

12. Ouvir e tocar para ver: instruções para promover a representação mental de formas geométricas em pessoas cegas ou com baixa visão ao construir um brinquedo em movimento¹

P. Vaz-Rebelo, C. Costa, G. Bidarra, A. Santos, R. Gomes, L. Barata, C. Barreira, V. Alferes, J. Josephson, O. Thiel, N. Kostova, C. Bartoletti, F. Ferrini, S. Hanssen



Figura 12.1 Sessão de análise das adaptações realizadas

Introdução

Este caso de estudo visa descrever os processos desenvolvidos para adaptar e expandir o guião JellyBird e os recursos concebidos para o projeto **AutoSTEM** para permitir a inclusão educativa de crianças cegas ou com baixa visão. As instruções e

¹ Este caso de estudo faz parte do artigo

P. Vaz-Rebelo, C. Costa, G. Bidarra, J. Josephson, O. Thiel, A. Santos, R. Gomes, C. Barreira, V. Alferes, N. Kostova, C. Bartoletti, F. Ferrini, S. Hanssen (2020) Instructions to promote mental representation of geometric shapes in children with visual impairment when constructing a moving toy: an example from AutoSTEM project. *ICERI2020 Proceedings*, pp.9835-9839. <http://dx.doi.org/10.21125/iceri.2020.2204>

os recursos destinam-se a complementar as orientações gerais já desenvolvidas pelo projeto **AutoSTEM**, para promover representações mentais de conceitos geométricos com imagens visuais.

O JellyBird é um pássaro feito de papel e cartão, que tem asas que podem fazer movimentos semelhantes aos de um pássaro verdadeiro. Seguindo os objetivos gerais do projeto, os temas STEM podem ser introduzidos quando as crianças estão a construir um autómato, incluindo formas geométricas, tipos de movimento, e/ou conceitos de biologia. Foi desenvolvido um guia pedagógico, com exemplos de como o/a educador/a ou professor/a pode falar com as crianças sobre temas e ideias STEM. Por exemplo, considerando o JellyBird, os/as educadores/as podem falar sobre as diferentes partes, suas formas e colocação, 'O corpo é redondo, mas não um círculo'. É oblongo e apontado para uma extremidade. Há um lado esquerdo e um lado direito do corpo" ou "As asas são retângulos. Um retângulo tem quatro lados e é oblongo. Haverá uma asa em cada lado da ave".

A visão é um sentido fundamental para que os seres humanos obtenham informação. Quando as pessoas não podem aceder à informação através da visão, a audição e o tato tornam-se mais cruciais". **A audição (analisador distante)**, é o sentido da informação e da orientação, permite não só orientar-se no espaço e no ambiente, mas também no tempo e na história. Uma pessoa cega ou baixa visão percebe ao ouvir o mundo circundante e as pessoas, cujas vozes e sons estão a caracterizar o espaço ambiente e o clima social real ou a situação da história. Contudo, não respondem à comunicação visual como a expressão facial, gestos, gesticulação e expressão corporal, que são importantes acessórios da comunicação verbal. Sentem-se

marcadamente incapacitados na comunicação não verbal (Kohanová, 2006).

Toque (analisador de contato); compensa a visão na área da comunicação gráfica. A sensação feliz (tátil) substitui a expressão não verbal da informação acessível pelo tato - modelos, relevos e outras imagens tipográficas (Kohanová, 2006).

Embora as pessoas cegas ou com baixa visão utilizem a informação tátil como substituto dos olhos para explorar o ambiente, o sentido do tato tem limitações no alcance, distância e tamanho, pelo que a introdução de estudantes cegos a um objeto é muitas vezes incompleta. Isto tem levado a que o ensino dos/as estudantes cegos/as seja principalmente verbal. Tendem a ter ilusões verbais sobre uma coisa, embora o imaginário não seja experimentado ou visto diretamente. A imaginação de algo que não existe durante o processo de imaginação é comumente chamada de imaginação. Para estudantes cegos que se tornam subitamente cegos, ainda é possível que façam imagens visuais porque receberam informação visual e a guardaram na sua memória" (Zahra, Budayasa & Juniati, 2018, p. 2).

