



## **Casos de Estudio**





# Índice



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

1. Incluindo uma atividade <b>AutoSTEM</b> num projeto anual de sala de aula: “O Jardim” .....	7
2. O JellyBird Viajante .....	14
3. O barco de Ulisses .....	21
4. Quando duas mãos não são suficientes: cooperação espontânea entre crianças durante a construção de autómatos <sup>1</sup> .....	25
5. Envolvimento e aprendizagem numa oficina de construção de ‘brinquedos que mexem’ no 1º ciclo do Ensino Básico .....	38
6. Integração do projeto <b>AutoSTEM</b> no currículo: construção de um Acrobata .....	60
7. Desenvolvimento de competências ao nível da resolução de problemas, escolha da estratégias de trabalho, tomada de decisões, planeamento de atividades .....	69



8. Do brincar guiado à criatividade: metaformoses e histórias de um pássaro.....	77
9. Utilização de autómatos num clube de ciências.....	89
10. Utilização de autómatos para a educação STEM na formação de educadores/as de infância .....	100
11. Atividades <b>AutoSTEM</b> com pessoas com necessidades educativas nos níveis cognitivo e físico .....	118
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 movimento .....	125

# INTRODUÇÃO

**AutoSTEM** é um projeto da União Europeia (EU) apoiado pelo Programa Erasmus+ com o objetivo de fornecer aos/as educadores/as e professores/as do ensino pré-escolar e do 1º ciclo do ensino básico e quaisquer outras pessoas interessadas, um conjunto de ferramentas e materiais que lhes permitam implementar autonomamente a educação STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) com base na construção de autómatos.







A equipa do projeto inclui representantes de cinco países da EU – Portugal, Noruega, Itália, Bulgária, Reino Unido, das áreas de metodologia de ensino e administração escolar, que procurou desenvolver propostas para o ensino e aprendizagem que integra a referida construção de autómatos na educação STEM.

Começando com autómatos simples, de forma guiada, e depois com construções independentes, os/as alunos/as e professores/as são gradualmente introduzidos em tópicos de matemática, engenharia, mecânica e ciência.

Os Casos de estudo incluem relatórios de resultados dos workshops de formação de educadores/as e professores/as que decorreram nos países parceiros do projeto. Foram elaborados doze casos de estudo **AutoSTEM**, categorizados em quatro grandes áreas:

## Casos de estudo com um público-alvo de crianças dos 4 aos 12 anos de idade



-  Incluindo uma atividade **AutoSTEM** num projeto anual de sala de aula “O Jardim” – ITÁLIA
-  O pássaro viajante (JellyBird) – ITÁLIA
-  O barco de Ulisses – ITÁLIA

-  Quando duas mãos não são suficientes: cooperação espontânea entre crianças durante a construção de autómatos – PORTUGAL
-  Envolvimento e aprendizagem numa oficina de 'brinquedos que mexem' numa escola primária – PORTUGAL
-  Integração do projeto **AutoSTEM** no currículo. Construção de um Acrobata – BULGÁRIA
-  Desenvolvimento de competências para deteção de problemas, escolha da estratégia de trabalho, tomada de decisões, planeamento de atividades – BULGÁRIA
-  Do guided play à criatividade: metamorfoses e histórias de um pássaro – PORTUGAL
-  Utilização de autómatos num clube de ciência em contexto pós-escolar- REINO UNIDO

### Casos de estudo com um público-alvo de professores/as

-  Utilização de autómatos para ensinar STEM na formação de educadores/as de infância – NORUEGA

### Casos de estudo com um público-alvo de alunos com NEES

-  Resultados das atividades **AutoSTEM** com pessoas com deficiências cognitivas e físicas
-  Ouvir e tocar para ver: instruções para promover a representação mental de formas geométricas durante a construção de um autómato por pessoas cegas ou com baixa visão – PORTUGAL

O consórcio **AutoSTEM** agradece reconhecidamente a todos/as os/as educadores/as, professores/as e crianças envolvidos/as nas oficinas, formação e Casos de estudo e deseja a todos/as os/as interessados/as na educação STEM momentos significativos ao trabalhar com as ideias e materiais do projeto **AutoSTEM**.



## Casos de estudo com um público-alvo de crianças com idades entre os 4 aos 12 anos de idade

## 1. Incluindo uma atividade **AutoSTEM** num projeto anual de sala de aula: “O Jardim”

Corinna Bartoletti e Susana Rossi

Este caso de estudo ilustra como a abordagem **AutoSTEM** pode ser incluída num projeto mais amplo que envolve mais do que uma aula.



**Figura 1.1** Criança a brincar com um autómato.

### Introdução





Este caso de estudo mostra como os/as professores/as utilizaram as ideias aprendidas durante a formação do projeto **AutoSTEM** para criar novos protótipos. Mostra também como as atividades **AutoSTEM** podem ser utilizadas com sucesso com crianças de diferentes idades.

