a su relación de distancia.	Con frecuencia no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias propiedades.	En ocasiones no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias propiedades.	Logra seguir instrucciones con fluidez cuando se le solicita que agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias propiedades.
	Relaciones de situación (dentro -	No sigue instrucciones	Con frecuencia no logra seguir	En ocasiones no logra seguir	Logra seguir instrucciones

	afuera, encima - debajo, interior - exterior, orden, cerrada, abierta, vecindad): Se le indica a la persona que ubique la interface en una condición espacial del entorno espacial	cuando se le solicita que ubique la interface en una condición espacial del entorno	Instrucciones cuando se le solicita que ubique la interface en una condición espacial del entorno	Instrucciones cuando se le solicita que ubique la interface en una condición espacial del entorno	con fluidez cuando se le solicita que ubique la interface en una condición espacial del entorno
Espacio topológico	Se le indica que desplace o ubique la interface en relación a los objetos que lo rodean	No sigue instrucciones cuando se le solicita que ubique o desplace la interface en relación a la orientación de los objetos que lo rodean	Con frecuencia no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que ubique o desplace la interface en relación a la orientación de los objetos que lo rodean	En ocasiones no logra seguir instrucciones cuando se le solicita que ubique o desplace la interface en relación a la orientación de los objetos que lo rodean	Logra seguir instrucciones con fluidez cuando se le solicita que ubique o desplace la interface en relación a la orientación de los objetos que lo rodean
Espacio Euclidiano	En un área donde se represente una malla vial, se le indica al niño que desplace el carro siguiendo instrucciones de horizontalidad, verticalidad, Angulación, paralelismo, perpendicularidad, profundidad y volumen	No sigue instrucciones cuando se le solicita que desplace la interface de forma horizontal, vertical, paralela, perpendicular y en relación a un ángulo o volumen del entorno.	Se confunde con mucha frecuencia cuando se le solicita que desplace la interface de forma horizontal, vertical, paralela, perpendicular y en relación a un ángulo o volumen del entorno.	Se confunde en ocasiones cuando se le solicita que desplace la interface de forma horizontal, vertical, paralela, perpendicular y en relación a un ángulo o volumen del entorno.	Logra seguir instrucciones con fluidez cuando se le solicita que desplace la interface de forma horizontal, vertical, paralela, perpendicular y en relación a un ángulo o volumen del entorno.

Rubrica descriptiva de aprobación de nociones espaciales topológicas, euclidianas y proyectivas.

Por otro lado, para procurar la construcción de un instrumento con “objetividad” al reducir los intereses particulares, como también para incrementar el grado de dependencia o “confiabilidad cualitativa”, tanto la matriz de instrucciones, la rúbrica y el “formato para el seguimiento de actividades”, fueron expuestos ante una validación de expertos². No obstante, la dependencia recobraría mayor importancia al momento de entablar los análisis fruto de la observación y los datos recolectados, pues según las Franklin y Ballau (2005) la dependencia es “el grado en que diferentes investigadores que recolecten datos similares en el campo y efectúen los mismos análisis, generen resultados equivalentes”, hecho que debe surgir a través del dialogo de quienes analizan y realizan seguimiento a este estudio.

No.	Relaciones de espacio	Instrucción	S/N
1		Ubica el carro a tu derecha.	
2			

² Para ello, se contó con dos personas expertas, la primera se desempeña como docente universitaria en la formación de profesores de educación especial y con experiencia en el campo del desarrollo de espacio en el niño, la segunda persona formada como médica, con amplia experiencia en el tratamiento médico y la asistencia educativa de personas con discapacidades, se desempeña en la actualidad como directora del hogar Santa Rita de Cascia permitiéndole conocer de manera personal el caso que se está estudiando. El proceso de validación se realizó a través de una entrevista semi-estructurada, la cual fue registrado en audio y anexada a este documento.

3			
Apuntes generales:			

Formato para el seguimiento de actividades.

En relación al “formato para el seguimiento de actividades”, no es más que un instrumento que permite al investigador incluir aquellas instrucciones (tomadas de la “matriz de instrucciones”) que se van teniendo en cuenta dentro de las intervenciones programadas para el desarrollo de nociones espaciales. Asimismo incluye un espacio en el que permite registrar las observaciones descriptivas e interpretativas de las mismas sin ninguna limitación. De esta manera, se puede hacer un seguimiento progresivo a cada una de las intervenciones focalizando las observaciones en el desarrollo de las nociones y todos aquellos factores que alteren los resultados esperados.

La interface háptica construida

Para el diseño de la interface se ha tomado como base el sistema Hombre-Máquina que intenta generar la mejor comunicación posible entre el hombre y la máquina teniendo la posibilidad de encargarse de la gestión de varios estímulos sensoriales. Su esencia está en el control de elementos de salida “Outputs” como displays auditivos, visuales y táctiles por medio de la interacción con elementos de entrada de señales “Inputs”.

Al permitir que el usuario experto pierda importancia permitiendo la interacción directa entre el hombre y la máquina, este tipo de diseño brinda la posibilidad de evidenciar la evolución en el manejo, la habilidad desarrollada y los posibles resultados que se den en el usuario fruto del trabajo con el artefacto que sirve como mecanismo de salida.

Los sistemas Hombre-Máquina cuentan con una clasificación que está dada por la interacción del usuario y los elementos del entorno, a continuación las nombramos ahondando únicamente en la que corresponde a la interfaz del presente proyecto:

Sistemas Manuales: El usuario es quien aporta la energía para el funcionamiento del sistema.

Sistemas Automáticos o de autocontrol: pertenecen más a la teoría que a la realidad ya que o es factible prescindir totalmente de la intervención de la persona para un funcionamiento programado y autorregulable como lo plantea esta clasificación del modelo Hombre-Máquina.

Sistemas Mecánicos: En este sistema el usuario solo aporta una parte limitada de energía para la ejecución de las actividades ya que el diseño estipula que sea una fuente externa o máquina quien provea la mayor cantidad de esfuerzo.

En este tipo de sistema, el usuario es informado del esquema de trabajo y luego por medio de los elementos de control, lleva a cabo la regulación del sistema.

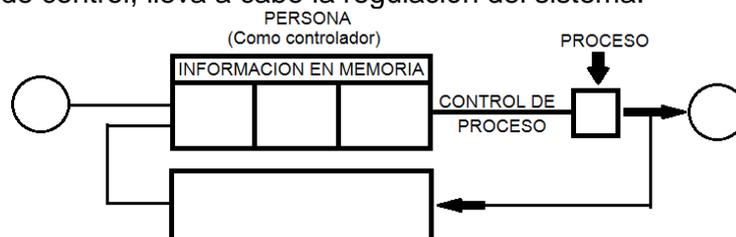


Diagrama Sistemas Hombre-Máquina mecánicos

Fuente: Unexpo (Ergonomía Y Cibernética).

*En: <http://ergonomia-y-cibernetica-enero-2011-unexpo.wikispaces.com/Cap%C3%ADtulo+2+Sistemas+Hombre-M%C3%A1quina>
Consultado en Mayo de 2015.*

Para diseñar el sistema Hombre-Máquina se hace necesario llevar a cabo un ejercicio de enumeración de funciones para establecer su distribución entre usuario y máquina, jerarquizándolas y teniendo en cuenta las condiciones especiales de cada uno, de esta forma se llegó al planteamiento del elemento móvil de la interfaz.

Primera unidad de control remoto inalámbrico:

Inicialmente se decidió que dicha interfaz contara con un control inalámbrico que pudiera ser acoplado a la muñeca de la paciente por medio de cómodas correas de sujeción que mantuvieran sujeta la unidad a su mano permitiéndole libertad de movimientos.

Esta unidad remota (control inalámbrico) será controlada a partir de una señal que envía un giroscopio electrónico, encargado de censar los cambios en la inclinación y aceleración del control:

Dicho dispositivo se encarga de entregar datos digitales correspondientes a los ejes X y Y. Para efectos del proyecto se utilizara el Acelerómetro de 3 Ejes LIS3LV02DL de la empresa STMicroelectronics. Se elige este dispositivo micro electromecánico capacitivo (acelerómetro) por su bajísimo consumo de potencia, en contraste con sus altísimas prestaciones. Su función más básica es censar fuerzas g por medio de la relación que se da internamente entre dos estructuras mecánicas semi-conductoras, una de ellas es móvil y otra se halla fija, al momento de percibir un cambio en la orientación o aceleración, se genera una variación en nivel capacitivo proporcional a la fuerza ejercida sobre el elemento.

