

## **Interfaces Tangíveis no processo de representação gráfica de cegos congênitos na aplicação de Objetos de Aprendizagem**

### ***Tangible Interfaces in the imaging process congenitally blind in Learning Objects application***

**Fernanda Cristine Poletto da Silva<sup>1</sup>**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

**Vânia Ribas Ulbricht<sup>2</sup>**  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

**Stephania Padovani<sup>3</sup>**  
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

#### **Resumo**

O referente artigo é uma abordagem teórica sobre a formação da imagem mental e como o uso de interfaces tangíveis e Objetos de Aprendizagem (OA) auxiliam no processo de representação gráfica das pessoas cegas. O objetivo dessa proposta visa compreender o processo de representação gráfica dos cegos congênitos e o uso de Interfaces Tangíveis que facilitem o reconhecimento de objetos tridimensionais e sua transposição para o bidimensional. O método de pesquisa adotado foi a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), onde foram identificadas oito (8) publicações relevantes que atenderam aos requisitos e estratégias de busca. Por fim, aborda-se um exemplo do dispositivo educacional denominado *SP3D-DV*, o qual faz uso da realidade aumentada e tem como base o armazenamento da imagem mental, capturada pelo sensor de percepção tátil da pessoa cega, a fim de contribuir em futuras pesquisas na construção e aplicação de Objetos de Aprendizagem (OA) em um espaço tridimensional.

**Palavras-chave:** Interface Tangível, Objetos de Aprendizagem (OA) e Cegos Congênitos.

---

<sup>1</sup> fercristine88@gmail.com

<sup>2</sup> vrulbricht@gmail.com

<sup>3</sup> s\_padovani2@yahoo.co.uk

**Abstract**

The related article is a theoretical approach to the formation of mental image and how the use of tangible interfaces and Learning Objects (OA) assist in the imaging process of blind people. The purpose of this proposal aims to understand the imaging process of the congenitally blind and the use of tangible interfaces that facilitate the recognition of three-dimensional objects and their implementation into two-dimensional. The research method adopted was the Systematic Literature Review (RSL), where eight were identified (8) relevant publications that met the requirements and search strategies. Finally, it addresses is an example of the educational device called SP3D-DV, which makes use of augmented reality and is based on the mental image storage, captured by tactile perception sensor blind person, in order to contribute in future research in the construction and application of Learning Objects (OA) in three-dimensional space.

**Keywords:** Tangible Interface, Learning Objects (OA) and Congenital Blind.

**Abstracto**

El artículo relacionado es una aproximación teórica a la formación de una imagen mental y cómo el uso de interfaces tangibles y Objetos de Aprendizaje (OA) ayudar en el proceso de formación de imágenes de las personas ciegas. El objetivo de esta propuesta tiene como objetivo comprender el proceso de formación de imágenes de la ceguera congénita y el uso de interfaces tangibles que facilitan el reconocimiento de objetos tridimensionales y su aplicación en dos dimensiones. El método de investigación adoptado fue la sistemática revisión de la literatura (RSL), donde se identificaron ocho (8) publicaciones relevantes que cumplieron con los requisitos y las estrategias de búsqueda. Finalmente, se aborda es un ejemplo del dispositivo educativo llamado SP3D-DV, que hace uso de la realidad aumentada y se basa en el almacenamiento de imagen mental, capturado por el sensor de la percepción táctil persona ciega, a fin de contribuir en la investigación futura en la construcción y aplicación de objetos de aprendizaje (OA) en el espacio tridimensional.

**Palabras clave:** Interface Tangible, objetos de aprendizaje (OA) y congénita Ciegos.

## 1. Introdução

No Brasil, O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) relata que 23,9% da população possui algum tipo de deficiência em diferentes graus. Entre as deficiências declaradas, a mais comum foi a visual, atingindo 3,5% da população. Em seguida, destacam-se problemas motores (2,3%), intelectuais (1,4%) e auditivos (1,1%) (BRASIL, 2010). Na população do Paraná, cerca de 26.155 são cegos congênitos, e 295.464 pessoas são deficientes visuais. Os dados do Ministério da Educação (MEC, 2006) ainda afirmam que a cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais funções elementares da visão que afeta ou desregula a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, perspectiva, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente. Esta pode ocorrer desde o nascimento (cegueira congênita), ou posteriormente (cegueira adventícia). Abbagnano (2007) e Faé (2009) afirmam que quando uma pessoa cega executa tarefas de orientação espacial reflete a forma como ele compreende e representa o espaço, sendo esta uma informação relevante no processo de representação das pessoas cegas a desenvolver habilidades sensório-motoras. Nesse contexto, o referente artigo visa contribuir sobre o processo de formação da imagem mental das pessoas cegas através de interfaces tangíveis reconhecidas pela percepção tátil e como os Objetos de Aprendizagem (OA) podem auxiliar na representação gráfica das pessoas cegas.