### Contexto, abordagem e implementação

A oficina teve lugar na Escola Pré-Primária *Scuola dell'Infanzia V. Trancanelli – Petignano – I.C. ASSISI 3*

O interesse das escolas pela educação STEM foi concebido em conjunto com o tema da Continuidade Infantil-Primária, para

incluir a lógica-matemática e a robótica educativa. O Departamento de Continuidade Infantil-Primária da Escola concebeu o projeto com base numa tarefa de maior escala relacionada com a vida real “um jardim arranjado” e incluí 4 tarefas relacionadas, nas quais o projeto **AutoSTEM** foi incluído, sendo elas:

-  Jardim de legumes com Dani
-  Jardim de legumes...numa caixa
-  Um ecossistema numa garrafa
-  Autómatos para STEM...aprender ciência enquanto se diverte.

O projeto centrou-se numa horta que já existia na escola, pelo que as crianças já tinham um conhecimento básico das várias partes das plantas. O principal objetivo era promover uma primeira abordagem à educação STEM em crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos de idade.




A atividade foi realizada pelas crianças de 3 a 5 anos das seções A e B da 'V'. Trancanelli' em Petrignano di Assisi (PG). A atividade foi levada a cabo pelos/as professores/as da seção, que tiveram a ajuda de colegas de outras seções da escola.

A atividade de realização do Automaton e a reflexão final duraram seis horas, as outras três tarefas acima enumeradas demoraram quatro horas.

O “Jardim de legumes com Dani”, é uma história sobre um agricultor dedicado a cuidar do seu jardim. De repente, flores coloridas, pássaros e insetos, incluindo borboletas, aparecem. Os/as professores/as relacionaram os autómatos com o 'Aparecimento de borboletas e flores'.

A construção dos autómatos teve três fases distintas:



-  Primeira fase: os/as professores/as mostraram às crianças como são construídos os autómatos e responderam às suas muitas perguntas;
-  Segunda fase: as crianças receberam cartões com formas (modelos) das partes do autómato (borboleta) que depois recortaram;
-  Terceira fase: as crianças colaram as diferentes peças-Tiveram de se lembrar das apresentações dos/as professores/as. Nesta fase, os/as professores/as apenas deram conselhos e não intervieram na construção. As crianças escolheram coloriram a sua borboleta de acordo com as suas ideias.

Para construir a flor, foi utilizada uma técnica de origami.

## Desafios

Embora não estivessem presentes crianças com necessidades educativas, o grupo não era homogéneo: algumas crianças eram capazes de respeitar os tempos atribuídos para a conclusão do trabalho, outras precisavam de tempo mais flexível e claramente os níveis de capacidades de aprendizagem eram bastante diferentes.

A fase mais complexa foi a colagem das diferentes partes, que tinham de estar a distâncias precisas para o mecanismo do autómato poder deslizar de forma linear. Algumas crianças utilizavam demasiada cola enquanto outras utilizavam pouca cola que levava a que as peças se desfizessem.

## Resultados

A oficina **AutoSTEM** foi muito bem integrada no projeto anual previamente planeado. O brinquedo **AutoSTEM** 'The Jellybird' foi modificado para uma borboleta (ver Figura 1), e um novo *design* de autómato, intitulado "A flor gira-vento", foi criado pelos/as

professores/as (Figura 2). A abordagem cooperativa na construção do autómato permitiu a inclusão bem-sucedida, num único projeto, de diferentes idades e capacidades.

Todas as crianças participantes estavam muito interessadas e enquanto observavam os autómatos (borboleta ou flor) a tomar forma, começaram a fazer perguntas, particularmente sobre os próximos passos.

A colaboração entre os/as professores/as permitiu a integração bem-sucedida do **AutoSTEM** num projeto previamente planeado e potenciou a invenção e conceção de novos autómatos por parte dos/as professores/as.



**Figura 1.2 A borboleta**



**Figura 1.3 Crianças a construir a flor gira-vento.**



**Figura 1.3 Flores gira-vento**

### Discussão

Os/as professores/as afirmaram que as áreas de experiência mais envolvidas eram as seguintes:

- O corpo e o movimento
- Conhecimento do mundo

Foi fácil ver como as atividades abriram de fato formas adicionais de utilizar a metodologia na maioria das áreas de experiência.

Dada a curiosidade e o interesse demonstrado pelas crianças, os/as professores/as consideraram que a atividade deverá ser repetida. A construção dos autómatos envolveu as crianças como participantes ativos na educação STEM, dando-lhes um maior sentido de controlo e responsabilidade no processo de aprendizagem: viram, ouviram, tocaram, mediram, "puseram as mãos na massa".



## 2. O JellyBird Viajante

Autora: Cinzia Macchiaioli (professora), Corinna Bartoletti

Combinando STEM e Educação Intercultural



Figura 2.1 Ilustração da atividade do JellyBird Viajante.

### Introdução

O projeto “O JellyBird viajante” foi iniciado por uma história composta por uma professora, tutora da oficina, sendo também considerado o guião do/a professor/a **AutoSTEM** para construir um JellyBird.