Os investigadores na educação matemática têm enfatizado a importância da visualização na aprendizagem matemática e da imagem mental na construção de significados matemáticos e no desenvolvimento conceptual. A visualização e o pensamento visual são a essência que torna a geometria um caso especial na matemática (Costa, 2005). O imaginário é definido como uma coleção de imagens e o poder do imaginário é que pode resultar em visualização, o que ajuda os estudantes a fazer relações e significados na aprendizagem da geometria (Solano & Presmeg, 1995). Também Zahra, Budayasa e Juniati (2018, p.2) sublinham a

importância da visualização, afirmando que "Na escola primária, a visualização torna-se uma das capacidades importantes utilizadas para ajudar os/as alunos/as a compreender conceitos espaciais, formas, tamanhos, e distâncias".

Os estudantes cegos ou com deficiência visual têm limitações no desenvolvimento da sua concepção espacial. A perda de visão nos cegos tem um impacto no desenvolvimento da cognição, especialmente a formação de conceitos através de experiências sensoriais para perceber o ambiente, uma distinção essencial entre estudantes cegos e amblíopes é o desenvolvimento conceptual de pessoas cegas na visualização de objetos através da experiência tátil, enquanto estudantes amblíopes utilizam as suas experiências visuais" (Zahrai, Juniati & Budayasa, 2018, p.90). A perda de experiência visual em estudantes cegos causa algumas dificuldades na compreensão direta dos conceitos de geometria.

Os estudantes cegos demoram muito tempo a construir uma representação mental de conceitos espaciais, tornando difícil a aprendizagem da geometria (Thinus-Blanc & Gaunet, 1997). Da mesma forma, Vianna et al. (2006) também mostraram que os estudantes com deficiência visual, como os estudantes cegos, têm dificuldade em compreender as imagens geométricas. A dificuldade de aprender e ensinar geometria a estudantes com deficiência visual é sentida pelos estudantes e seus professores/as. Embora utilizando ferramentas como modelos físicos, muitos/as professores/as ainda têm dificuldade em ensinar geometria a estudantes cegos que não podem utilizar os seus sentidos visuais (Vianna et al., 2006; Pritchard & Lamb, 2012).

Embora vendo que as pessoas têm uma grande vantagem nesta área, os cegos têm outras capacidades importantes a seu favor,

capacidades que não podem ser desenvolvidas por pessoas com boa visão, por muito que se esforcem. Com base na capacidade do cérebro de fazer uma nova ligação e distribuir recursos das áreas afetadas, os sensores migram da visão para o tato e a audição, equilibrando a escala e a importância destes sentidos. Assim, a área cerebral responsável pela visão e audição desenvolve capacidades mais elevadas (Pritchard & Lamb, 2012).

Contexto, abordagem e implementação

Este trabalho analisa os processos e modificações introduzidas ao adaptar o guia pedagógico e as instruções de construção de um dos autómatos do projeto **AutoSTEM**. O JellyBird é concebido para crianças dos 4 aos 7 anos de idade. O/a professor/a pode adaptar as sugestões à sua própria turma e contexto, planear a sua própria atividade e adaptar a ideia para outras idades. O guia pedagógico e as instruções de construção podem ser encontrados em: <https://www.autostem.info/jelly-bird/> (Figuras 12.2 & 12.3).

Pedagogical guidelines and construction instructions

This is an automata that is suitable for using with children between the ages of 3 to 6. Jellybird is a fun and engaging way that children can be introduced to number of mat concepts and it can also bring children closer to learning about birds.