## 2. Método de Pesquisa

O método de pesquisa adotado denomina-se a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) adaptada pelas recomendações propostas pela Colaboração Cochrane (CASTRO, 2010; COCHRANE, 2010; GUIDUGLI, 2000; HIGGINS & GREEN, 2011) e Levy e Ellis (2006), com o intuito de listar as publicações relevantes às interfaces tangíveis na educação, entre os anos de 2010 a 2014 nos idiomas *ingleses e portuguesas*. Para realizar a busca de publicações foram utilizadas cinco bases de dados denominadas: CAPES, SCIELO, IEE, SCOPUS e SPRINGER com o intuito de gerar resultados abrangentes. A busca nas bases de dados mencionadas foi realizada em três (3) etapas:

- 1. Busca inicial:** Lista a relevância do tema em questão;
- 2. Segundo refinamento:** Refina a busca anterior;
- 3. Terceiro refinamento:** Lista as publicações com maior relevância na área;

As strings de busca dividem-se em: *Manipulativos + Percepção Tátil + Cegos + Objetos de aprendizagem*. As buscas foram atualizadas entre junho de 2013 a junho de 2014 e re combinadas com a busca booleana (BRAGA & ULBRICHT, 2011) com a inclusão da palavra interface tangível inserida conforme os respectivos cruzamentos nos campos referentes ao título e assunto. A Tabela 1, apresenta o número de artigos resultantes da busca e aqueles classificados como relevantes a partir da leitura do resumo (incluindo a dissertação encontrada).

Tabela 1: Resultado final do refinamento e seleção de artigos relevantes.

Fonte: Autor (2014)

<b>BASE DE DADOS</b>	<b>Resultado da busca</b>	<b>Seleção</b>
<b>CAPES</b>	23	03
<b>SCIELO</b>	05	00
<b>SCOPUS</b>	02	02
<b>SPRINGER</b>	11	00
<b>IEEE</b>	17	02
<b>TESES E DISSERTAÇÕES</b>	05	01
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>08</b>

Obteve-se 10 documentos relevantes, o qual 02 artigos foram excluídos da análise devido à falta de acesso e relevância do conteúdo, totalizando 08 documentos finais, conforme o assunto e título. A Tabela 2 aborda os documentos incluídos na referente pesquisa do artigo:

Tabela 2: Síntese de publicações resultantes do artigo

Fonte: Autor (2014)

<b>TÍTULO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TEORIA BASE</b>	<b>ANO</b>	<b>B.DADOS</b>
1.Design de interfaces tangíveis para aprendizagem de conceitos matemáticos no ensino fundamental	Taciana Pontual Falcão	Interface Tangível	2013	TESE
2.Ilusões táteis induzidas através do fluxo tátil	Antonio Bicchi, Davide Dente and Enzo Pasquale Scilingo	Percepção tátil Cegos Manipulativos	2009	CAPES
3.Exploração do Espaço de design das interações humano computador: uma abordagem da gestão do conhecimento ergonômico	Richard Fausto	Manipulativos Objetos de Aprendizagem	2012	CAPES
4.Utilização de interfaces multi-touch em ambientes virtuais de aprendizagem para ampliação da acessibilidade de deficientes visuais	Antônio Gerard T.S. Filho, Antúlio de Oliveira, Fernando da Fonseca de Souza	Objetos de Aprendizagem Cegos Interface Tangível	2013	SPRINGER SCOPUS
5.Superação tátil e mapeamento de Objetos Virtuais	Luca Brayda, Claudio Campus, and Monica Gori	Percepção Tátil Objetos de Aprendizagem	2011	IEE
6.Interfaces tangíveis para a educação de cegos	Taciana Pontual Falcão, Alex Sandro Gomes	Interface tangível Cegos	2013	CAPES
7.Avaliação da acessibilidade e da usabilidade de um modelo de ambiente virtual de aprendizagem para a inclusão de deficientes visuais	Carina Morais Mari Magri	Objetos de Aprendizagem Cegos	2013	IEEE
8.Desenvolvimento de aplicação multitoque como ferramenta complementar ao ensino da geometria	Laura Serafim de Queiroz	Percepção Tátil Manipulativos	2012	CAPES SCOPUS

### 3. Teoria da cognição e formação da imagem mental para cegos congênitos

A imagem visual define-se como um aparelho visual reagindo sobre um objeto dado à sensação perceptiva visual. É necessário possuir um aparelho visual padrão e ir construindo a experiência da visualidade nos primeiros meses de vida, para que os sujeitos sejam capazes de formar imagens mentais dos objetos durante o ato perceptivo e, depois, como memória. No entanto, para os cegos congênitos (pessoas que nascem com deficiência), eles adquirem a imagem mental na visualidade após vários anos de vida, enfrentam inúmeras dificuldades ao longo do aprendizado a fim de estabelecer uma relação correta entre o olho que vê e um cérebro que configura adequadamente essa visualidade (SACKS, 2006).

Damáσιο (2005) usa o termo representação como sinônimo para imagem mental, padrão mental ou padrão neural. Ele denomina imagem e/ou representação todo o padrão neural configurado seja qual for sua fonte perceptiva. As informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque através desses sentidos é possível decodificar e guardar na memória as informações. Sem a visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma fragmentada, por isso é necessário compreender como a informação é armazenada (MEC, 2000). Segundo Barros (2010) a memória responsável pelo processamento lógico, atua como mecanismo controlador, mobilizando a atenção entre os armazenamentos temporários do canal fonológico e do registro viso-espacial, cujos elementos entram através da memória sensorial que são analisadas na carga cognitiva do usuário cego. Ao analisar estas implicações na aprendizagem, torna-se necessário compreender os três tipos de carga cognitiva segundo Barros (2010):