A pré-escola faz parte de um grupo unificado de escolas locais de uma região (Instituto Comprensivo Giovanni Paolo II) que vão desde o ensino pré-primário ao ensino secundário. O Instituto Comprensivo está situado numa zona rural da Umbria. A região tem uma população migrante significativa e famílias pouco integradas. O contexto social é complexo, pois existem famílias com elevado nível económico-social e outras famílias desfavorecidas. A presença de problemas psicossociais que afetam os/as estudantes não são muitas vezes apoiada no seio das famílias.

O Instituto considera particularmente importante promover a consciência intercultural e a educação para a cidadania desde a mais tenra idade, bem como o reforço das competências matemáticas, lógicas e científicas.

O projeto “O JellyBird viajante” teve como objetivo promover a educação STEM e o desenvolvimento de competências de cidadania ativa e democrática através do reforço da educação intercultural e para a paz, e do respeito pelas diferenças e pelo diálogo entre culturas.

Completaram o projeto 23 crianças de quatro e cinco anos (secção A), das quais cinco são de famílias de imigrantes e duas têm deficiências.

## **Contexto, abordagem e implementação**

O projeto teve início de janeiro de 2020 e durou até ao final de fevereiro. Foi utilizado o autómato JellyBird. O projeto seguiu uma série de passos, sendo considerados os princípios da aprendizagem cooperativa.

---

## 1. Narração de histórias

O/a professor/a contou às crianças a história do JellyBird viajante. O autómato JellyBird representa um pássaro que viaja por todo o mundo. Na história, outras aves, cada uma com uma cor específica, habitam cada país. O JellyBird viajante vai de país em país e recebe penas de cores diferentes de cada ave que encontra. As crianças envolvidas na história, foram sugerindo aos/as professores/as quais os países visitados pelo JellyBird viajante.

---

## 2. Trabalho cooperativo

A turma foi dividida em 5 grupos etários mistos (4 e 5 anos de idade). Cada grupo representava um país e construía um JellyBird de cor diferente de cada um dos outros grupos. O/a professor/a orientou as crianças a olhar para os materiais disponíveis, prestando especial atenção à utilização de termos apropriados, de forma a expandir o seu vocabulário. Dentro de cada grupo, as diferentes tarefas foram decididas pelas crianças (quem pinta, quem recorta as peças). A construção foi realizada passo a passo, de acordo com as instruções orais do/a professor/a. Em cada passo, as crianças passaram o JellyBird a outras crianças do seu grupo, para que no final todas tivessem estado envolvidas na construção dos pássaros.

---

## 3. Investigação

Para completar a história do JellyBird viajante, a professora e as crianças concordaram na necessidade de pesquisar informações relevantes. As crianças que tinham sugerido países (a maioria das quais nomeou o seu país de origem) receberam um papel para levar para casa e escrever os resultados de uma curta "entrevista" com as suas famílias.



---

#### 4. Partilha

Cada criança apresentou, a toda a turma, informação sobre o país que representa. São ajudadas por uma apresentação PowerPoint simples num quadro branco interativo preparado pela professora.

---

#### 5. Trabalho individual

Cada criança fez o seu próprio pássaro e um gráfico visual resumindo a informação sobre cada país em que aquele pássaro vive.

---

#### 6. Dramatização da história

As crianças voltaram a trabalhar em grupo e a representar um país com o seu JellyBird colorido. A professora desempenhou o papel de JellyBird viajante, que vai de país em país, recebendo penas de cada pássaro que conhece e sendo informado sobre o país. Dentro de cada grupo de crianças, decidiam o que e quem diria coisas sobre o seu país ao JellyBird viajante (professora).

Noutra sala de aula, um grupo de crianças de 3 anos foi convidado a assistir à dramatização. No final da peça, as crianças em representação aproximaram-se das crianças mais novas para lhes mostrar como funciona o JellyBird.

---





#### 7. Tomar medidas

Seguindo o exemplo do JellyBird viajante que se mantém em contato com os seus amigos, comunicando, as crianças também decidiram procurar amigos “distantes”. Fizeram pulseiras de barro. Casa criança “dedica” a sua pulseira a uma criança de outra secção da escola. Com a ajuda da professora, as crianças

escreveram uma bela carta para se apresentarem e foram aos correios enviar.

## 8. Acompanhamento

Foi organizada uma série de atividades de acompanhamento:

-  Comparação dos ícones culturais dos países (bandeira, pratos típicos, etc.).
-  Passear pela aldeia de Costano com um mapa dos lugares vistos (lojas, igreja, monumentos, escolas)
-  Criação de um mapa para refazer o caminho utilizando robótica educativa.
-  Reflexões sobre diferenças e semelhanças culturais com a apreciação da diversidade.

## Desafios





O recurso à aprendizagem cooperativa ajudou a resolver a maior parte das potenciais dificuldades que as crianças mais novas poderiam ter no decurso da pilotagem. Esta abordagem permitiu a inclusão de crianças com necessidades especiais em todo o processo.