- Areas of learning include:
 - Spatial Imagination (shapes and placement)
 - Twice
 - Inside/outside
 - Round and pointed
 - Narrow and through
 - Either side, left-hand side and right-hand side
 - Up/down
 - Symmetry, and mirror symmetry



Figura 12.2 Visão geral da página web para os guíões pedagógicos

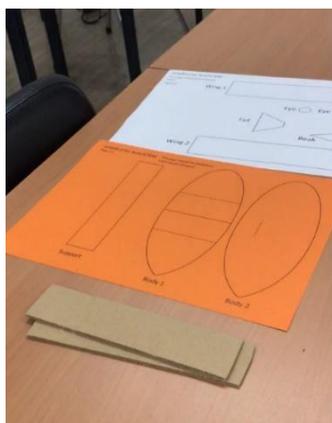


Figura 12.3 Partes do JellyBird antes da construção.

A adaptação do guia pedagógico foi realizada por uma equipa multidisciplinar, tendo em conta a literatura sobre dificuldades no ensino e na aprendizagem da geometria experimentada por crianças e professores/as cegos/as ou com baixa visão.

Como resultado, foram consideradas várias etapas. Algumas destas etapas estão integradas na abordagem pedagógica geral do projeto **AutoSTEM**, outras abordam diretamente a adaptação do guião pedagógico e a análise dos processos e mudanças introduzidas.

Visão geral do processo desenvolvido

O ponto de partida é o projeto **AutoSTEM** que desenvolveu sugestões de implementação pedagógicas e instruções de construção para um conjunto de autómatos. Estes guiões pedagógicos para professores/as e educadores/as utilizarem nas aulas são concebidas para ajudar a explorar a utilização de autómatos para promover a motivação das crianças para as disciplinas envolvidas na educação STEM.

Neste contexto, as orientações pedagógicas e das instruções de construção foram utilizadas com uma turma do 2.º ano do ensino básico, em Portugal. Todas as crianças construíram os seus próprios autómatos e os resultados de uma versão curta do Intrinsic Motivation Inventory (n/d) apontaram para um elevado nível de satisfação entre os/as participantes.

Para continuar a desenvolver os recursos e atividades no sentido da promoção da inclusão, as orientações e instruções pedagógicas do JellyBird foram adaptadas para crianças cegas e com baixa visão, acrescentando descrições das formas

geométricas e do movimento envolvido no brinquedo. Este trabalho foi desenvolvido tendo em conta provas anteriores sobre as dificuldades experimentadas pelas crianças cegas em compreender diretamente o conceito de geometria, e as dificuldades enfrentadas pelos/as professores/as na explicação das formas geométricas.

As crianças cegas não podem utilizar meios visuais para aprender geometria e muitos/as professores/as têm dificuldade em dar instruções, mesmo utilizando modelos físicos, porque as crianças cegas levam muito tempo a construir uma representação mental dos conceitos espaciais. Uma criança cega tem de construir na sua mente uma imagem mental, e avaliá-la, ou criar uma nova imagem.

O desenvolvimento do guião adaptado teve em conta as perspetivas relacionadas com a utilização do corpo para promover representações mentais (Johnson, 1987) e a importância dos fatores socioculturais para a construção do conhecimento.

Foi também produzida uma versão com as formas que compõem o JellyBird em relevo e uma versão áudio do guião pedagógico que foi adaptada através do programa *NonVisual Desktop Access* (NVDA) (Figuras 12.4 & 12.5).

Foi decidido que as formas do JellyBird deveriam ser preparadas e recortadas antes da sessão. Estes recursos adaptados foram utilizados numa sessão com a participação da equipa multidisciplinar, envolvendo estudantes e professores/as de Ciências da Educação, bem como professores/as e técnicos/as de Educação Matemática e da Unidade de Apoio e Integração

da Universidade de Coimbra, sendo um deles um adulto cego (Figura 12.6).