- a. **Intrínseca:** Determinada pela natureza da informação, o seu nível de complexidade e do grau de experiência do aluno. Entenda-se por complexidade o nível de interatividade dos elementos a processar pelo aluno. O designer instrucional deve compreender esta carga, mas não a pode modificar;
- b. **Extrínseca ou estranha:** Causada pelo uso inadequado de métodos, recursos e estratégias inadequadas. A sobrecarga de elementos visuais e/ou auditivos podem aumentar esta carga e desta forma impedir a aprendizagem;
- c. **Pertinente:** A carga cognitiva pertinente relaciona-se com a motivação no envolvimento de situações de aprendizagem que promovam a criação de esquemas cognitivos na aquisição de novos conhecimentos, pela forma como organiza e apresenta a informação, assim como facilitando analogias que permitam um melhor processamento;

Desta forma, nota-se que os ambientes de aprendizagem, bem como as tecnologias assistiva (TA) podem ser recursos que favorecem na formação da imagem mental para as pessoas cegas. Segundo Abbagnano (2007), o deficiente visual necessita compreender o mecanismo da representação a fim de adquirir mobilidade e desenvolver habilidades, ou seja, a ação de representar dada informação obtida através de uma abstração, o qual indica imagem ou idéia em semelhança com determinado objeto. Os deslocamentos nos diferentes espaços proporcionam ao deficiente visual estímulos da memória e da organização espaço-temporal que propiciam maior interação com a sociedade, permitindo movimentos do corpo e evitando assim o seu isolamento (BOURDIEU, 1990).

### 4. A Percepção e a forma na representação gráfica para a pessoa cega

O processo de representação da pessoa cega, geralmente ocorre de uma forma distinta. A capacidade de representação adquire-se através das modalidades sensoriais, as quais permitem a compreensão do espaço tridimensional (FERNANDES; HEALY, 2012). Os conceitos para o aprendizado das representações espaciais segundo Faé (2009) constroem-se com base nas habilidades das noções espaciais, por meio das observações, das atividades escolares e cotidianas. Embora o indivíduo com deficiência visual tenha todas as condições de aprender tão bem quanto à pessoa sem deficiência, sua maior dificuldade na escola, é deparar-se com a não aceitação e o não reconhecimento dos professores à sua limitação visual (VENTORINI, 2007). Quanto à linguagem não gráfica, a transmissão de uma mensagem se resume na interpretação de expressões, ou seja, a troca de diálogo, gestos, olhares, e os

outros sentidos. O processo de percepção do cego congênito depende das sensações táteis, auditivas e sinestésicas encontradas no processo de percepção e linguagem. As imagens mentais derivam-se não só da visão, como também de outros sentidos, principalmente o tato (TAKIMOTO, 2014). A autora, ainda menciona que o compartilhamento das informações entre videntes e cegos prioriza o estudo e ensino do desenho na geometria, de modo a ampliar a compreensão e a percepção espacial das pessoas cegas e dos videntes (pessoas que enxergam).

Por outro lado, Piekas (2010) afirma que a audição destaca-se como uma modalidade sensorial privilegiada para as pessoas cegas. No ponto de vista sócio - cultural, o som, especialmente a voz e a linguagem, são as ferramentas utilizadas pelos videntes, em conjunto com a linguagem visual. Entretanto, do ponto de vista da pedagogia para uma criança cega, é necessário usar muito frequentemente a modalidade tátil para reconhecer os objetos.

A atividade representativa, isto é, a construção de representações mentais, se aplica à pluralidade de entidades do mundo cuja unidade é o objeto, construído como instância teórica (processo mental, episteme) pelos usuários, os quais atuam com o objeto dessa atividade em suas facetas intra e interpessoal. O termo representação e sua concepção constituem-se como estudos sobre mente, conhecimento, cognição e linguagem. O neurologista Antônio Damásio (2000) usa o termo representação como sinônimo para imagem mental, padrão mental ou padrão neural. O autor denomina imagem e/ou representação todo o padrão neural configurado seja qual for sua fonte perceptiva: visual, olfativa, gustativa, tátil ou somatossensorial. Damásio esclarece que a representação não é produto direto de uma analogia ou uma reprodução mais ou menos fiel da imagem do objeto no cérebro, sendo o resultado de uma interação do organismo com o objeto representado.

Nessa mesma linha, Kennedy (2009) relata que para auxiliar o desenho do cego congênito faz-se necessário decompor um objeto e detalhá-lo através dos contornos que reforçam sua forma ou saliência, estimulando a habilidade dos cegos em diferenciar figura e fundo, na demonstração dos efeitos da forma unilateral. No sentido mais tradicional para o autor o termo “desenhar” configura-se na transformação da visão tridimensional de um objeto em uma representação plana, bidimensional e linear.

Consequentemente apoiando essa afirmação Duarte (2011) menciona que o reconhecimento das figuras planas, ocorre primeiramente no contato com os padrões tridimensionais e em seguida, no bidimensional, seguidos pelos padrões bidimensionais em relevo e, somente ao final, pode-se realizar o ensino do desenho e seu reconhecimento (DUARTE, 2011, p. 139-140). Portanto a visão planificada de uma esfera, por exemplo, destaca-se como um círculo, e este círculo em destaque sob um fundo qualquer oferecem, por contraste de cor ou tonalidade, a linha de contorno exigida pelo desenho, conforme mostra a figura 1:

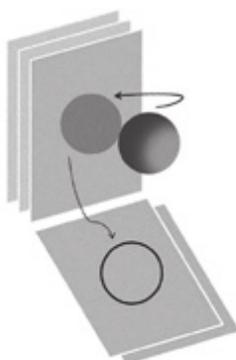


Figura 1: O objeto (a esfera) e a planificação da forma (o círculo)

Fonte: Duarte (2011)

É necessário ressaltar que o uso educativo do desenho para a pessoa cega requer tempo e paciência, por isso Duarte (2011) relata que o treino do traço inicial influencia na geração do desenho desses usuários. O desenho propriamente dito começa com o fechamento da linha e a configuração de um espaço interior, o qual o contorno da linha o delimita. Rudolf Arnheim (1980) atribuiu ao desenho ao movimento de uma alavanca, próprio à anatomia do braço, o fato de o gesto que produz os primeiros

desenhos levam ao fechamento de uma figura circular no espaço. A partir do fechamento da figura circular, constroem-se as primeiras representações.