## Resultados

### Conjunto de objetivos/ objetivos alcançados

Os objetivos alcançados estavam de acordo com os estabelecidos. Graças à capacidade de combinar elementos de mecânica, artesanato, habilidades manuais e de contar histórias, foi possível incentivar as habilidades técnicas e manuais (cortar, colar, dobrar, deslizar), habilidades matemáticas (dimensões, conceitos topológicos), habilidades de engenharia (observar e

fazer mecanismos), bem como incorporar objetivos de cidadania e educação intercultural, tais como:

-  Conhecer e comparar diferentes culturas
-  Valorizar as diferenças
-  Estimular um sentimento de pertença à comunidade
-  Estimular um sentido de amizade e solidariedade.



**Figura 2.2 Trabalho cooperativo**

## Discussão

A utilização dos autómatos estimulou muito o interesse das crianças, tanto do ponto de vista narrativo como técnico. A construção do JellyBird no primeiro grupo foi muito eficaz no

reforço das capacidades individuais e da colaboração para um objetivo comum.

Uma vez esclarecidas as etapas, como a sequência de participação entre as crianças do mesmo grupo, demonstraram um espírito de colaboração e sobretudo de autonomia de trabalho que deixou a professora admirada. A construção do segundo JellyBird, individualmente, reforçou as competências técnicas das crianças, que foram então capazes de construir os autómatos quase sem orientação, e consolidando o seu conhecimento de alguns termos específicos.

A parte da apresentação (primeiro da informação recolhida para o seu próprio grupo e depois durante a dramatização para a outra secção) estimulou a autoestima de todas as crianças, que se sentiram parte indispensável de um único projeto.

Todo o *workshop* foi caracterizado por um forte interesse e participação, tanto que a professora decidiu aproveitá-lo ao máximo, continuando com outras atividades planeadas para a educação para a cidadania e educação STEM.

A experiência foi muito positiva.

## Referências

Publicação *online* do relatório anual de autoavaliação da escola: <https://cercalatuascuola.istruzione.it/cercalatuascuola/istituti/PGAA84302P/costano-giovanni-paolo-ii/valutazione/sintesi/>

### 3. O barco de Ulisses

Corinna Bartolleti, Francesca Ferrini




Combinando a educação STEM com a promoção de capacidades motoras finas e a aprendizagem cooperativa

#### Introdução

O micro-projeto STEM "O barco dos Ulisses" foi incluído numa unidade didática mais ampla chamada "Ulisses e a tempestade".

As aventuras de Ulisses podem ser muito envolventes e estimulantes para as crianças. A unidade didática "Ulisses e a tempestade" parecia muito apta a incluir a construção dos autómatos, que foram designados "O barco de Ulisses desafiando as ondas".

Para o barco Ulisses foi decidido utilizar o mecanismo "Crocodilo", com o objetivo de promover:




-  Conceitos matemáticos: quantidade, numeração, comprimento, largura, tamanho, formas.
-  Familiaridade com mecanismos: em particular ligações entre objetos.
-  Conceitos científicos: a atmosfera

O workshop envolveu todas as crianças de três a cinco anos da escola, considerado um grupo muito heterogénea.

As atividades tiveram lugar em cada uma das turmas escolares de 23/24 crianças, em fevereiro de 2020, ao longo de cerca de duas a três semanas. O grupo incluiu seis crianças com necessidades especiais, cinco das quais com diferentes tipos de deficiências.

## Contexto, abordagens e implementação

Todas as crianças da escola participaram nas diferentes fases da oficina. O workshop utilizou diferentes estratégias pedagógicas que foram adaptadas a cada criança, respeitando os seus ritmos e características individuais de aprendizagem. Os principais objetivos de aprendizagem eram:

-  Desenvolver as capacidades motoras finas
-  Encorajar a participação no grupo
-  Estimular a curiosidade, a atenção e o interesse.

Os/as professores/as prepararam previamente um modelo do autómato para permitir às crianças observar e construir a sua curiosidade. Desde a apresentação dos autómatos até à dramatização final, os passos foram os seguintes:

### **PASSO 1:** Apresentação do autómato

Apresentação do autómato pelo/a professor/a, as crianças podiam explorar o brinquedo e partilhar as suas reflexões sobre o funcionamento do mecanismo, materiais necessários, e desenvolver hipóteses sobre a sua construção.

Foram também autorizadas a observar os materiais, previamente preparados pelo/a professor/a, que também estimulou perguntas e encorajou uma exploração de formas, quantidades, tamanhos, tipos de ligações.

### **PASSO 2:** Construir os autómatos

Cada criança pintou e recortou individualmente alguns elementos dos autómatos (barco e vela); trabalharam como um pequeno grupo para montar os vários elementos sob a orientação verbal e/ou física do/a professor/a.

### **PASSO 3:** Preparação do cenário

Para criar o drama "Os navios de Ulisses na tempestade", na viagem de regresso a Ítaca foi construído um cenário físico. Isto incluiu um pano azul para o mar, segurado pelas crianças; balões para o som do mar e da chuva; garrafas, tubos, para o som do vento. Antes de fazer a dramatização, as crianças foram convidadas a reconhecer os sons produzidos.