Las variaciones encontradas por el acelerómetro son enviadas posteriormente al micro controlador Atmel ATmega328 alojado en el arduino nano V3.0 Gracias al programa descrito en detalle en el apartado de anexos:

El arduino es una plataforma de hardware de desarrollo libre compuesta por un micro controlador y que dispone de puertos de entrada salida que facilitan la creación y el desarrollo de un sinnúmero de diseños por medio de la programación en lenguaje Processing, se encarga de la recepción, interpretación, procesamiento y posterior envío de los datos al vehículo robótico por medio de una antena omnidireccional Xbee Pro:

El módulo de transmisión inalámbrica Xbee Pro funciona con una transmisión serial que puede ser configurada desde el microcontrolador o por medio del software X-CTU (proveído por el fabricante) desde el computador en interconexión con la Explorer Usb:

La tarjeta Xbee Explorer cumple la función de puente entre el pc y el módulo Xbee, permitiendo por intermedio del software X-CTU la programación del dispositivo Xbee Pro, en lo que tiene que ver con tipo de conexión y declaración de dispositivo emisor y receptor.

Todo lo anterior quedó integrado en una unidad totalmente independiente que tiene la posibilidad de trabajar de manera remota, debido a que cuenta con su propia fuente de energía, el micro controlador del arduino nano y la antena omnidireccional xbee pro. Dichos aditamentos se hallan integrados en una unidad de control remoto adaptable a cualquier parte del cuerpo del niño en el que este cuente con movimiento voluntario.

Segunda unidad de control remoto inalámbrico:

Durante las pruebas con la paciente, se pudo conocer la dinámica y limitaciones de movilidad y de rendimiento físico de esta, pensando en mejorar aún más la interacción con

el dispositivo, se intenta brindarle una mejor opción de control por lo que se diseña un nuevo control inalámbrico que le permita mayor maniobrabilidad y descanso. Luego del respectivo proceso de diseño, se opta por la construcción de una nueva unidad que sea capaz de percibir los cambios ejercidos por fuerza mecánica de la mano de la paciente y para esto la mejor opción es el uso de un Joystick.

Con el joystick, que es un dispositivo de control de dos o tres ejes, se logran sensar los movimientos que realiza un usuario con su mano. Para nuestro caso, utilizamos un joystick analógico de tres ejes que por medio de los cambios en la resistencia de unos potenciómetros logra percibir los cambios en la inclinación que sufre su palanca de mando cuando es accionada por la paciente. Dichos cambios son procesados por una tarjeta programable Arduino Uno R3 que a su vez envía los datos correspondientes según su programación a la interfaz háptica por medio del Protocolo Bluetooth utilizando para esto un módulo HC05.

El módulo HC-05 es un componente que integra el chip de transmisión recepción de bluetooth con una tarjeta de alojamiento y configuración que permite acoplarlo y desacoplarlo de manera fácil y funcional a los sistemas electrónicos estándar, permite además su respectiva configuración como maestro o esclavo con la simple intervención de una tarjeta electrónica programable (arduino) en combinación con un programa descargable desde la página de arduino.

Todo lo anterior quedó integrado en una nueva unidad totalmente independiente que también tiene la posibilidad de trabajar de manera remota, debido a que cuenta con su propia fuente de energía, el micro controlador del arduino uno y el módulo bluetooth HC-05. Dichos componentes se hallan integrados en la unidad de control remoto de manera compacta permitiendo la manipulación cómoda y efectiva de la interfaz.



Sección móvil de la interface.

En cuanto al sistema electrónico montado en el vehículo robótico, se cuenta inicialmente con un módulo Xbee Pro idéntico al integrado en el control y que hace las veces de antena de recepción. Dicha antena entrega los datos recibidos desde el mando a distancia al micro controlador Atmel ATmega328 alojado en el Arduino Uno por medio de un acople con la tarjeta "Wireless Shield With Xbee"

La tarjeta Wireless shield SD sirve de acople entre el Xbee Pro y el Arduino Uno que está dotado de su propio programa.

Con el programa desarrollado, el Arduino Uno, otra placa electrónica programable, es capaz de recibir, identificar, procesar y enviar para amplificación las señales digitales recibidas desde el control remoto. La señal digital entregada por el micro controlador es incapaz de actuar sobre los motores directamente, por tanto se hace necesario el uso de un sistema de amplificación (Driver) que eleve el nivel de corriente de los datos entregando la potencia necesaria a los motores para que puedan llevar a cabo el trabajo necesario para mover el vehículo robótico. Dicho controlador de motores contiene un integrado L298:

La tarjeta controladora de motores de corriente directa posee dos puentes H totalmente independientes, proveyendo además la posibilidad de acoplar de manera segura los conectores hacia los motores al contar con bloques de terminales atornillables, así como las

entradas de control lógico y habilitación del puente H que se encuentran dotadas con headers macho de fácil conexión.

A las dos salidas de motor con las que cuenta el Driver, se hallan conectados cuatro motores Escap k24 de 12vdc, 60 rpm y que cuentan con un torque de 4Kg/cm.

Estos motores son los encargados de proveer movimiento al vehículo ya que están acoplados a las ruedas que conforman el kit robótico Baron 4wd:

El kit Baron 4wd presta soporte estable y flexible a los componentes utilizados en el proyecto, ya que permite realizar perforaciones sobre la superficie de apoyo con el fin de ubicar, espaciar y asegurar los elementos según la necesidad que se tenga en cuanto a distribución en el cuerpo del vehículo. Cuenta además con un switch de encendido general para energizar y desenergizar el sistema cuando sea necesario.

En relación con el diseño de la interfaz háptica, se tuvieron en cuenta los conceptos de usabilidad, adaptabilidad, accesibilidad y seguridad. Para nuestro proyecto se hizo importante tener en cuenta estos factores y tanto en la interfaz desarrollada para las pruebas como en las actividades planteadas durante la investigación, se mantuvo como prioritaria la condición de discapacidad en la que se encuentra la paciente que fue objeto de la investigación, evitando esfuerzos para la comprensión, ejecución o desarrollo de las actividades propuestas.

Para el proyecto fue importante tener en cuenta el concepto de usabilidad a la hora de plantearnos cuál era la mejor forma de permitirle a la persona desarrollar una manipulación óptima de la interfaz háptica, esta etapa fue la que nos permitió decidir que el control debería adaptarse a la muñeca y que tendría que ser fácil de mover, sin cables u objetos pesados que obstaculizaran su operación. Aún luego de las pruebas de campo, la usabilidad nos llevó a replantear un nuevo control para lograr un mejor ajuste a las posibilidades de movimiento que descubrimos en la paciente, esto culminó con el diseño de un nuevo elemento de control inalámbrico operado ahora por joystick con antena bluetooth y con soportes de acople en la palanca de mando.

Otro aporte desde la accesibilidad y adaptabilidad ocurrió al descubrir las limitaciones de vista que vivía la paciente, quien en ocasiones no distinguía con claridad la orientación del vehículo (parte frontal y posterior) requiriendo realizar la construcción de una carrocería con stickers adheridos para permitirle una mayor referenciación del vehículo.

RESULTADOS O HALLAZGOS

La información recolectada fue organizada sistemáticamente en relación con las nociones topológicas, proyectivas y euclidianas, elementos que son las categorías de análisis en este estudio, con el fin de comprender cómo avanzaba el sujeto al usar la interface háptica construida.

Los instrumentos de recolección de información diseñados se caracterizan por facilitar la sistematización de la información respecto a cada intervención realizada y categorizando la información de las tres relaciones espaciales.

Por esta razón, en este apartado se expondrá inicialmente los resultados obtenidos en cada una de las intervenciones, organizadas bajo tres etapas; evaluación diagnóstica, intervenciones y evaluación final. Para luego presentar una interpretación clasificada desde las relaciones espaciales.

Las intervenciones

Con el fin de evaluar los resultados obtenidos en la construcción de nociones espaciales debido al uso de la interface háptica, se planteó como primera medida el desarrollo de una prueba diagnóstica que permitiera evidenciar el punto de partida

Para ello, se usó la matriz de instrucciones validada por la experta. No obstante, esta fue modificada debido a que en este caso se busca evaluar la adquisición de nociones anteriores al uso de la interface y no el desarrollo de las nociones producto de la interacción con el espacio mediado por la interface háptica.