Devido a essa necessidade perante as pessoas cegas, o Ministério da Educação (MEC) e a Secretaria de Educação Básica (SEB) têm como propósito a produção de conteúdos pedagógicos digitais que contribuam no processo de representação gráfica das pessoas cegas, na construção e aplicação de Objetos de Aprendizagem (OA) em distintas áreas do conhecimento, a fim de incentivar as condições de aprendizagem e promover a utilização de novas tecnologias nas escolas, para pessoas com deficiência. Nesse ambiente, faz-se necessário também compreender, no próximo tópico, o uso de dispositivos interativos como as Interfaces Tangíveis e o uso de Manipulativos (objetos físicos) os quais facilitem a interatividade do usuário em atividades significativas e educacionais para pessoas cegas (LÚCIA; PRATA; NASCIMENTO, 2007).

## 5. Interfaces Tangíveis (TUI)

As Interfaces Tangíveis (TUI) definem-se como interfaces de interação do usuário, onde o mesmo manipula objetos físicos, para que haja modificações no meio digital (ULLMER & ISHII, 2000). Há outros termos como interfaces “agarráveis” e “manipuláveis”, as quais pretendem rastrear manipulações de um objeto real, feitas pelo usuário, produzindo saídas adequadas (FISHKIN, 2004).

As interfaces tangíveis fazem parte de um programa maior de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias (O’Malley & Fraser, 2004) conhecido como computação pervasiva ou ubíqua (ubicomp). Mark Weiser, criador do conceito de ubicomp a define como uma visão do mundo digital misturado a tal ponto do ambiente físico que torna-se “invisível” ou “transparente” aos usuários que a utilizam (WEISER *ET AL*, 1999). Conforme Eisenberg (2003) as interfaces tangíveis apresentam uma oportunidade de criar sistemas físicos de modelagem computacionalmente aumentados, os quais contribuem tanto para os recursos digitais (editáveis) quanto no aspecto físico do modelo tangível. Zuckerman *et al* (2005) aponta as vantagens das interfaces tangíveis para a educação, sendo elas:

1. Engajamento sensorial: os usuários aprendem de forma natural, com o uso dos sentidos sensoriais (toque, visão, audição, olfato e etc) no qual o processo construtivo aumenta a retenção e transferência do conteúdo;
2. Acessibilidade: interfaces tangíveis fornecem opções para pessoas com necessidades especiais;
3. Aprendizagem em grupo ou colaborativa: as interfaces tangíveis facilitam trabalho colaborativo e discussões em grupo;

Para exemplificar, Zuckerman *et al* (2005) aponta os modelos de sistemas interativos direcionados para área da Matemática com a utilização de interfaces tangíveis e objetos físicos (manipulativos) que acompanham os efeitos do movimento da tela de computador.

Diferente das Interfaces Tangíveis, os manipulativos destacam-se por apresentar caráter de materiais educativos concretos, os quais servem de suporte somente a aprendizagem da matemática. No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais para a área de Matemática no Ensino Fundamental (PCN, 1997) apontam como princípios, o uso de “recursos didáticos como jogos, livros interativos, vídeos áudios-descritivos, calculadoras e tecnologias interativas as quais exercem um papel importante no processo de ensino e aprendizagem do cego. Contudo, faz-se necessário integrar as situações que levem ao exercício da análise e da reflexão, em última instância, a base da atividade matemática”.

Dienes (1960) defendia que a manipulação de objetos era uma etapa anterior ao processo de abstração ao longo da aprendizagem. Atualmente, os manipulativos estão estabelecidos em Instituições nas salas de aula, sendo utilizados como subsídio à prática docente, na forma de produtos como *geoplano*, blocos lógicos, sólidos geométricos, jogos de encaixe, quebra-cabeças entre outros (MOURA, 1997). Segundo (Moura, 1997), a diferença entre manipulativo e material pedagógico esta no objetivo da ação educativa: o Manipulativo educativo. O brinquedo educativo é entendido como recurso que ensina, desenvolve e educa de forma prazerosa. Manipulativos são objetos com apelo tátil e visual, projetados para representar explicitamente e concretamente conceitos matemáticos abstratos (MOYER, 2001).