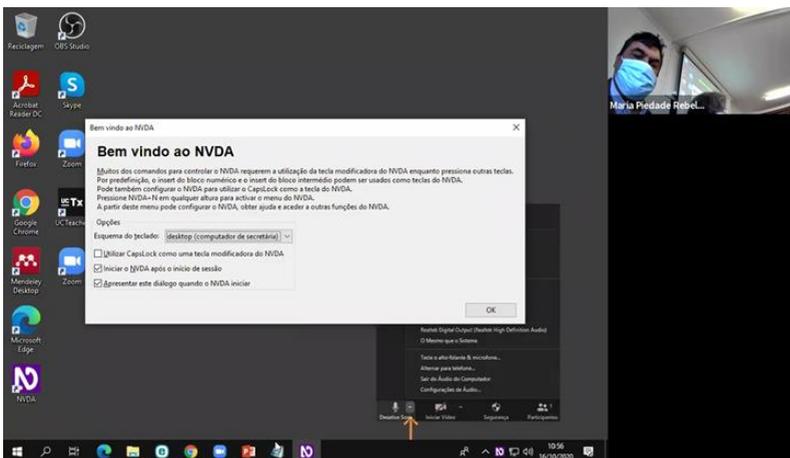


Figura 12.4 Apresentação do sistema NVDA.

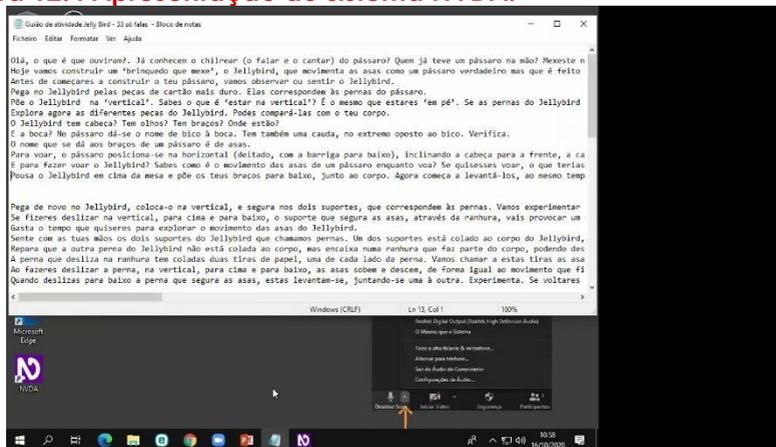


Figura 12.5 Leitura da versão áudio do guião pedagógico.



Figura 12.6 Audição do texto com instruções em formato NVDA.

Depois de ouvir a versão áudio do guião pedagógico com as instruções, o adulto cego recebeu os autómatos do JellyBird construídos (Figura 12.7) e uma versão das formas do JellyBird em relevo para que pudesse experimentar o contorno dessas formas (Figura 12.8).



Figura 12.7 Apresentação de um Jellybird previamente construído.



Figura 12.8 Apresentação das formas tipográficas.

O adulto cego começou por experimentar o JellyBird (Figura 12.9), com a ajuda de uma pessoa normovisual que descreveu

as diferentes partes à medida que o referido adulto as experienciava através do tato.

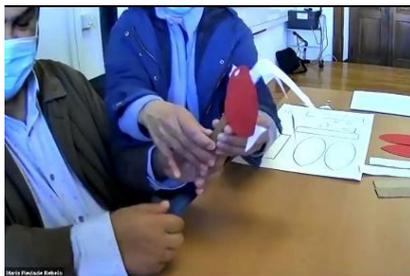
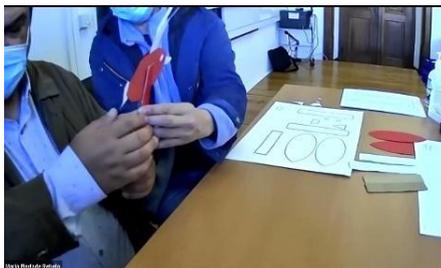


Figura 12.9 pessoa cega a manipular os autómatos de JellyBird.

Este continuou a experimentar e a tocar nos contornos do protótipo (Figura 12.10) enquanto as descrições também continuaram a ser apresentadas.

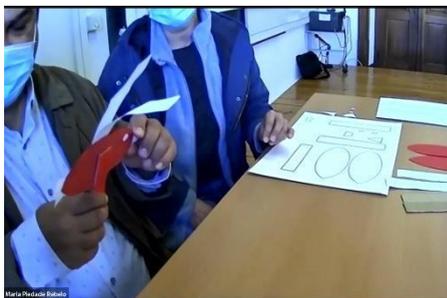


Figura 12.10 Pessoa cega a experimentarem os contornos do JellyBird.