### **PASSO 4:** Dramatização:

Neste workshop, as atividades STEM foram sobre o tempo. A dramatização foi realizada por grupos: um grupo realizou a banda sonora e o outro grupo realizou a dramatização com as crianças atrás do pano, movendo os seus autómatos, representando os navios de Ulisses na tempestade.

## **Desafios**

A fase de trabalho individual levou muito tempo, dado o grande número de crianças. Esta dificuldade foi ultrapassada através do envolvimento de pessoal docente e não docente da escola.

## Resultados



**Figura 3.1 O cenário da representação**

## Discussão

O workshop foi realizado através do apoio e entusiasmo de todo o pessoal docente da escola, que investiu tempo e recursos nas várias fases de implementação. Este envolvimento profundo foi o fator que garantiu o sucesso do projeto juntamente com o entusiasmo, participação, interesse e curiosidade das crianças. A complexidade da atividade exigiu que cada criança mobilizasse muitas competências diferentes. Estas atividades inovadoras na educação STEM foram também avaliadas positivamente por alguns pais.



#### 4. Quando duas mãos não são suficientes: cooperação espontânea entre crianças durante a construção de autómatos<sup>11</sup>



**Figura 4.1 Exemplo de cooperação espontânea.**

#### Introdução

Este caso de estudo centra-se na análise da cooperação espontânea entre crianças que participaram em quatro oficinas do projeto **AutoSTEM**. Uma vez que uma das competências transversais que se pretendia desenvolver com as atividades do projeto consiste na cooperação, embora não tenham sido introduzidas estratégias de aprendizagem cooperativa, tentámos observar como surgem formas de cooperação espontânea e

<sup>1</sup> Este caso de estudo é parte de um artigo:

Bidarra, G., Santos, A., Vaz-Rebello, P., Thiel, O., Barreira, C., Alferes, V., Almeida, J., Machado, I., Bartoletti, C., Ferrini, F., Hanssen, S., Lundheim, R., Moe, J., Josephson, J., Velkova, V., Kostova, N. (2020). Spontaneous cooperation between children in automata construction workshops. In Pixel (Ed.). *Conference Proceedings. 10th International Conference The Future of Education Virtual Edition* (pp. 525-528). Filodiritto Publisher. ISBN 978-88-85813-87-8 ISSN 2384-9509. DOI: 10.26352/E618\_2384-9509

como estas podem ser sugeridas pela dinâmica das atividades propostas, os hábitos, cultura e disposição da sala de aula, orientação dos/as educadores/as e a idade das crianças.

A cooperação é uma forma de interação entre dois ou mais indivíduos. O que distingue a cooperação de outras formas de interação é o fato de ocorrer de acordo com um objetivo comum a esse dois ou mais indivíduos. Desta forma, a cooperação surge como uma forma de alcançar um objetivo que individualmente não poderia ser alcançado (Warneken & Tomasello, 2007). De facto, a aprendizagem cooperativa é agora defendida como uma forma de instrução de alto impacto (Knight, 2013), que se refere a várias estratégias utilizadas na sala de aula, concebidas para criar aprendizagem ativa e envolvimento dos/as alunos/as/as. Estas estratégias baseiam-se em princípios e procedimentos, que são diferentes do trabalho de grupo normal, constituindo uma alternativa às estruturas competitivas e individualistas, contribuindo para uma melhor aprendizagem cognitiva e para o desenvolvimento de competências sociais. Assumindo diferentes estruturas e sintaxes, que as individualizam, têm diferentes designações como jigsaw, cooperative scripting, aprendendo juntos e investigando em grupo, entre outras.

Hargreaves (1994), defensor destas estratégias, considera que devem ser incluídas no repertório dos/as professores/as, no entanto devem ser utilizadas com flexibilidade e discrição, reconhecendo que a sua introdução nas escolas e nas salas de aula constitui uma simulação segura das formas de colaboração mais espontâneas possíveis entre os/as alunos/as, mas que foram de alguma forma erradicadas pela escola e pelos/as professores/as, através de práticas de controlo e avaliação da disciplina. Estas formas de cooperação espontânea são de

grande valor e imprevisibilidade, uma vez que o *locus* de controlo da cooperação está no/a aluno/A.

Uma das componentes da aprendizagem cooperativa consiste na interdependência positiva, que pode assumir várias modalidades, nomeadamente, a interdependência de objetivos, quando os membros do grupo trabalham para um objetivo comum, da tarefa, quando "duas mãos não são suficientes", dos recursos, (tesoura, papel, cola, etc.), e do ambiente/espço onde o grupo trabalha, que pode tornar-se um elemento unificador (Johnson & Johnson, 1999). Portanto, o objetivo deste caso de estudo é descrever formas espontâneas de cooperação entre as crianças que participaram nas oficinas de construção de autómatos, sem terem sido instruídas neste tipo de aprendizagem.