Portanto, para efetivar o ensino da matemática utilizada na computação é necessário que as Interfaces tangíveis e o uso de manipulativos apresentem duas características distintas:

- a. **Aplicabilidade:** como ferramenta para o entendimento de problemas, com o uso de fórmulas, teoremas e teorias matemáticas na resolução de problemas práticos e fenômenos nas áreas do conhecimento;
- b. **Investigação:** desenvolvendo conceitos e teoremas que constituem uma estrutura matemática, cujo objetivo visa descobrir as regularidades e invariantes, baseadas no raciocínio lógico;

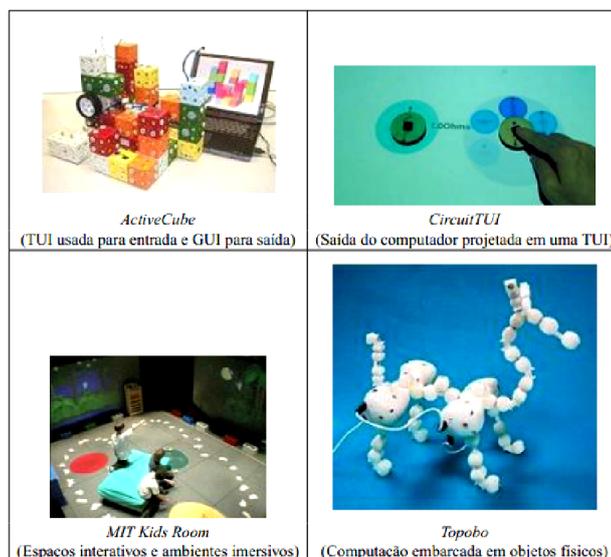
Portanto, para aprofundar os conhecimentos sobre TUI, faz-se necessário compreender sua classificação, conforme abordado no tópico seguinte.

### 5.1 Classificações das Interfaces Tangíveis na acessibilidade

Zuckerman *et al* (2005) classifica as TUI em quatro paradigmas de “funcionamento”, de acordo com as seguintes formas de implementação:

1. **TUI usada para entrada e para saída:** a interface tangível atua como entrada para o computador tradicional e a saída é mostrada em uma interface gráfica separada. Um exemplo disso é o *ActiveCube* um sistema que destaca-se como uma interface baseada em cubos que exercitam a visão espacial onde o usuário interage com o ambiente através da manipulação dos blocos representados na tela do computador, conforme a 1ª figura da tabela 3.
2. **Saída do computador projetada em uma TUI:** a saída projeta-se a partir de um computador tradicional sobre uma TUI. Como exemplo na segunda figura da tabela 3 o *CircuiTUI* destaca-se por ser uma ferramenta de projeto de circuitos.
3. **Espaços interativos e ambientes Imersivos:** as TUIs interagem com o usuário em um sistema de computação Interativo. Como é possível notar na 3ª figura da tabela 3 com o *MIT's kids room*
4. **Computação embarcada em objetos físicos (manipulativos digitais):** a TUI é a entrada e a saída, sem computadores tradicionais envolvidos, como mostra a 4ª figura da tabela 3 com o sistema *Topobo*, conjunto de montagem tridimensional capaz de gravar e repetir movimentação física.

Tabela 3: Ilustrações de sistemas tangíveis

Fonte: Zuckerman *et al* (2005)

Existem duas classes de Interfaces Tangíveis, definidas por dois parâmetros principais: personificação ou incorporação de interação e metáfora. Fishkin (2004) refere-se à relação entre o objeto (físico) que está sendo manipulado e os estados (digitais) do sistema como o grau de incorporação do sistema e o classifica em quatro níveis de intensidade. Quanto maior a incorporação, menor a distinção entre os mecanismos de entrada e saída, destacando-se em quatro (4) tipos:

- a. **Incorporação distante (distant):** a saída está situada em uma tela ou sala. Por exemplo, Hinckley *et al* (1994) desenvolveram um sistema tangível para auxiliar neurocirurgiões em seu trabalho. O sistema permite que os médicos manipulem modelos tangíveis de crânios e observem os efeitos de suas ações refletidos em uma tela.
- b. **Incorporação ambiental (environmental):** a saída ocorre “ao redor” do usuário, tipicamente por meio de áudio, luz ou calor, onde há apenas uma relação tênua entre o objeto de entrada e a saída. Este tipo de incorporação é encontrada em ambientes virtuais. Por exemplo, no sistema de bate-papo baseado em interfaces tangíveis um usuário manipula objetos físicos que são representações dos outros usuários do sistema.
- c. **Incorporação próxima (nearby):** a saída ocorre “perto” do objeto de entrada. A saída está fortemente acoplada à entrada do sistema, um exemplo seria a caneta especial que altera uma tela de visualização “riscada” por ela. A ferramenta Brush é um exemplo de incorporação próxima, pois se trata de um mecanismo utilizado para crianças desenharem, a qual possui a aparência de um pincel normal, com uma câmera embutida que contém luzes e sensores de toque. As crianças podem capturar, com o Brush, cores e texturas de objetos ao seu redor, além de reproduzi-las na área de desenho.
- d. **Incorporação completa (full):** o dispositivo de entrada é o mesmo da saída e está totalmente incorporado no próprio dispositivo. A interação com um dispositivo que incorporado apresenta uma interação do tipo mais comum observado quando se está lidando com o mundo físico onde os “objetos” recebem manipulação física e mudam de acordo com esta manipulação. O computador de mão responde com os movimentos de rotação aplicados sobre ele, constituindo uma incorporação completa. O projetista pode usar a forma, o tamanho, a cor, o peso, o cheiro e a textura do objeto para evocar várias ligações metafóricas. A questão que se apresenta é o efeito do sistema causado pela ação do usuário.