Depois a pessoa cega tentou experimentar o movimento do brinquedo (Figura 12.11).

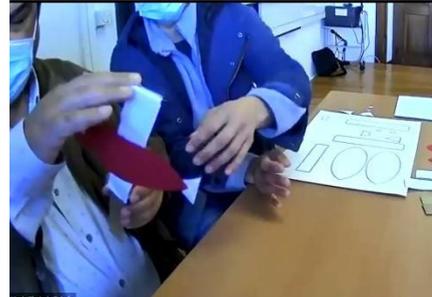
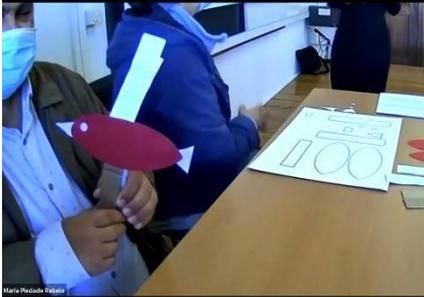


Figura 12.11 Pessoa cega a tentar sentir o movimento do JellyBird.

Dado terem surgido algumas dificuldades nesta etapa, uma estudante que estava a ajudar sugeriu uma forma diferente de experienciar o movimento do JellyBird, fazendo-o subir e descer no ar (Figura 12.12)





Figura 12.12 Pessoa cega a encontrar uma nova forma de produzir movimento do JellyBird.

Depois, a pessoa cega recebeu as diferentes partes do Jellybird previamente recortadas, enquanto a pessoa normovisual descreveu de novo a forma geométrica de cada parte (Figura 12.13).



Figura 12.13 Pessoa cega a tocar nas diferentes partes que constituem o de JellyBird.

Depois de experimentar as diferentes formas geométricas, previamente recortadas, o adulto cego começou a tocar nas formas em relevo (Figura 12.14) e depois tentou sobrepor as peças correspondentes com as suas formas geométricas em

relevo (Figura 12.15). Na figura 12.16 podemos ver todas as formas geométricas posicionadas sobre as respetivas formas em relevo.

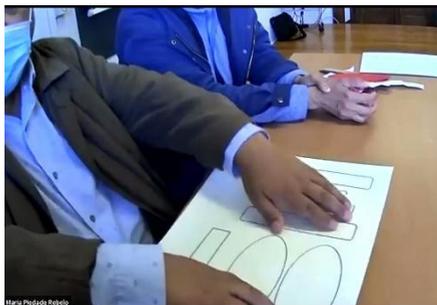


Figura 12.14 Pessoa cega a tocar nas formas em relevo.



Figura 12.15 Pessoa cega a sobrepôr as formas geométricas com as respetivas formas em relevo.

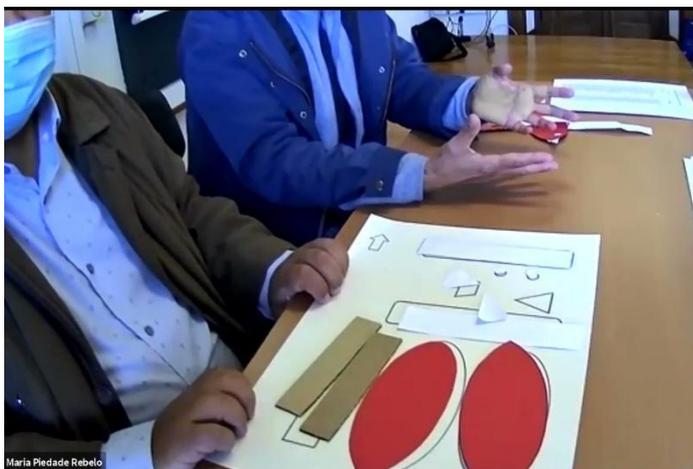


Figura 12.16 Todas as formas geométricas sobre as respetivas formas em relevo.