## Contexto, abordagem e implementação

Neste caso de estudo, estão incluídos quatro workshops. O método pedagógico geral seguido em todos os workshops envolveu a apresentação de autómatos, sendo proposto às crianças planear e construir os seus próprios autómatos. Os workshops 1 e 2 tinham uma estrutura muito semelhante, cada um contou com a participação de 22 alunos do 2.º ano de uma escola primária, as crianças tinham entre sete e oito anos de idade. As sessões de cada workshop duraram duas horas. Em ambas as sessões, foi utilizado um mecanismo de fricção, com diferentes narrativas associadas.

O workshop 3 teve lugar numa sala de aula com 24 crianças de seis e sete anos de idade, do 1.º ano. Este workshop inciduiu nos autómatos envolvendo mecanismos alavanca e ligações/biela.

Cada criança construiu dois autómatos. A oficina durou três horas.

O workshop 4 decorreu em duas sessões, num total de três horas. Estiveram presentes 21 crianças, na primeira sessão, e 19 crianças, na segunda. Estas crianças tinham entre nove e 10 anos de idade. Neste workshop foram apresentados diferentes autómatos e mecanismos como fricção, alavancas, bielas.

Contudo, houve algumas diferenças entre os workshops, em três deles foi lido um poema sobre o planeta terra; um dos workshops teve lugar numa biblioteca, enquanto os outros tiveram lugar em contexto de sala de aula. A organização da sala de aula mudou de acordo com o workshop, com as crianças sentadas aos pares, em mesas redondas ou em formato de apresentação. Além disso, nos workshops que decorreram na sala de aula, os/as professores/as deram instruções, enquanto que no workshop da biblioteca havia um mínimo de instrução. O/a professor/a da turma não esteve presente no workshop da biblioteca. Em todos os workshops, desde as instruções sobre como construir o mecanismo até ao produto final, tiveram lugar vários processos onde surgiram então expressões de cooperação espontânea entre as crianças.

Os dados foram recolhidos através da observação dos participantes, registando notas de campo, fotografias e vídeos. No final do workshop, as crianças responderam a um pequeno questionário sobre questões motivacionais e perceção da aprendizagem. No final, foi elaborado um relatório para cada uma destas sessões, que incluiu todos os dados recolhidos e analisados.



## Desafios

Sendo a cooperação uma das competências transversais que o projeto pretendia desenvolver, o principal desafio era reconhecer formas de cooperação que surgiram entre as crianças durante a atividade, embora não tenham sido dadas instruções a este respeito. Durante os diferentes workshops, surgiram espontaneamente várias formas de cooperação entre as crianças, pelo que foi um desafio compreender o que poderia ter conduzido a esta situação e quais os fatores que reforçaram e potenciaram esta cooperação.

## Resultados

A análise do conteúdo dos diferentes tipos de dados permitiu identificar quatro categorias de cooperação espontânea: Modalidade, Dimensões, Fatores Influenciadores e Resultados,

A modalidade de cooperação espontânea aponta para diferentes formas de organização desta cooperação:

-  Um: onde há uma decisão de construir um autómato único para todo o grupo;
-  Dois: onde cada criança constrói o seu próprio autómato, mas desenvolve estratégias de cooperação.

Um: onde as crianças decidiram espontaneamente cooperar e construir um autómato de grupo, existe um tipo de cooperação com um objetivo e tarefa comum que poderá ser considerado uma modalidade mais semelhante à aprendizagem cooperativa formal, com envolvimento convergente entre pares (Figura 4.2).



**Figura 4.2 Crianças que cooperam para desenvolver um autómato para todo o grupo.**

Dois: Quando cada criança desenvolve o seu próprio protótipo enquanto coopera de forma informal com os colegas. Neste caso, não houve objetivos ou tarefas devidamente partilhados, pelo que a cooperação que emerge pode ser considerada como uma cooperação divergente ou não convergente (Figura 4.3).



**Figura 4.3 Crianças que colaboram no desenvolvimento do seu próprio protótipo.**

Outra categoria identificada foram as Dimensões de cooperação espontânea, que inclui dimensões que aparecem em ambas as modalidades identificadas ou apenas numa delas

Algumas dimensões, transversais às duas modalidades de trabalho, podem ser: distribuição informal das tarefas, partilha de materiais, observação mútua do trabalho e ajuda na construção. Estas podem ser consideradas as dimensões-chave da cooperação espontânea. Existem então indicadores transversais que aparecem nos workshops analisados que podem ser considerados dimensões centrais da cooperação espontânea (Figura 4.4).

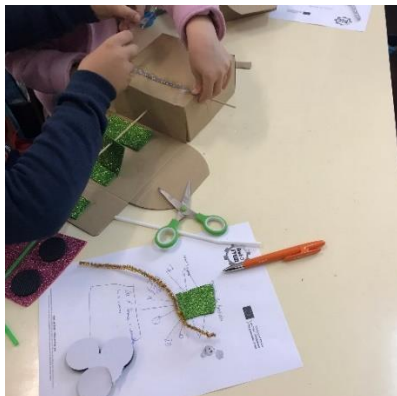


**Figura 4.4 Dimensões centrais da cooperação espontânea: observar e aprender uns com os outros e partilhar materiais.**

Trabalhar no mesmo projeto envolve interdependência de objetivos, coordenação de ações, partilha de tarefas, sendo todas as ideias dos participantes consideradas e incluídas no autómato. Especialmente a interdependência de propósitos e as ações coordenadas são características da aprendizagem cooperativa. Este grupo de dimensões caracteriza a cooperação espontânea convergente.