Fishkin (2004) também aborda sobre a metáfora. No contexto das interfaces, o autor define a metáfora como sendo o grau de analogia entre as ações do usuário e os efeitos no mundo real. Portanto, pode-se relacionar as teorias de Fishkin (2004), Zuckerman *et al* (2005) e Ullmer & Ishii (2000), na tabela quatro (4) como principal classificação de interfaces tangíveis:

Tabela 4: Classificação de interfaces tangíveis

Fonte: Fishkin (2004), Zuckerman *et al* (2005) e Ishii & Ullmer, (1997)

INCORPORAÇÃO	IMPLEMENTAÇÃO	
	[Fishkin, 2004]	[Zuckerman et al., 2005]
Distante	TUI como entrada, GUI como saída	-
Ambiental	Ambientes imersivos	
Próxima	-	Superfícies interativas
Completa	Computação embarcada em objetos	Bits e átomos acoplados

Concluindo, nota-se a importância das TICs através das Interfaces tangíveis. Conforme Eisenberg (2003) as interfaces tangíveis apresentam uma oportunidade de criar sistemas físicos de modelagem computacionalmente aumentados, os quais favorecem tanto os dados digitais (editáveis) quanto os aspectos físico do modelo tangível. No próximo tópico compreendem-se como as Interfaces tangíveis podem contribuir para a educação de pessoas cegas para futuras pesquisas com Objetos de Aprendizagem.

## 6. O Sistema SP3D-DV na aplicação de Objetos de Aprendizagem (OA)

Os Objetos de Aprendizagem (OA) em conjunto com materiais didáticos contêm alterações de textos reduzidos e a utilização de recursos visuais. A grande vantagem do material digital demonstra-se pela facilidade de atualização e reutilização. Contudo, tanto o objeto de aprendizagem físico quanto o digital facilitam na compreensão do conteúdo para o aluno, sendo fundamental o uso dos dois recursos na aprendizagem (LÚCIA; PRATA; NASCIMENTO, 2007).

Um exemplo de aplicação de Objeto de Aprendizagem com o suporte de Interfaces Tangíveis denomina-se como *SP3D-DV* cuja categoria instrucional, visa compreender o processo de representação gráfica das pessoas cegas em planos bidimensionais e tridimensionais. Segundo Wataya (2009) o Sistema de Percepção 3D para Deficientes Visuais (SP3D-DV) tem o objetivo de viabilizar o sistema cooperativo, com a interação entre cego, objeto real, objeto virtual e sistema.

O sistema destaca-se como um OA que explora situações de aprendizagem e possibilita a interação com objetos, na apreensão de conceitos até então desconhecidos. Para atender às necessidades dos cegos congênitos, a estrutura desenvolvida é um sistema modular, adaptativo e interativo, que permite a utilização do sistema tátil com o sistema multimídia, possibilitando uma interação em tempo real. O SDP3D-DV disponibiliza o acesso à artes pictóricas, em museus e outras instituições similares, através de uma nova rede de conceitos táteis, onde o imaginário e a imagem mental busca o reconhecimento de artefatos artísticos. Além disso, utiliza a realidade aumentada com o apoio do SACRA (Sistema de Autoria Colaborativa com Realidade Aumentada) cuja ferramenta de software prevê a utilização de dispositivos de baixo custo, como a webcam. A interação do usuário no SACRA é realizada por meio do uso de marcadores (placas de papel quadradas contendo um símbolo indicando visibilidade, posição e orientação), atuando como interface tangível de realidade aumentada (WATAYA, 2009). A interação homem-computador, funciona de acordo com a câmera que captura as informações visuais de um ambiente externo e codifica a informação em linguagens visuais e sonoras (WATAYA, 2009).

O SDP3D-DV identifica a localização do objeto, quando o cego congênito “*toca*” o objeto real e automaticamente marca sua posição na plataforma. Consequentemente cria-se uma imagem virtual associada ao objeto tocado, os quais ativam em paralelo o sistema sonoro, descrevendo o objeto tocado, conforme mostra a Figura 2:

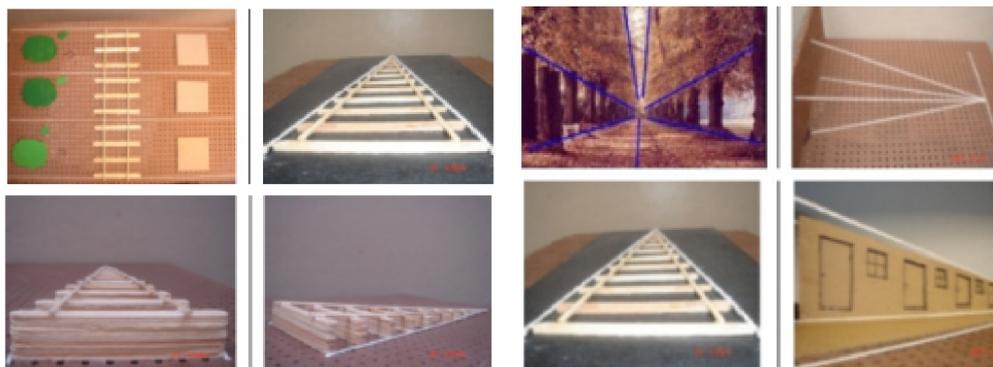


Figura 2: O SDP3D-DV em Pontos de Fuga

Fonte: Wataya (2009)

Pode-se notar na Figura 3 que o usuário cego ativa o sistema de realidade aumentada com a placa de identificação do objeto, junto ao recurso sonoro e com materiais adaptados exploram a linha e a questão da forma.