Os recursos desenvolvidos para a sessão descrita foram analisados numa outra sessão posterior, que decorreu três dias mais tarde (Figura 12.17).



Figura 12.17 Registo da segunda sessão.

Ambas as sessões foram gravadas em vídeo e analisadas a fim de identificar os principais desafios e ideias.

Corpus documental e análise

O corpus documental inclui os dois guiões desenvolvidos: o guião geral e o adaptado para ser utilizado por professores/as ou educadore/ass com crianças cegas ou com baixa visão, assim como as notas tiradas durante as sessões e as suas transcrições.

Os dois guiões pedagógicos e as instruções de construção foram analisados e comparados a fim de identificar categorias de análise.

As categorias definidas para examinar e comparar as mudanças entre os dois guias pedagógicos foram: semelhanças, diferenças e mudanças.

A análise das sessões onde o guia atualizado foi utilizado, bem como a sessão de reflexão, permitiram alterações adicionais após a primeira sessão.

Desafios

-  Identificar o nível de detalhe apropriado na descrição oral das figuras geométricas que constituem os autómatos.
-  Coordenar informação áudio com tátil para permitir uma representação mental do(s) objeto(s).
-  Testar o material e a adaptação do guião em aulas que incluam crianças cegas e com baixa visão, incluindo as adaptações necessárias para que todas possam desenvolver a atividade, no âmbito do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA).

Resultados

A análise dos dois guiões pedagógicos desenvolvidos para o protótipo JellyBird, o geral e o adaptado para crianças cegas e com baixa visão, permitiu-nos identificar as categorias: semelhanças, diferenças e alterações introduzidas no guião adaptado.

As **semelhanças** entre os dois guias são:

-  Estrutura e objetivos, pedagogia *guided play*, aprendizagem através de autómatos, STEM.
-  Número de secções; ambos os guiões incluem duas secções principais, uma sobre como o JellyBird pode ser utilizado para aprender assuntos STEM e a segunda sobre instruções de construção.
-  Ambos os guiões são dirigidos a professores/as e/ou educadores/as.

As principais **diferenças** entre os dois guiões são:

-  Desenvolvimento e estrutura das secções. As secções do guião geral são desenvolvidas de uma forma mais global, enquanto no guião adaptado há exemplos de instruções detalhadas e verbalizadas.
-  Percursos pedagógicos: papel do/a professor/a, tarefas, materiais.

As **alterações** introduzidas nas secções do guião adaptado incluem:

-  Instruções verbalizadas específicas detalhadas lidas aos/as alunos/as pelo/a professor/a ou educador cujos objetivos são, iniciar na criança imagens mentais; e para a criança construir imagens mentais. Ambas as imagens devem estar relacionadas com os diferentes conceitos geométricos.
-  Tarefas que envolvem experiências áudio, táteis, corpóreas e diárias.
-  As tarefas envolvendo observação foram eliminadas.

As alterações introduzidas no guião adaptado têm uma preocupação transversal de ajudar a criança a construir imagens mentais e de promover a sua construção, utilizando diferentes tarefas e materiais. As mudanças apontam para percursos pedagógicos adicionais, envolvendo experiências táteis, auditivas, envolvendo o próprio corpo e do dia-a-dia, com o objetivo de promover, na criança cega, construção de imagens mentais.

Para ajudar a este processo;

1. Os sons das aves e/ou uma história são utilizados para desenvolver imagens mentais através da audição.

2. O corpo da ave é comparado com o corpo da criança, bem como as atividades diárias, com o objetivo de construir uma representação mental de como o JellyBird é feito e como funciona.
3. É apresentado o movimento de deslizar que está associado ao movimento de bater as asas do autômato.

Finalmente, para construir o seu autômato, a criança experimenta as formas em relevo. Durante o processo de construção, a criança pode também, sempre que quiser, tocar e explorar um JellyBird, previamente construído, ou ouvir novamente a descrição do processo de construção.