Antes de entrar en los resultados de la prueba diagnóstica, es necesario tener en cuenta que:

- Se comprobó con anterioridad que la persona reconociera algunas figuras como cubos, cilindros o pirámides.
- Se evidencio con anterioridad el reconocimiento de colores de primer y segundo grado.
- Fue confirmado por personal del hogar que la persona objeto de este estudio percibe la profundidad, no obstante desconocen si presenta alguna distorsión en esta percepción.
- Aunque la matriz utilizada cumple con los mismos parámetros, está no se diseñó a partir de instrucciones o la ejecución de tareas, sino a través de preguntas del contexto espacial que evidenciara el desarrollo de la noción.
- Ninguna de las preguntas utilizadas pueden ser respondidas con una afirmación o negación, evitando de esta manera respuestas correctas al azar.
- Se evitó preguntas que incluyeran negaciones como; “¿De qué color es el cubo que NO se encuentra al interior de la caja?” buscando evitar que la mala interpretación de la pregunta incidiera en los resultados.

Teniendo presente lo anterior, el instrumento construido y aplicado arrojó los siguientes resultados.

NOCIÓN	ACTIVIDAD	INSTRUCCIONES O INTERROGANTES	S / N
Relaciones espaciales topológicas	Relaciones de orientación (izquierda-derecha, delante – detrás, arriba – abajo, frontera – limite)	¿De qué color es la figura que se encuentra a tu derecha?	N
		¿De qué color es la figura que se encuentra a tu izquierda?	N
		¿En posición ubique el cubo rojo (ubicándolo atrás de ella)?	S
		¿De qué color es la figura que está al frente tuyo?	S
		¿De qué color es la figura que se encuentra arriba de ti?	S
		¿De qué color es la figura que se encuentra abajo de ti?	S
		¿En qué posición está el cubo verde? (diagonal)	N
		De qué color es la frontera del cuadro (marcando sobre un tablero acrílico un cuadro y dentro de él otras figuras de colores diferentes)	N
		¿el cubo se encuentra al frente de tu cara y de tu cuerpo? (negativa debido a que gira la cabeza a la derecha)	N
		¿El cubo se encuentra al frente de tu cuerpo? ¿El cubo se encuentra arriba de tu cuerpo? (las dos preguntas son afirmativas)	N
	Relaciones de distancia (Cerca - lejos, proximidad - separación,	¿De qué color es el cubo que está más lejos?	S
	¿De qué color es el cubo que está más cerca?	S	

	agrupación) Se le indica a la persona para que dentro de un plano agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias propiedades (color, forma y tamaño)	¿Qué figura está más próxima a la esfera?	N
		¿De qué color es el cubo que está más separado de la esfera?	S
		¿Qué figuras están agrupadas? (se utilizó cubos, cilindros, conos, esferas)	N
	Relaciones de situación (dentro - afuera, encima - debajo, interior - exterior, orden, cerrada, abierta, vecindad): Se le indica a la persona que ubique la interface en una condición específica.	¿De qué color es el cubo que está encima del cubo verde? (se hace tres torres juntas de tres cubos y en medio se ubica el cubo verde)	N
		¿De qué color es el cubo que está debajo de cubo verde?	N
		¿De qué color son los cubos que se encuentra en el interior de la figura? (haciendo una figura en el piso con cinta y ubicando cubos de un solo color dentro de la figura y otros de colores diferentes en el exterior)	N
		¿De qué color son los cubos que se encuentra en el exterior de la figura? (haciendo una figura en el piso con cinta y ubicando cubos de un solo color en el exterior de la caja y otros de colores diferentes en el exterior)	N
		De qué color son los cubos que se encuentran dentro de la caja (ubicando 2 cubos del mismo color en la caja y otros fuera de la caja en parejas de colores)	S
		De qué color son los cubos que se encuentran fuera de la caja (ubicando 2 cubos del mismo color en la caja y otros 2 de otro color fuera de ella)	S
		¿De qué color es la figura abierta? (formando una figuras abiertas y varias cerradas en un tablero acrílico)	N
¿De qué color es la figura cerrada? (formando una figura cerradas y varias abiertas en un tablero de acrílico)		N	
¿Qué objeto se encuentra encerrado por una figura? (formando figuras de forma abierta y cerrada con cinta)		N	
¿Cuál es el color del cubo que es vecino del cubo verde?		N	
Relaciones espaciales Proyectivas	Se organiza una serie de objetos en un área observable por la persona, luego se ubica la interface en un punto del área de trabajo y se prosigue a dar las instrucciones	¿De qué color es el cubo que se encuentra a la derecha del muñeco? (se ubicó un muñeco para poder hacer referencia del espacio respecto a él – este no comparte la misma dirección que la persona)	N
		¿De qué color es el cubo que se encuentra a la izquierda del muñeco?	N
		¿De qué color es el cubo que se encuentra al frente del muñeco?	N
		¿De qué color es el cubo que se encuentra atrás del muñeco?	N
		¿De qué color es el cubo que se encuentra arriba del muñeco? (sin superar la altura de la persona)	N
		¿De qué color es el cubo que se encuentra abajo del muñeco? (puede superar la altura de la persona)	N
		¿De qué color es la figura que se encuentra diagonal al muñeco?	N
		¿El muñeco se encuentra adelante, atrás, a la derecha o a la izquierda del carro? (Ubicándolo el muñeco atrás del carro)	N
		¿El muñeco se encuentra adelante, atrás, a la derecha o a la izquierda del carro? (Ubicándolo el muñeco a la derecha del carro)	N
		¿Cuál cubo es más grande? (ubicando el pequeño más cerca a la posición de la persona, de tal manera que el tamaño que observa dependa de la percepción de profundidad)	S
Relaciones espaciales euclidianas	Organizar un área en la que se pueda representar una malla vial, luego se indican instrucciones en las	¿Cuál es el color de la línea horizontal? (utilizando un tablero acrílico con tres líneas, una horizontal, otra vertical y otra diagonal)	N
		¿Cuál es el color de la línea vertical?	N
		¿Cuál es la rampla con mayor inclinación? (dibujando en un tablero dos rampas con diferente ángulo)	N

que se manejen los términos horizontalidad, verticalidad, Angulación, paralelismo, perpendicularidad, profundidad, volumen	¿De qué color es la línea paralela a la línea roja (dibujando tres líneas en un tablero acrílico, la roja de manera horizontal, otra paralela a la roja y la última perpendicular a la roja)	N
	¿De qué color es la línea paralela a la línea roja (dibujando tres líneas en un tablero acrílico, la roja de manera vertical, otra paralela a la roja y la última perpendicular a la roja)	N
	¿De qué color es la línea perpendicular a la línea roja (dibujando tres líneas en un tablero acrílico, la roja de manera horizontal, otra paralela a la roja y la última perpendicular a la roja)	N
	¿De qué color es la línea perpendicular a la línea roja (dibujando tres líneas en un tablero acrílico, la roja de manera vertical, otra paralela a la roja y la última perpendicular a la roja)	N
	¿Cuál estas figuras tienen mayor volumen?	N
	¿Cuál estas figuras tiene ocupa un mayor espacio?	N
	¿Cuál de estas cajas tiene una mayor profundidad?	N

Resultados de instrumento construido.

Como podemos observar, fueron utilizadas 45 preguntas de las cuales veinticinco (25) corresponden al espacio topológico (10 de orientación, 5 de distancia y 10 de relación), diez (10) del espacio proyectivo y 10 del espacio euclidiano.

Del espacio topológico, fueron respondidas correctamente nueve (9) de las veinticinco (25) preguntas equivalentes al 36%, de estas preguntas correctas cuatro (4) corresponden a las relaciones de orientación, tres (3) de distancia y dos (2) de situación. Es decir, un 40% de las preguntas de orientación, un 60% de las preguntas de distancia y un 20% de las preguntas de situación.

Con lo anterior, hacemos referencia a la tabla cualitativa de niveles de apropiación para definir qué; respecto a las relaciones topológicas de orientación, la persona se encuentra en un dominio “bajo medio”, en las relaciones de distancia con un dominio “medio alto”, y, frente a las relaciones de distancia la persona se encuentra “sin dominio” de estas nociones.

En cuanto a las relaciones proyectivas, el número de respuestas correcta por la persona fue notoriamente menor con tan solo una, equivalente al 10%, por lo tanto clasificamos “sin dominio” el nivel de apropiación de las nociones proyectivas.

Por último, el nivel de apropiación de las nociones euclidianas también fue clasificado como “sin dominio” debido a que no se respondieron correctamente ninguna de las diez (10) preguntas realizadas a la persona.