O trabalho em projetos separados inclui os indicadores: imitar e ser inspirado pelo trabalho do colega, e a vontade altruísta de ajudar um colega (Figura 4.5). Estes indicadores podem ser considerados como dimensões de cooperação espontânea divergente.





**Figura 4.5 Comportamento altruísta de ajudar um colega.**

Os fatores suscetíveis de influenciar a emergência de cooperação espontânea podem estar relacionados com características das crianças e dos workshops como: idade das crianças, orientação, presença do/a professor/a titular, disposição dos lugares. De facto, as crianças com seis- sete anos de idade cooperaram no desenvolvimento do seu próprio projeto e as crianças com nove anos de idade decidiram trabalhar no mesmo projeto. Quando um/a professor/a ou educador/a guiou a oficina, as crianças cooperaram enquanto desenvolviam o seu próprio projeto. Quando tiveram mais autonomia, o/a professor/a da turma não estava presente e as crianças estavam sentadas em mesas redondas, as crianças decidiram trabalhar no mesmo projeto. A disposição dos lugares, em pares ou apresentação, foi associada à cooperação das crianças enquanto desenvolviam o seu próprio projeto.

Os autómatos produzidos foram analisados como resultados, tendo sido identificadas as seguintes categorias: semelhantes ao apresentado, autómatos 'em pares', predominância de uma ideia.



Estes tipos de autómatos estão associados às oficinas acima referidas. De facto, em todas as oficinas analisadas, alguns dos autómatos eram muito semelhantes aos apresentados. Contudo, houve também casos em que as crianças se sentaram umas ao lado das outras e produziram autómatos semelhantes, o que foi interpretado como uma típica rotina de trabalho de turma (Figura 4.6).



**Figura 4.6 Exemplos de autómatos semelhantes aos produzidos pelo colega sentado na mesma mesa.**

Numa das oficinas, as crianças produziram autómatos muito semelhantes uns aos outros, embora cada criança tenha trabalhado na sua própria construção (Figura 4.7).



**Figura 4.7 Autómatos semelhantes construídos numa só sessão.**

Quando as crianças decidiram trabalhar no mesmo projeto, os autómatos produzidos incluíram diferenças em relação aos autómatos inicialmente apresentados. Isto foi interpretado como evidência de criatividade.

Em resposta à pergunta "O que aprendeste neste workshop?", a maioria das crianças respondeu ter aprendido como construir um mecanismo simples, como fazer um brinquedo com movimento e também sobre o tema da narrativa inicialmente apresentada. As crianças também se referiram a outras competências, incluindo como cooperar ou como resolver problemas.

Foram também registadas várias emoções. Em geral, as crianças expressaram alegria e satisfação com o trabalho desenvolvido, algumas disseram mesmo que se sentiam orgulhosas do seu trabalho. Estas emoções puderam ser observadas tanto quando uma criança desenvolveu os seus próprios autómatos (Figura 4.8) como quando desenvolveu um 'autómato partilhado' (Figura 4.9).



**Figura 4.8 As crianças foram influenciadas umas pelas outras enquanto desenvolviam os seus próprios autómatos.**







**Figura 4.9 Felicidade e orgulho no desenvolvimento de autómatos únicos.**






## Avaliação

Em suma, a análise dos dados indicou que apesar de as características do trabalho cooperativo não estarem formalmente estabelecidas, surgiram formas de cooperação espontânea entre as crianças. Esta cooperação espontânea pode assumir diferentes modalidades, incluindo a decisão de trabalhar com os mesmos autómatos ou de desenvolver os seus próprios

autómatos enquanto cooperam de forma informal com os/as colegas. Neste caso, a cooperação pode ser vista em:

-  Observar o trabalho uns dos outros
-  Partilhar materiais
-  Ajudar com a construção
-  Imitar e ser inspirado pelo trabalho de um/a colega.

A cooperação espontânea também variou de acordo com:

-  A idade das crianças
-  A dinâmica do workshop, por exemplo, a disposição dos lugares
-  O contexto em que teve lugar
-  A presença do/a professor/a titular
-  A orientação dos/as educadores/as.

O mecanismo dos autómatos utilizados não parecia estar associado às características da cooperação.