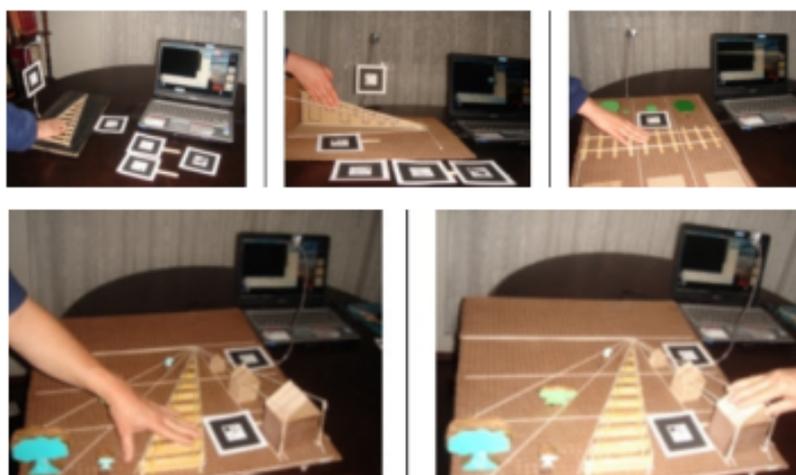


Figura 3: O SDP3D-DV com a interação do usuário cego

Fonte: Wataya (2009)

O estudo desenvolvido do SDP3D-DV permitiu constatar que os cegos congênitos aprendem os conceitos de vários planos de profundidade, além da possibilidade de ouvirem, necessárias, as descrições dos objetos repetidas vezes, através do sistema de percepção em conjunto com a realidade aumentada. Concluindo, nota-se que um sistema de percepção de representações 3D deve facilitar a aprendizagem do cego congênito, oferecendo o real e o virtual no mesmo contexto, juntamente com o recurso sonoro, a fim de complementar as informações conceituais da matemática.

## 7. Conclusão e Desdobramentos finais

Conclui-se que as Interfaces Tangíveis vêm contribuir para a aplicação dos Objetos de Aprendizagem (OA) no contexto das necessidades especiais, favorecendo qualitativamente os processos na motivação da aprendizagem das pessoas cegas. Nesse âmbito, um dos problemas atuais é a acessibilidade às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). As alternativas adotadas para melhorar a comunicação da pessoa cega em espaços virtuais, servindo como orientação para compreender sua interação no ambiente virtual de aprendizagem. Além disso, as interfaces tangíveis propõem inovadoras formas de interação que demonstram serem mais apropriada para os usuários com deficiência, os quais têm se difundido na área da Educação, a fim de estabelecer um amplo avanço tecnológico nas TICs. Portanto, o presente artigo visa compreender a interação de um “*objeto real*” em 3D associado a uma imagem virtual (Plano) através da percepção sensorial do cego congênito na compreensão da transposição de um objeto real para o bidimensional. Contribuindo no processo de representação gráfica desses indivíduos em um ambiente virtual e oferecer condições apropriadas para que isso ocorra. Para tanto, é necessário manter o real e o virtual no mesmo contexto, juntamente com o apoio de recursos sonoros e Tecnologias Assistivas (TA) para complementar a informação conceitual que o usuário cego desconhece.

## 8. Referências Bibliográficas

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2007.
- ANDRADE, A.L.P. ET AL. **Aplicação da Norma ISO/IEC 12119 na Avaliação da Qualidade de Produtos de Software**. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE SOFTWARE, 7. 1996, Curitiba. Anais...Curitiba: VII CITIS, 1996. p. 89.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Dissertação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 105 p.
- ARNHEIM, R.(1980). **Arte e percepção visual. Uma psicologia da visão criadora**. Trad. Ivone Terezinha de Faria. São Paulo: Pioneira e EDUSP. Primeira Ed. 1974.
- BARROS, D. Wikispaces. Disponível em:  
[portal.wikispacesbr/seesp/arquivos/apredizagem.pdf](http://portal.wikispacesbr/seesp/arquivos/apredizagem.pdf). 2000. Acessado em 23/08/2014
- BRASIL. **Ministério da Educação e do Desporto. MEC. Secretaria de Educação Fundamental**. Secretaria de Educação Especial (SEESP). Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. MEC/SEESP, 2006. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/politica.pdf>. Acessado em 22/08/2013.
- BRAGA, M. C. G.; ULBRICHT, V. R. **Revisão Sistemática Quantitativa: identificação das teorias cognitivas que apoiam o design de interface no uso da realidade aumentada na aprendizagem online**. Quantitative Systematic Review : identification of cognitive theories that support the interface. Revista Educa Online, v. 5, p. 84–100, 2011. Disponível em: <<http://www.latec.uftj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=232>>. Acessado em 16/05/2014
- BOURDIEU, P. **Coisas ditas**. São Paulo: Brasiliense, 1990.
- CASTRO, A.A. **Revisão Sistemática: Identificação e Seleção dos Estudos Primários**. In S. Goldenberg, C. A. Guimarães, A. A. Castro, EDS. 2010 Elaboração e Apresentação de Comunicação Científica. 2010. Disponível em: <<http://metodologia.org/>>. Acessado em 03/03/2013
- COCHRANE REVIEWS (Org.). **About cochrane systematic reviews and protocols**. Disponível em:<<http://www.thecochranelibrary.com/view/0/AboutCochraneSystematicReviews.html>>Acessado em: 02/05/2013.
- CORTELAZZO, I.B.C. **Processo de ensino e aprendizagem mediados pelas tecnologias de informação e de comunicação**. In: LÜCK, H. COX, K.K. Informática na Educação Escolar: Polêmicas do nosso tempo. Campinas SP: Autores Associados, 2003.
- DAMÁSIO, A. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. 7. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- DUARTE, M.L.B. **Desenho infantil e seu ensino a crianças cegas: Razões e método**. Curitiba: Insight Editora, 2011.