Con lo anterior, partimos para el desarrollo de actividades que permiten la manipulación del entorno haciendo uso de la interface háptica construida. Para luego de siete intervenciones continuar con la evaluación final para evidenciar el comportamiento de las nociones, para ello se tuvo en cuenta algunas aspectos tales como que; los instrumentos deben ser fácilmente comparables con los usados en la evaluación diagnóstico y en las actividades; no se debe intervenir cuando la persona está ejecutando la instrucción pues de manera inconsciente se puede alterar los resultados; las instrucciones de evaluación no se repiten pues eliminaría las posibilidades de respuesta y podría ser ejecutada la tarea no por el desarrollo de la noción sino por descarte; la evaluación se realiza al menos un día después de cualquier actividad de explicación y ejercitación con el fin de recurrir a nociones adquiridas a largo plazo y no en una memoria de trabajo. De esta manera se obtuvo los siguientes resultados organizados en la siguiente matriz de instrucciones.

NOCIÓN	ACTIVIDAD	INSTRUCCIONES	S / N
Relaciones	Relaciones de orientación	Ubica el carro a tu derecha.	S

espaciales topológicas	(izquierda-derecha, delante – detrás, arriba – abajo, frontera – límite) Se le indica a la persona para que ubique o identifique la ubicación de la interface respecto a su cuerpo	Ubica el carro a tu izquierda	S
		Ubica el carro atrás	S
		Ubica el carro adelante	S
		Ubica el carro arriba	S
		Ubica el carro abajo	S
		Ubica el carro diagonal a tu cuerpo	N
		Mueve el carro sin salir de las fronteras de la figura	N
		Ubica el carro al frente de tu cuerpo, luego al frente de tu cara	S
		Ubica el carro a la izquierda de tu cuerpo, ubica el carro detrás de tu cabeza (con la cabeza girada a la derecha de tal manera que las dos posiciones sean la misma)	N
		Relaciones de distancia (Cerca - lejos, proximidad – separación, agrupación) Se le indica a la persona para que dentro de un plano agrupe, separe o identifique una serie de objetos que cumplen una o varias propiedades (color, forma y tamaño)	Ubica el carro lejos
	Ubica el carro cerca		S
	Aproxima el (la) α la β		S
	Separa los (las) α del grupo		S
	Agrupar los (las) α de color rojo (o cualquier otro)		S
	Relaciones de situación (dentro - afuera, encima - debajo, interior - exterior, orden, cerrada, abierta, vecindad): Se le indica a la persona que ubique la interface en una condición específica.	Ubica el carro encima de α	S
		Ubica el carro debajo de α	S
		Ubica el carro en el interior de α	S
		Ubica el carro en el exterior de α	S
		Ubica el carro dentro de la α	S
		Ubica el carro fuera de la α	S
Ingresa carro a la figura abierta sin tocar la frontera		N	
Ingresa a la figura cerrada sin tocar la frontera (dar cuenta que no es posible)		S	
Realiza una figura abierta con el carro ³		S	
Realiza una figura cerrada con el carro		N	
Encierra con el carro el α		N	
Golpea con el carro los vecinos de α		S	
Ubica el carro de tal manera que sea vecino de α pero no de β		S	
Ubica el carro de tal manera que quede vecino de α y β		S	
Empuja a α y β ¿Dejaron de ser de ser vecino después de moverlos? ⁴		N	
Relaciones espaciales Proyectivas	Se organiza una serie de objetos en un área observable por la persona, luego se ubica la interface en un punto del área de trabajo y se prosigue a dar las instrucciones	Gira el carro a la derecha (derecha)	S
		Mueve el carro hacia delante (atrás)	S
		Ubica el carro arriba de α (sin superar la altura de la persona)	S
		Ubica el carro debajo de α (puede superar la altura de la persona)	S
		Mueve el carro diagonal a el α	N
		Ubica el carro frente (o detrás) a el α	S
		Ubica el carro a la derecha (o izquierda) de α	N
		Empuja a el α por su parte trasera (delantera)	S

³ Atando a la interface un cuerda que al cual se estire al paso del carro o bien un marcador de tinta que permita evidenciar el recorrido.

⁴ Al mover los puntos de una figura en los que se incluyen α y β como vecinos

		Empuja a el α por su parte derecha (o izquierda)	N
		Toca el α más grande (ubicando el pequeño más cerca a la posición de la persona, de tal manera que el tamaño dependa de la percepción de profundidad)	S
Relaciones espaciales euclidianas	Organizar un área en la que se pueda representar una malla vial, luego se indican instrucciones en las que se manejen los términos horizontalidad, verticalidad, Angulación, paralelismo, perpendicularidad, profundidad, volumen	Desplace el carro en una vía horizontal a esta calle (señalando la vía)	N
		Desplace el carro en una vía vertical a esta calle (señalando una vía)	S
		Suba con el carro la rampla que mayor ángulo de inclinación tenga	N
		Desplace el carro por una vía que sea paralela a esta (señalando una vía vertical a la posición de la persona)	N
		Desplace el carro por una vía que sea paralela a esta (señalando una vía horizontal a la posición de la persona)	N
		Desplace el carro por una vía que sea perpendicular a esta (señalando una vía vertical a la posición del niño)	N
		Desplace el carro por una vía que sea perpendicular a esta (señalando una vía horizontal a la posición del niño)	N
		Golpea el α con mayor volumen	S
		Parquee el carro en la caja de mayor profundidad	N
		Golpea la figura que tenga mayor profundidad	S

Tabla 1. Matriz de instrucciones de las relaciones espaciales

En esta evaluación final se obtuvo como resultados porcentuales un 70% en las nociones topológicas de orientación, un 100% en las nociones topológicas de distancia, un 73,3% en las nociones topológicas de situación, un 70% de las instrucciones del espacio proyectivo y un 30% del espacio euclidiano.

Es decir, se obtuvo finalmente una descripción de dominio “alto” para las nociones topológicas de distancia, dominio “medio alto” para las nociones proyectivas, topológicas de orientación y de distancia, pero con un avance mucho menor las nociones euclidianas con un dominio “bajo medio”.

Durante las intervenciones se capturo elementos multimedia (ver anexo 7. Archivos multimedia de las intervenciones) evitando contar solo con la capacidad de memorización de los investigadores y favoreciendo los análisis posteriores. Para luego realizar esfuerzos analíticos que permitieran responder los interrogantes planteados.

Resultados por relaciones espaciales

A continuación, se presentaran las interpretaciones hechas clasificadas desde las relaciones espaciales como temas de análisis progresivo,

Para concluir con los resultados obtenidos en este proyecto, se usó como recurso la triangulación que permite confrontar la teoría existente, la información recolectada y los análisis de los investigadores con el fin de poner en evidencia patrones que permitan inferir resultados para comprender a profundidad el caso. En este proceso, el cual fue discriminando los tipos de espacio topológico, proyectivo y euclidiano como temas de análisis progresivos, los investigadores determinaron que en el espacio;

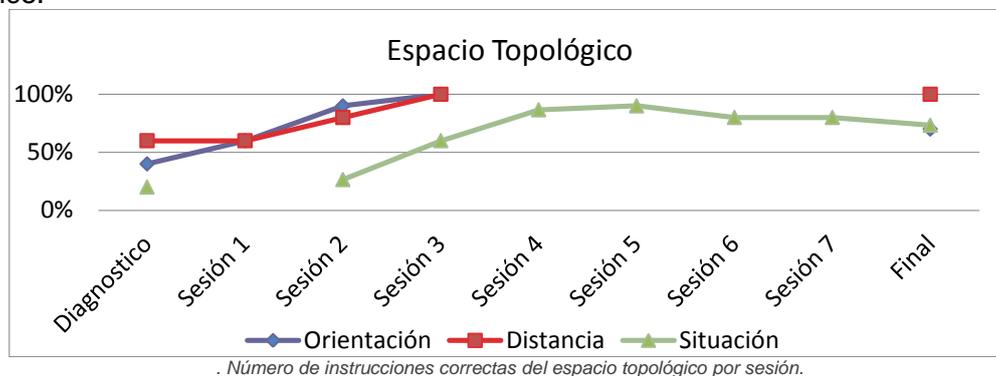
Topológico:

Se puede inferir que a pesar de las limitaciones de movilidad de la persona, existe un avance significativo en el desarrollo nocional del espacio topológico después de realizar las actividades planteadas en las que se requiere la interface háptica construida. Este avance se ve representado con un aumento en la evaluación final con un 30% en las relaciones de orientación, un 40% en las relaciones de distancia y un 53.3% de las relaciones de situación en comparación con la evolución diagnóstica aplicada.