Após a primeira sessão, foi possível perceber a existência de algumas lacunas nos materiais e no guião pedagógico adaptado. Com base nesta experiência, são propostas novas alterações adicionais, que são as seguintes:

-  Rever a descrição das figuras geométricas.
-  Selecionar a informação essencial e tornar cada parágrafo mais curto, acrescentando pausas entre os mesmo. A informação deve ser apresentada em pequenas sequências.
-  Importa separar e fasear claramente as tarefas.
-  Coordenar a informação áudio com os timings da exploração tátil.
-  Os autômatos JellyBird que são mostrados às crianças cegas devem ter partes que possam ser separadas separar umas das outras para que as crianças possam desconstruir e reconstruir. O material a usar deve ser mais resistente, tendo sido sugerida a utilização de velcro e material plástico (Figura 12.18).

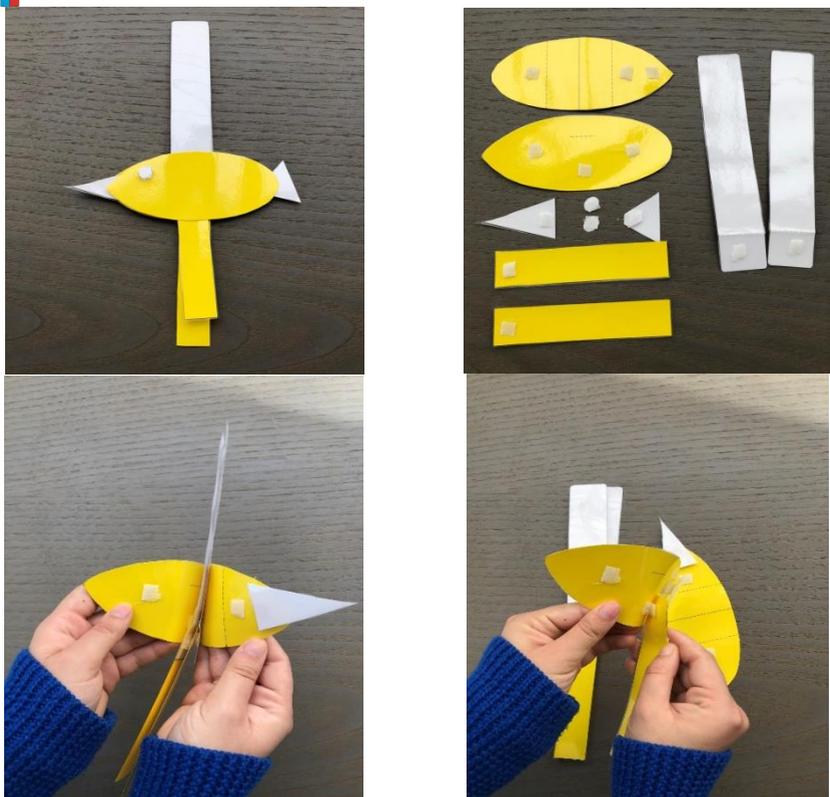


Figura 12.18 Exemplo de protótipo de teste já preparado.

Na Figura 12.19 estão algumas notas tomadas durante o *brainstorming* realizado durante a segunda sessão com a equipa multidisciplinar, na qual foi proposta uma nova sequência para a implementação da atividade. Propõe-se então começar com as formas em relevo, sendo então apresentadas as formas feitas de papel e cartão que são utilizadas para construir o JellyBird. Segue-

se a exploração do protótipo previamente construído e que também deve poder ser desconstruído para que as peças possam ser identificadas separadamente.