DUARTE, M. L. B. **O desenho como elemento de comunicação e cognição: ensinando crianças cegas.** In: 27ª REUNIÃO DA ANPED, Caxambu, MG. Sociedade, democracia e educação: qual universidade? - 27ª Reunião da ANPED. Petrópolis - RJ : Editora Vozes, v. CD-R. 2004.

EINSENBURG. **Mindstuff: Educational Technology beyond the computer.** Convergence. 2003

FAÉ, M. **Conteúdo para os alunos cegos,** 2009. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/XENPEG/artigos/GT/GT3/tc3%20%2849%29.pdf>> Acessado em: 31/07/2013.

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. **A Inclusão de alunos cegos nas aulas de matemática: explorando Área, perímetro e volume através do tato.** SC. Revista Brasileira, 2012.

FISHKIN. **A Taxonomy for and analysis of tangible interfaces.** Personal and Ubiquitous Computing. 2004

HEALY, L., FERNANDES, S.H.A. A. **The role of gestures in the mathematical practices of those who do not see with their eyes.** Educational Studies in Mathematics, v.77, p.157-174, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/eventos/missao/instituicao.shtm>. Acessado em: 22/08/2014.

KENNEDY, JOHN M. **What can we learn about pictures from the blind? Blind people unfamiliar with pictures can draw in a universally recognizable outline style.** American Scientist, US, v.71; 19-26, jan-feb/1983. adapt. 2009.

KIRNER, C., R. SISCOU (Org.), **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações, Sociedade Brasileira de Computação – SBC,** Porto Alegre, 2007.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço.** 2.ed. São Paulo: Loyola, 1999.

LEWIS, K. ET AL. **Accessibility of Instructional web sites in higher education.** educause quarterly magazine. 2007. Disponível em: <<http://www.educause.edu/EDUCAUSE+Quarterly/educausequarterlyMagazineVolum/AccessibilityofInstructionalWe/161830,30>> Acessado em: 09/06/2013.

LIMA, F.J. **Breve revisão no campo de pesquisa sobre a capacidade de a pessoa com deficiência visual reconhecer desenhos hapticamente.** In: Revista Brasileira de Tradução Visual, v.6, n.6, p. 15, 2011a.

LÚCIA, CARMEN; NASCIMENTO, ANNA CHRISTINA AZEVEDO. **Objetos de aprendizagem uma proposta de recurso pedagógico/Organização.** Brasília: MEC. SEED. 2007

MEC - Ministério da Educação - [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/alunoscegos.pdf>. Acessado em 15/04/2013

- MOURA, M.O. **A séria busca no jogo: do Lúdico na Matemática.** In Kishimoto, T. M, Editor. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação.** Cortez, Editora. São Paulo. Brasil.1997
- MOYER, P.S. **Are we having fun yet? How Teachers use manipulatives to teach Mathematics.** Educational Studies in Mathematics.2001
- O' MALLEY, C. & FRASER, D.S. **Literatura review in learning with tangible technologies.** Technical Report 12, NESTA Futurelab.2004
- ORMELEZI, E. M. **Os caminhos da aquisição do conhecimento e a cegueira: do universo do corpo ao universo simbólico.** 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- PIEKAS, M.I. **A desconstrução do esquema gráfico aplicado ao ensino de desenho para crianças cegas.** Estado de Santa Catarina. Florianópolis: UDES/CEART, 2010, 230 p. Dissertação de mestrado. Acessado em 23/07/2013
- SACKS, O. **Um antropólogo em marte: Sete histórias paradoxais.** São Paulo: Companhia das Letras, 2006.
- SKINNER, B.F. **Tecnologia do ensino.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 1972.
- TAKIMOTO, T. **A Percepção do espaço tridimensional e sua representação bidimensional: a geometria ao alcance das pessoas cegas em comunidades virtuais de aprendizagem.** 2014. 166 p. Dissertação (Mestrado em Design, Engenharia e Gestão do Conhecimento) Universidade Federal de Santa Catarina, Fl. 2014.
- THE COCHRANE COLLABORATION (Org.). **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions.** Disponível em: <<http://www.cochrane.org/training/cochrane-handbook>>. Acesso em: 15/07/2013.
- ULLMER, B & ISHII, H. **Emerging frameworks for tangible user interfaces.** IBM Systems Journal.2000
- VANZIN, T.; ULBRICHT, V. R. **A abordagem dos Erros Humanos nos Ambientes Hiperídia Pedagógica.** In: CONAHPA - Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem, Florianópolis. Anais.... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- VENTORINI, S.E. **A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual.** 2007. 134 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- WATAYA, R.S. **Desenvolvimento de Percepção em 3D para Deficientes Visuais: uso de realidade aumentada com o SACRA,** Tese de Doutorado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009.
- ZUCKERMAN, O SAEED, A & RESNICK, M. **Extending tangible interfaces for Education: Digital Montessori-inspired manipulatives.** In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 05), pages 859-868, Portland, USA. ACM Press.2005