Por otro lado, y pese a que en la teoría existente se resalta la importancia de contar con experiencia sensorio-motrices para el desarrollo de estas nociones y que se desconoce de un intento por el desarrollo de las mismas, se evidencia que antes de las actividades propuestas en este proyecto la persona contaba con la interiorización de un número muy reducido de nociones básicas del espacio topológico. Esto puede deberse a la interacción que ha tenido con su entorno cuando es desplazada por un tercero y/o a la mínima movilidad voluntaria que ha tenido con sus extremidades superiores.

No obstante, las nociones topológicas que se habían interiorizado por la persona son relaciones de orientación y distancia; atrás - adelante, arriba - abajo, lejos - cerca, todas estas caracterizadas por que el punto de referencia es el mismo cuerpo de la persona. Por otra parte, Piaget (1948) afirma que el niño inicia a percibir las nociones topológicas dentro de los primeros cuatro o cinco meses de vida y culmina en un nivel representativo a los siete u ocho años aproximadamente, y tan solo son seis relaciones espaciales que manejaba sin esfuerzo alguno. Lo cual nos lleva a puntualizar que bajo estas condiciones existe un retardo notorio en la interiorización del espacio topológico pues a su edad física (veintiún años) o la madurez mental expresada por la doctora que la asiste (12 o 13 años) debiera haber desarrollado a nivel representativo las demás nociones tales como; izquierda-derecha, diagonal, frontera, proximidad, agrupación, encima -debajo, interior - exterior, dentro -fuera, figuras abiertas -cerradas, vecindad, entre otros.

En relación con la evolución de las nociones del espacio topológico en el transcurso de las actividades, se puede observar que existió un avance casi inmediato y progresivo en el número de instrucciones realizadas correctamente, en la siguiente grafica podemos observar el avance en cada una de las intervenciones que fueron evaluadas para el espacio topológico.



Esta grafica nos revela que existió un avance inicial en cada una de las relaciones del espacio topológico, y debido a que las relaciones de orientación y distancia tuvieron éxito en las primeras intervenciones, se logró concentrar los esfuerzos en las siguientes sesiones en el desarrollo de nociones topológicas de distancia, y los espacios proyectivo y euclidiano.

La decisión de aislar al menos el aspecto evaluativo formal de las relaciones de orientación y distancia en las sesiones cuatro al siete, también fue dada debido a que se observó que el tiempo programado para cada sesión era muy corto para intentar abordar con el método T (total) de Aebli (1988) los tres tipos de espacios, limitando también el tiempo en coherencia con la estrategia propuesta por Ebbinghaus (1885-1919), en la cual se expone una mayor eficacia en el aprendizaje cuando se realiza repeticiones distribuidas evitando la fatiga cognitiva. Es por esta razón que fue establecido un tiempo para cada sesión o intervención no mayor a 45 minutos y con un máximo de 30 instrucciones o tareas.

La disminución progresiva de los resultados positivos en las relaciones de situación y la disminución en la evaluación final de las relaciones de orientación, fue atribuido según la

observación y análisis a que en las últimas sesiones se involucró un número mayor de nociones correspondientes al espacio proyectivo y euclidiano, lo que provocó que en la etapa desequilibradora e interiorización de nuevas nociones se confundiera en el uso de términos que son utilizados en más de uno de los diferentes espacios. Es decir, al realizar instrucciones como; “coloca el carro a tu derecha” y “coloca el carro a la derecha de α ” produce confusión inicial tanto en el espacio topológico ya trabajado como en el proyectivo. Además debemos recordar que la evaluación final se realizó en una en una sesión sin el desarrollo de alguna actividad planteada para ejercitar y repetir, lo cual permite recordar de manera fresca para seguir las instrucciones.

En cuanto algunas relaciones del espacio topológico, se observó que;

En la etapa de explicación y ejercitación para identificar la noción de “diagonal” demostraba bastante inseguridad, pues su cuerpo no se lograba ubicar totalmente de manera vertical ni horizontal y menos podía girar su cuerpo aproximándose a los 90° grados sobre su mismo eje. Es decir, no lograba ubicar su cuerpo de tal manera que todas las partes corporales compartieran la misma lateralidad (la derecha del rostro diferente a la derecha del cuerpo), no obstante, se evidenció la interiorización de la noción al ubicar la interface diagonal la silla como si su cuerpo compartiera dicha orientación (ignorando el punto de observación).

Para instrucciones en las que se solicite desplazar la interface dentro o fuera de alguna área, es recomendable que el espacio de entrada se amplió con el fin de no requerir movimientos finos por parte de la persona, pues es el objetivo no es un control fino sino evidenciar la comprensión de la instrucción.

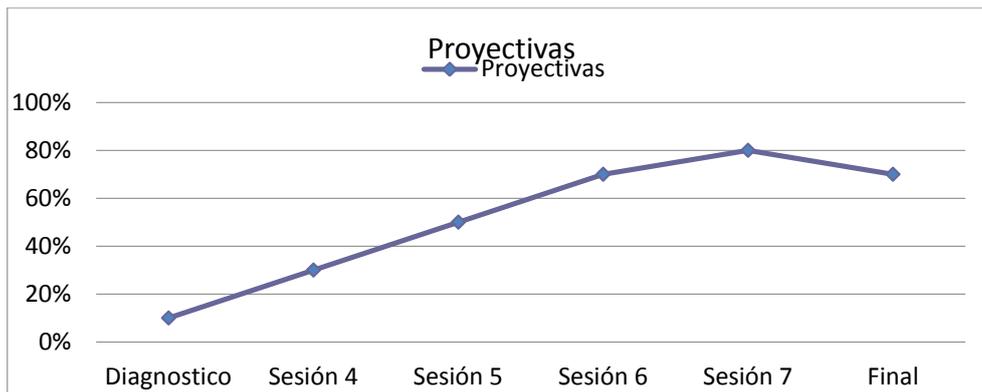
No obstante, reafirmamos el hecho que las actividades produjeron un desarrollo de las nociones espaciales topológicas evidenciadas en el aumento de tareas realizadas correctamente.

Según Piaget (1948), las nociones espaciales se desarrollan de manera progresiva y antes del desarrollo del espacio proyectivo el niño debe desarrollar las nociones topológicas pues “hacia finales de esta etapa el niño percibe las relaciones espaciales entre las cosas pero no se las representa todavía en ausencia de contacto directo (Castro, 2010). Por esta razón una de las decisiones más acertada en las intervenciones fue precisamente fortalecer las nociones topológicas antes de continuar con las demás relaciones espaciales.

Proyectivo.

El espacio proyectivo se incluyó en la evaluación diagnóstico con diez instrucciones de las cuales tan solo se obtuvo una respuesta correcta, lo que indicaba que no existía un dominio de estas nociones.

En el desarrollo de las actividades, estas nociones fueron incluidas a partir de la cuarta intervención, y su comportamiento se puede observar en la siguiente gráfica.



Respecto al desarrollo del espacio proyectivo que inicia a nivel perceptivo en el segundo semestre de vida de los niños y que culmina en la adolescencia cuando logra independizar las acciones reales del espacio con las operaciones mentales, se puede evidenciar que existe un retraso en el desarrollo.

No obstante, el comportamiento de las nociones proyectivas fue progresivo y durante las primeras sesiones el incremento fue constante. No obstante, en la última sesión se disminuyó el incremento y en la evaluación final se obtuvo un porcentaje menor de instrucciones correctas a la última intervención. Este comportamiento, al igual que en las nociones topológicas es atribuido a que la evaluación final no fue antecedida de forma inmediata por alguna actividad que incluyera explicación y ejercitación, y, a que las nociones usadas entran en conflicto con las topológicas al utilizar los mismos términos,

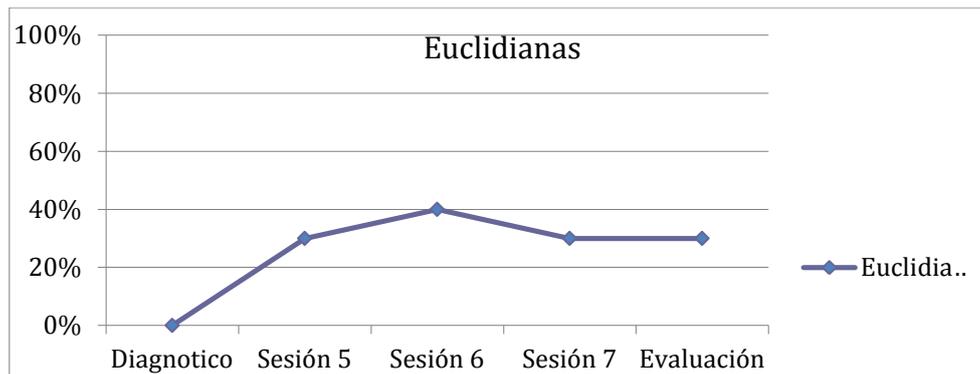
En definitiva concluimos para el espacio proyectivo al igual que el topológico que, existe un desarrollo de las nociones que le permite representar el espacio en ausencia perceptiva, pues logra realizar actividades que requieren la orientación de objetos o en ausencia de un espacio físico.