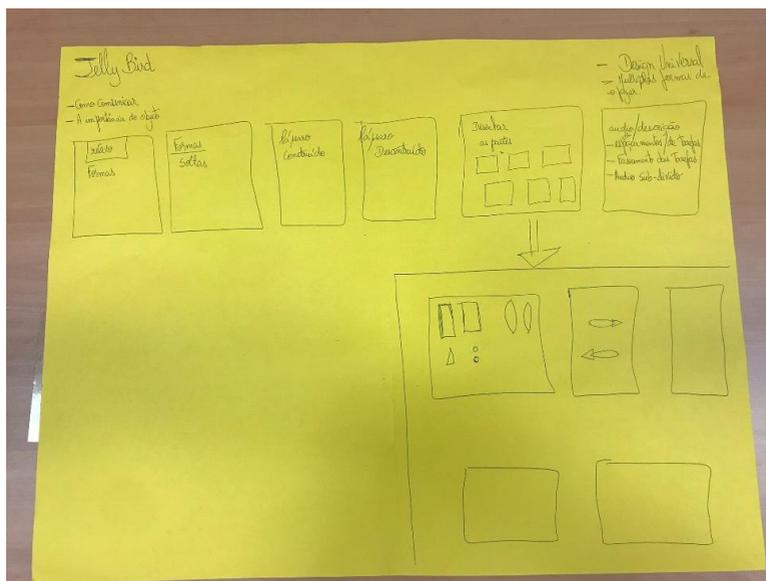


Figura 12.19 Notas tomadas durante a discussão.

Avaliação

Procedeu-se à adaptação para crianças cegas e com baixa visão do Guião pedagógico e das instruções de construção do JellyBird, visando promover a representação mental de conceitos geométricos.

A adaptação envolveu várias iterações. Após uma adaptação inicial, a comparação dos dois guiões, o geral e o adaptado, aponta para três categorias principais de análise: semelhanças, diferenças e alterações.

As mudanças introduzidas são prova da necessidade de reunir percursos pedagógicos multimodais que permitam construir imagens mentais: experiências táteis, auditivas, corporais, do dia-a-dia.

Surgiram vários desafios, nomeadamente quanto à coordenação entre as experiências auditivas e táteis. Após a primeira implementação são ainda necessárias alterações adicionais, que apontam para a necessidade de interligar os percursos multimodais e acrescentar estratégias.

Todo o processo de adaptação do guão pedagógico e instruções de construção para a inclusão de crianças cegas e com baixa visão demonstrou ser muito complexo e ainda não foi concluído, uma vez que são ainda necessárias várias mudanças adicionais. A opinião e a participação de uma pessoa cega foi da maior importância, permitindo a consciencialização de aspetos muito relevantes para o referido processo de adaptação.

Referências

- Johnson, M. (1987). *The body in the mind: The bodily basis of meaning, imagination and reason*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kohanová, I. (2006) *Teaching mathematics to non-sighted students: with specialization in solid geometry*. Dissertation submitted to Comenius University of Bratislava for the degree of Doctor.
- Zahra, A., Budayasa, I. K. & Juniati, D. (2018), The blind student's interpretation of two-dimensional shapes in geometry. *Journal of Physics: Conference Series* 947, 1-6.
- Costa, C. (2005). *A model for visual-spatial thinking: geometric transformations in early scholarship*. Dissertation submitted to New University of Lisbon, Portugal for the degree of Doctor of Science of Education.

Solano, A. & Presmeg, N. (1995). Visualization as a relation of images. Proceedings of the 19th International Conference for the Psychology of Mathematics Education (Vol 3, pp. 66-73). Recife, Brasil: University of Pernambuco

Zahra, A., Juniati, D. & Budayasa, I. K. (2018), A study of geometry concept mathematization process on blind student visual imagery. *International Journal of Engineering & Technology*, v. 7, n. 4.30, p. 89-93, Available at: <<https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/22023>>. Date accessed 24 Sep. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.14419/ijet.v7i4.30.22023>.

Thinus-Blanc, C. & Gaunet, F. (1997). Space representations in the blind: vision as a spatial sense? *Psychological Bulletin* 121, 20-42

Vianna, C. S., Barbosa, P. M., Rocha, D. F. & Silva, B. (2006). Teaching geometry for blind and visually impaired students. International Congress on Mathematical Education.

Pritchard, C. K. & Lamb (2012), Teaching geometry to visually impaired students. *Journal of Mathematics Teacher* 106, 22-27

IMI Intrinsic Motivation Inventory – SDT (n/d)
<https://selfdeterminationtheory.org/intrinsicmotivation-inventory/>