Euclidiano

De las nociones euclidianas que se desarrollan casi de forma paralela con las nociones proyectivas no se obtuvieron respuestas correctas en la evaluación inicial, lo que igualmente indica un retraso en el desarrollo de este espacio.

Para estas relaciones espaciales debemos tener en cuenta que no se trabajó el aspecto métrico formal, por consiguiente, no se usó un estándar de medición para evidenciar la comprensión del espacio euclidiano. En contraste, se buscó que la persona comprendiera las relaciones propias del espacio euclidiano que al igual que los demás espacios se desarrollan a través de experiencias vividas, es decir "Las figuras comunes de la geometría, lo mismo que las relaciones simples, como la perpendicularidad, el paralelismo, la congruencia y la semejanza provienen de la experiencia ordinaria. Los árboles crecen perpendicularmente al suelo, y las paredes de una casa se construyen verticales a propósito, para que tengan estabilidad máxima. Las orillas de un río son paralelas. El constructor que erige una serie de casas conforme a un mismo plano desea que todas ellas tengan el mismo tamaño y la misma forma, es decir quiere que sean congruentes... semejantes al objeto representado" (Kline 1997; 129).

El comportamiento de las nociones euclidianas incluidas desde la quinta intervención se pudo observar en la siguiente gráfica.



En relación con el comportamiento de las relaciones espaciales euclidianas no es posible afirmar que exista un desarrollo de las mismas, como producto de las actividades planteadas, pues los resultados fueron muy bajos y no se evidencia un incremento progresivo. Por el contrario, en la quinta, séptima y en la evaluación final se mantuvo con un 30% de instrucciones realizadas correctamente y no podemos garantizar que estas no sean producto de la casualidad.

No obstante, se observa un patrón repetitivo al responder correctamente instrucciones en las que se incluyen las relaciones euclidianas de “horizontalidad”, “verticalidad” y “profundidad”. Característica que nos hace pensar que la persona puede llegar a desarrollar dichas nociones y por razones que no podemos afirmar como; el número de intervenciones o el diseño de las actividades, no se logró los resultados de aprendizajes esperados.

Por otro lado, y aunque no se tuvo en cuenta como un tema relevante en este estudio, se procuró como estrategia mantener a la persona con un buen estado anímico y de interés frente a las actividades que se estaban realizando, por esta razón se tomaron decisiones como la de complacer los gustos frente al color de la interface o a través del dialogo y la amabilidad entablar una ámbito agradable.

ASERTOS

Este estudio de caso pretendía evidenciar y comprender cómo el uso de una interfaz háptica permite la construcción de nociones espaciales topológicas, proyectivas y euclidianas en personas con discapacidad motriz congénita o adquirida a temprana edad; para establecer recomendaciones pedagógicas en el diseño de tecnologías que permitan la construcción de nociones espaciales en niños con discapacidad motriz congénita y validar el diseño de los instrumentos de evaluación de las nociones espaciales utilizados. Este capítulo da cuenta de estos.

Así, en la primera parte del capítulo se presentan comprensiones alcanzadas frente al desarrollo de las nociones espaciales euclidianas, proyectivas y topológicas, finalmente se abordan con la presentación de los elementos que validaron los instrumentos y actividades desarrolladas.

EVIDENCIAS Y COMPRESIONES ALCANZADAS EN EL CASO FRENTE AL DESARROLLO DE LAS NOCIONES.

Luego del análisis e interpretación de la información recolectada, se determinó que;

El uso de la interfaz háptica empleada en esta investigación, si favorece el desarrollo de las nociones espaciales topológicas y proyectivas en tanto la persona con discapacidad motriz congénita, vivencia cognitivamente las acciones de desplazamiento en el espacio y sus

relaciones, y comprende su relación corporo-espacial y temporal (sensopercepción) al controlar el movimiento, controlar de la velocidad durante el desplazamiento, controlar la dirección, cubrir y tener proporción de una distancia, así como establecer relaciones entre velocidad vs desplazamiento, desplazamiento vs direccionalidad, ubicación vs desplazamiento, velocidad vs límites, entre otras. Actividades que, como lo señalan Piaget (1948), Hernández & Soriano (1999), Castro (2004) y Méndez & Méndez (2004), son esenciales para la construcción de nociones espaciales.

No obstante, el presente estudio no permite aseverar de modo contundente el desarrollo de nociones euclidianas en la persona con discapacidad motora, en parte por la dificultad que la persona caso de investigación presenta para manifestar, mediante alguna forma del lenguaje, su alcance y segundo porque, como lo manifiestan Piaget (1948), Castro (2004) y Méndez & Méndez (2004), su desarrollo implica un estadio cognitivo posterior que, como sabemos, requiere un mayor tiempo en el uso de las nociones topológicas y proyectivas.

Así, podemos asegurar que si se lograra desarrollar las nociones euclidianas en la persona con discapacidad motora, este proceso exigirá un mayor tiempo de trabajo con la interfaz háptica.

La investigación permite comprender que la interacción recíproca, correlativa e interdependiente entre la actividad física y cognitiva es lo que favorece la construcción de las nociones espaciales en la persona y constituye un logro para la humanidad; esta interacción es mediada por las acciones de desplazamiento humano así, las fases de gateo, marcha y carrera que el niño emprende a lo largo de su crecimiento aseguran éste desarrollo. Por tanto, como lo señalan Piaget (1948) y Verdugo (2005), la imposibilidad de ejercerlas implica un retraso para el desarrollo cognitivo y genera posteriores problemas en el aprendizaje. De esta manera, se evidenció en el caso, qué tipo de actividades potencian más o no éste desarrollo, así como el papel que el uso de interfaces tecnológicas tiene en la ejercitación de procesos cognitivos.

Podemos asegurar que la interacción con la interfaz háptica si bien no reemplaza la marcha si facilita la construcción de las rutas cognitivas y asociaciones en relación con el espacio que la marcha natural provee. Comprender que el uso de interfaz hápticas asegura el desarrollo de estas nociones, promueve su empleo en la realización de actividades pedagógicas en campos como la geografía, la matemática y lenguaje. El trabajo conjunto entre la interfaz háptica y las actividades propuestas, así lo demuestran, en tanto permite a la persona sacar el mayor provecho de la herramienta electrónica en la construcción de otras relaciones que dependen de las relaciones espaciales.

Finalmente, podemos señalar que esta investigación brinda una respuesta a las exigencias que hacen comunidades de padres, médicos, educadores, investigadores e instituciones gubernamentales y no gubernamentales por mejorar la calidad de vida de las poblaciones con discapacidad motora, y constituye una respuesta a las necesidades de educación e inclusión que estas personas requieren para una vida digna.

RECOMENDACIONES EN RELACIÓN CON LA CONSTRUCCIÓN DE INTERFACES HÁPTICAS.

El estudio de caso, permitió comprender algunas de las condiciones básicas (pedagógicas y tecnológicas) en el diseño y construcción de la interface, entre ellas podemos señalar como necesarias y deseables:

- Las interfaces deben favorecer la interacción de la persona con el medio que lo rodea y deben presentar criterios de usabilidad, accesibilidad, portabilidad, seguridad y facilidad de uso.
- La *usabilidad* que engloba una serie de métodos y métricas que tienen por fin hacer que un sistema sea de fácil uso y aprendizaje (Baeza, 2002), la cual se centra en el usuario (Hassan, 2004) adquiere mayor importancia en la construcción de dispositivos para la discapacidad, pues la función principal viene determinada por condiciones muy particulares que usualmente exigen el desarrollo de diseños únicos. Por ello, el diseño de la interface háptica siempre se encontró precedida por las particularidades de la persona objeto de este estudio en aspectos como la posibilidad de desplazamiento limitado, así como también en relación a la función que debía cumplir la interface permitiendo el desarrollo de las actividades.
- Para mejorar el grado de *usabilidad* de la interface háptica es necesario hacer la representación de un objeto reconocido de tal manera que la persona identifique la lateralidad de la interface, En este caso se empleó una carcasa en la parte móvil de la interface, esperando que la persona logre responder a instrucciones tales como “el frente del carro”, “la parte superior del carro”, “la izquierda del carro”.
- La adaptabilidad, concepto que es tomado en el diseño de interfaces gráficas de usuario o GUI por sus siglas en inglés como la peculiaridad que poseen las GUI para adaptar su apariencia por sí sola en diferentes dispositivos, logrando un entorno más amigable. Será tomada para este caso como; la facilidad que tiene la interface háptica de ser modificada para responder no a otros dispositivos sino a las necesidades propias de la persona que la manipularán. La anterior característica es clave cuando se trabaja con personas con discapacidad pues al no existir experiencias de manera masiva en la manipulación de estos dispositivos se puede recurrir a la observación para hacer análisis de funcionalidad que exijan cambios inmediatos de manera rápida y práctica, como lo sucedido en este proyecto con el control usado.
- La interface construida debe cumplir con requerimientos de seguridad a través de diseños que no presenten peligro alguno, por ello se procuró que los materiales que entraran en contacto con la persona carecieran de bordes que pudieran causar daño y se realizó un aislamiento eléctrico general.
- Para motivar a la persona en el ejercicio con la interface se debe jugar con los aspectos estéticos particulares, por lo tanto en este caso se accedió a cambiar el color y aspecto a partir de calcomanías.

En definitiva, podemos apreciar que el diseño de la interface fue pensado de manera particular para la persona objeto de este estudio, mejorando la *usabilidad* al cumplir con diferentes requerimientos y pensando constantemente en la *adaptabilidad* de sus diferentes elementos.

Asimismo, a través de la observación y el seguimiento de las actividades que permitió un análisis de uso de la interface, se determinó que; aunque muy reducida, hubo una manipulación consiente de la interface que permitió el desarrollo de las actividades, y, que aunque las modificaciones hechas a la interface con el segundo control tuvieron efectos positivos debido a que reducía la fatiga y requería menor esfuerzo físico. No logramos determinar una medida de usabilidad de la interface que nos oriente, debido a que por las particularidades de este caso no existen puntos de comparación, ni tampoco podemos

afirmar que el la interface háptica construida sea el mejor diseño para cumplir los objetivos propuestos, pues este estudio se establece como el primer intento por el desarrollo de las nociones a través de una interface háptica en esta población específica.

EN RELACIÓN CON LA VALIDACIÓN DE LAS ACTIVIDADES E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN ELABORADOS.

Con el propósito de optimizar la calidad de la información recolectada, se tuvo en cuenta los requisitos esenciales que debe reunir los instrumentos de evaluación, conceptos que fueron expuestos en el capítulo III.

Igualmente, se hizo un esfuerzo por asegurar los componentes de rigor de dependencia, credibilidad, y transferencia a través del estudio teórico existente. De este proceso se puede decir que;

Para la credibilidad, se buco orientar la observación del investigador a la hora de hacer las intervenciones tanto con los instrumentos construidos como también a través del estudio del campo de conocimiento requerido, para así capturar el “significado completo y profundo de la experiencia de los participante, particularmente de aquellas vinculadas con el planteamiento del problema” (Sampieri 2010).

Por ello, inicialmente se analizó la manera como se evalúa el desarrollo de las nociones espaciales en las actividades escolares formales, así como también se realizó una búsqueda teórica en este campo, antes de proceder a la recolección de la información.

De estas actividades escolares formales que se realizan en las escuelas, podemos observar que el espacio topológico es desarrollado con mayor intensidad en los primero años de escolaridad en sesiones académicas de formación física a través de diferentes juegos que requieren el movimiento del cuerpo en relación a su mismo cuerpo y a él de sus compañeros, actividades que son evaluadas regularmente por el avance en el control de su corporeidad respondiendo a instrucciones dadas o a las mismas reglas de los juegos propuestos.

De la misma manera, se tuvo en cuenta afirmaciones como las de Castro (2004), en la que asevera que “aproximadamente a partir de los dos años, las relaciones espaciales más sencillas se expresan mediante palabras como: arriba, abajo, encima, debajo, más arriba, más abajo, delante, detrás; dichas expresiones contribuyen grandemente a alcanzar las nociones espaciales” o que “Las experiencias expresadas mediante el reconocimiento y representación gráfica de acercamientos, separación, orden, entorno y continuidad representan experiencias de carácter topológico” (Castro, 2004, p. 168).

Igualmente, se tiene en cuenta que la representación gráfica de un entorno con objetos en los que las proporciones de tamaños y ángulos cambian pero se mantienen puntos y proporciones, refleja el desarrollo de nociones de profundidad y ángulos. En cuanto a las nociones euclidianas, que estas son reflejadas cuando el niño logra describir y dibujar la trayectoria de un automóvil, haciendo referencia no solo a la descripción topológica de la actividad (“girar el carro a la derecha”, “retroceder el carro”) que se realiza con anterioridad sino a las relaciones euclidianas cuando el niño logra comprender las nociones de área, ángulo, volumen, entre otras (Castro 2004).

A partir de estos requisitos y aspectos teóricos, se elaboraron los instrumentos de evaluación (evaluación inicial, plantilla para el seguimiento de actividades y evaluación final) a través de instrucciones que contienen las palabras que reflejan las diferentes relaciones

del espacio. Estos instrumentos también se encuentran alineados con la evolución del aprendizaje del espacio que normalmente sigue el niño. Pues de forma general autores como Piaget (1948), Castro (2004), Rael Fustes (2007) y otros, afirman que en la primera etapa de vida el espacio se reduce a sus capacidades motrices, y durante bastante tiempo el cuerpo es su principal referencia desarrollando las nociones topológicas, necesarias para el desarrollo del espacio proyectivo y euclidiano.

Con los mismos conocimientos adquiridos y bajo el mismo cuidado, se desarrolló para este estudio, las actividades que pretenden brindar la oportunidad a la persona de vivir experiencias espaciales a través de la interface háptica. Estas actividades fueron distribuidas en siete sesiones de no más de 45 minutos y con algunos requerimientos adicionales como el establecimiento de etapas específicas (explicación, ejemplificación, ejercitación y evaluación), el desarrollo lineal de las actividades, el número de nociones máximo de relaciones espaciales trabajadas por sesión, entre otras. Lo anterior sustentado bajo la teoría existente y las experiencias vividas en este proceso de indagación.

Otro aspecto fortalecido en el proceso de análisis es la dependencia, pues como se abordó en el capítulo III los instrumentos fueron validados por dos expertos en la disciplina, no sin antes realizar cambios sugeridos por los mismos. De la misma manera frente a este concepto se tuvo en cuenta que los análisis no fruto de un único investigador, pues en este proceso se involucraron tanto los proponentes como el tutor de este estudio fortaleciendo el grado de dependencia, el cual “implica que los datos deben ser revisados por distintos investigadores y éstos deben arribar a interpretaciones coherentes” (Sampieri y Mendoza, 2008).

Para finalizar, respecto a la validación de los instrumentos, podemos aseverar que a pesar de que los instrumentos de evaluación fueron diseñados con requerimiento propios de este caso, pueden ser fácilmente usados y adaptados si se requieren para otros estudios, siempre y cuando se pretende evaluar el desarrollo de nociones espaciales. Esto se debe a que en principio, el desarrollo de las nociones son evidenciadas si la persona logra ejecutar las instrucciones dadas en la “matriz de instrucciones” presentada. Caso contrario sucede con las actividades planteadas, pues el desarrollo de nociones es más efectivo si se realiza a través del desplazamiento y control del cuerpo, lo que limita las actividades a ser realizadas solo si el caso es muy similar al expuesto en este estudio. Lo anterior se consolida como un aspecto más de la rigurosidad de los análisis, pues este es un resultado de lo denominado por Sampieri (2012) como transferencia, refiriéndose a la posibilidad que tienen un usuario de tomar parte de los análisis o resultados de un estudio en otros contextos, descripción que no se debe confundir con la generalización de los resultados a una población más amplia.

Finalizado ya este proceso, se anexa incluye un nuevo capítulo, sugerencias y proyecciones, el cual expresa las proyecciones de los investigadores frente al estudio aquí expuesto.

SUGERENCIAS Y PROYECCIONES

Es notorio que existe un vacío conceptual relacionado con estrategias o dispositivos diseñados para favorecer el aprendizaje de gran parte de la población que posee capacidades diferentes, y más cuando las patologías están relacionadas con limitaciones para el aprendizaje.

Sin embargo, no existe justificación para negar a las personas que poseen capacidades diferentes el derecho a aprender y ser útiles en la sociedad con sus capacidades intelectuales o físicas.

Es por ello que este estudio pretende dar un paso a la construcción de estrategias y recursos tecnológicos que permitan y faciliten a las personas con discapacidad acceder al conocimiento, y se proyecta en esta misma línea con posibilidades de hacer uso de otras tecnológicas como la captura de señales encefalograficas o mioelectricas, rompiendo con el esquema establecido en este campo en la construcción de dispositivos que promueven mayores niveles de independencia.

De forma puntual, en el desarrollo de nociones espaciales, es de interés seguir trabajando en este aspecto y evidenciar la posibilidad del desarrollo de nociones euclidianas las cuales no obtuvieron los resultados esperados en el presente estudio. De la misma manera, vale la pena intentar incluir interfaces que adquieran las señales a través de otros medios evitando depender del movimiento en los casos que la persona objeto del estudio no logre tener control alguno de su cuerpo, estas interfaces se pueden basar en captura de señales encefalograficas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abc. Color. (2009) El registro anecdótico. Recuperado de <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/escolar/el-registro-anecdótico-1186883.html>
- Aguado, A.L., Alcedo, M.A. (1995) las personas con discapacidad. M.A. Verdugo Alonso (dir) Personas con discapacidad: Perspectivas psicopedagógicas y rehabilitadoras (pp. 145-184). Madrid: EFCA, S.A.
- Alcoy Sancho, L., Badenes Gavidia, M., Carbonell Pachés, M., Casterá Tortajada, B., Martínez Gomez, A. (Sin año específico). La geometría en educación infantil. Unidad Didáctica. Valencia: Universidad católica. 15 – 17.
- Arboleda, C., García, E., Posada, A., Torres, R. (2009). Diseño y construcción de un prototipo de interfaz cerebro-computador para facilitar la comunicación de personas con discapacidad motora. Revista EIA: Escuela de Ingeniería de Antioquia, (11). Recuperado de http://www.scielo.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-12372009000100009&lng=es&nrm=iso
- Azorin, J. M; Ceres, R. (2013). La Interacción de Personas con Discapacidad con el Computador: Experiencias y Posibilidades en Iberoamérica. España, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)
- Bara, A. (1975). La Expresión por el Cuerpo. Buenos Aires: Búsqueda. pp. 112.
- C. Mendez G. A. Mendez G. (2004). Los juegos en el curriculum de la educación física, más de 1000 juegos para el desarrollo motor” <http://es.scribd.com/doc/136030911/Los-juegos-en-el-curriculum-de-la-educacion-fisica#scribd>
- C. Moreno R. (2007) Manual de primeros auxilios gráficos para la elaboración de materiales didácticos.
- C.GOMEZ (2003). FUNDACION SALDARRIAGA CONCHA. Resumen del estudio nacional de necesidades, oferta y demanda de servicios de rehabilitación.
- Calvo, W. (Sin año específico). 5 razones por las que el diseño adaptable (Responsive web design) es bueno para el SEO. Recuperado de <http://www.abcomweb.com/seo/5-razones-por-las-que-el-diseno-adaptable-es-bueno-para-el-SEO.php>
- Castro Bustamante, J. (2004). El desarrollo de la noción de espacio en el niño de educación inicial. Acción Pedagógica, (13), 162 – 170.
- Consejo Nacional De Fomento Educativo. (2010). Guía de observación para la detección de necesidades educativas especiales, con o sin discapacidad, en niños de educación básica. México.
- E. Ochaita. (1983). La teoría de Piaget sobre el desarrollo del conocimiento espacial: Universidad autónoma de Madrid, pp 16.
- Estrada Rodríguez, F. (2008). Diseño Gráfico y Entornos Virtuales. Revista Unam.mx: Revista Digital Universitaria, Volumen 9 (10). Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.9/num10/art85/int85.htm>

- Fundación Once. (Sin año específico). Accesibilidad. Madrid: Fundación Once.
- H. Aebli. (1988). Doce formas básicas de enseñar, una didáctica basada en la psicología. Ed: Naecea.
- H. Aebli. Factores de enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo, 1992.
- Hernandez Pina, F., Soriano Ayala, E. Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación primaria, 1999.
- Instituto Nacional De Artritis Y Enfermedades Musculoesqueleticas y De La Piel –NIH-. Esenciales: hojas informativas de fácil lectura. 2009. ¿Qué es la escoliosis? http://www.niams.nih.gov/portal_en_espanol/informacion_de_salud/Escoliosis/default.asp
- J. Castro, B. (2014). El desarrollo de la noción de espacio en el niño de Educación Inicial: Universidad de Los Andes Táchira.
- J. Ignacio P. (2010) Teoría cognitivas del aprendizaje: Ediciones Morata, 10 ed, pp. 285.
- J. Piaget, F. (1948). La Representation de l'espacez dans l'enfant. París: Presse Universitaire.
- M. De Subiria, J. De subiria (1989), Biografía del pensamiento "estrategias para el desarrollo de la inteligencia, Bogotá: Cooperativa Editorial del Magisterio.
- M. Moreno, F. (2006) ¿Qué significa la discapacidad? Revista Aquichan ISSN 1657-5997. Año 6 Vol. 6 pag. 78-91. Chía, Colombia.
- Mendez Gimenez, A., Mendez Gimenez, C. (2004). Los juegos en el curriculum de la educación física. (1000 juegos para desarrollo motor). Barcelona: Paidotribo.
- Merchan, C. (2014). Propuesta de línea de investigación Educación, Tecnología y Discapacidad para el Departamento de Tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. En el Libro de las VII Jornada Aitadis el Congreso de Iberada.
- N.I.H. Instituto Nacional de Artritis y Enfermedades Musculoesqueléticas y de la Piel. (2009) Esenciales: hojas informativas de fácil lectura. ¿Qué es la escoliosis? Bethesda M.D.: AMS CIRCLE
- Oms Organización Mundial De La Salud. Nota descriptiva N°999. (Octubre de 2012). (Epilepsia). <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs999/es/>
- Organización Mundial De La Salud-Oms-. Nota descriptiva N°370. Enero de 2014. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs370/es/>
- Ministerio de Salud y protección social. Discapacidad. Convención de la ONU 2006. <http://www.minsalud.gov.co/proteccionsocial/Paginas/DisCAPACIDAD.aspx>
- Unexpo. Ergonomía y Cibernética. Enero 2011. Capitulo 2 Sistemas Hombre-Máquina. <http://ergonomia-y-cibernetica-enero-2011-unexpo.wikispaces.com/Cap%C3%ADtulo+2+Sistemas+Hombre-M%C3%A1quina>
- Poo Argüelles, P. (2008). Parálisis cerebral infantil. Asociación española de pediaría, (36), 271–277.
- R. Fuster, M. (009) Espacio y tiempo en educación infantil. Innovación y experiencias educativas, Vol. 15, pp.15.
- R. Stacke, E. (2007) Investigación con estudio de casos. Madrid: Ediciones Morata, 4 ed, pp. 54, 159.
- RED IBERADA. (2012) Experiencias y Avances en Tecnologías de Accesibilidad para Personas con Discapacidad. Brasil, Asociación Iberoamericana de Tecnologías de Apoyo a la Discapacidad. AITADIS
- Red Iberada. Asociación Iberoamericana de Tecnologías de Apoyo a la Discapacidad. AITADIS (2012) Experiencias y Avances en Tecnologías de Accesibilidad para Personas con Discapacidad. Brasil.
- S. Bañuelos, F. (1986) Bases para una didáctica de la educación física y el deporte. Madrid: Gradagymnos, pp.276. 1986
- Secretaria De Educación Del Estado De Veracruz. Dgee. Dirección General de Educación Especial, (Sin año específico) "Discapacidad Motriz". <http://eespecial.sev.gob.mx/difusion/motriz.php>
- Torres, J. & Merchán, C. (2014). Validación de la interfaz bci de bajo costo, basado en detección de parpadeo y niveles de atención" en el Coloquio de la UPN.

Universidad de Alicante. (Sin año específico). ¿Qué es la accesibilidad web?. Alicante:UA
Y, Hassan. (2004). Diseño web centrado en el usuario: usabilidad y arquitectura de la información.