## Referências

Anderson, B. (2018) Young Children playing together: A choice of engagement, *European Early Childhood Education Research Journal*, 26:1, 142-155, DOI: 10.1080/1350293X.2018.1412053

**AutoSTEM** Erasmus+ project (2019). Website. **AutoSTEM** Erasmus+ project nr. 2018-1-PT01-KA201-047499. retrieved 2 August 2020 from <https://www.autostem.info/resources/>

Bidarra, G., Santos, A., Vaz-Rebello, P., Thiel, O., Barreira, C., Alferes, V., Almeida, J., Machado, I., Bartoletti, C, Ferrini, F., Hanssen, S., Lundheim, R., Moe, J., Josephson, J., Velkova, V., Kostova, N. (2020). Spontaneous cooperation between children in automata construction workshops. In Pixel (Ed.).

Conference Proceedings. 10th International Conference The Future of Education Virtual Edition (pp. 525-528). Filodiritto Publisher. ISBN 978-88-85813-87-8 ISSN 2384-9509. DOI: 10.26352/E618\_2384-9509

Hargreaves, A. (1994). *Changing teachers changing times*. London: Cassell PLC

Johnson, D.W. & Jonhson, R. T. (1999). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5th ed). Boston, MS: Allyn and Bacon.

Knight, J. (2013). *High impact Instruction: A framework for great teaching*. Thousand Oaks: Sage Publications.

Stipek, D., Feiler, R., Daniels, D. & Milburn, S. (1995). Effects of different instructional approaches on young children's achievement and motivation. *Child Development*, 66(1), 209-223. DOI:10.2307/1131201.

Thiel, O., Josephson, J. & Vaz-Rebelo, P. (2020). *AutoSTEM step-by-step teacher guide*.

Warneken, F., & Tomasello, M. (2007). Helping and cooperation at 14 months of age. *Infancy*, 11(3), 271-294.

## 5. Envolvimento e aprendizagem numa oficina de construção de 'brinquedos que mexem' no 1º ciclo do Ensino Básico<sup>2</sup>

A. Santos, P. Vaz Rebelo, O. Thiel, G. Bidarra, V. Alferes, J. Almeida, C. Barreira, I. Machado, F. Rabaça, M. D Dias, P. Pereira, N. Catré, F. Ferrini, C. Bartolleti, J. Josephson, N. Kostova



**Figura 5.1** autómatos produzidos na oficina.

### Introdução

Este caso de estudo analisa o envolvimento e motivação das crianças nas oficinas do projeto **AutoSTEM**. O projeto **AutoSTEM** visa analisar o potencial da construção de autómatos ou "brinquedos que mexem" como estratégia motivacional para a aprendizagem nas áreas temáticas da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (CTEM, em inglês STEM), é importante compreender como isto é feito e se está a ter os resultados desejados.

A motivação e o envolvimento de crianças e jovens em disciplinas de ciências continuam a ser um desafio para a

<sup>2</sup> Este caso de estudo está publicado no International Journal of Developmental and Educational Psychology, 2(1), 115-124. doi:<http://www.infad.eu/Revista/NFAD/OJS/index.php/IJODAEP/article/view/1820>

educação contemporânea, existindo evidências da importância da sua promoção nos primeiros anos de escolaridade (por exemplo Campbell, Punello, Miller-Johnson, Burchinal & Ramey, 2001). Realça-se assim a necessidade de compreender as dimensões que caracterizam a motivação ou o envolvimento, e as estratégias que os podem promover. Tanto a motivação como o envolvimento são conceitos multifacetadas e interligadas. Em particular, o conceito de motivação intrínseca pode assumir dimensões relacionadas com autonomia, interesse, sentido de competência, stress, perceção de valor, entre outras, e dinâmicas complexas e subtis entre estas várias dimensões (Deci & Ryan, 2000). Uma vez que "a motivação intrínseca resulta em aprendizagem e criatividade de alta qualidade, é especialmente importante detalhar os fatores e forças que a geram versus a minam" (Deci & Ryan, 2000, p. 55).

Foram propostas várias dimensões de envolvimento, por exemplo, a nível afetivo, comportamental, cognitivo. Assim, é possível dizer que o envolvimento é um "conceito multidimensional que engloba dimensões afetiva, comportamental e cognitiva da adaptação do aluno na escola e tem influência sobre os resultados dos/as alunos/as" (Veiga et al., 2012, p.118). Em suma, a dimensão afetiva está relacionada com as experiências emocionais da criança durante o processo de aprendizagem; a dimensão comportamental está relacionada com a participação comportamental efetiva da criança no seu processo de aprendizagem; finalmente, a dimensão cognitiva diz respeito à orientação mental da criança durante a aprendizagem (Gonçalves, 2017).

No projeto **AutoSTEM** os autómatos utilizados são constituídos por duas partes, uma parte narrativa e um mecanismo. Estas, permitem, uma abordagem lúdica, com atividades relacionadas






com o planeamento e a construção dos autómatos para aumentar o interesse e o envolvimento nas áreas STEM acima listadas. Especialmente no conhecimento e construção de mecanismos simples, compreensão do seu funcionamento e/ou da narrativa que representam, e competências como a observação, a resolução de problemas e a criatividade.

## Contexto, abordagem e implementação

Neste caso de estudo, 30 crianças dos 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos de uma escola primária em Portugal entre os 6 e 9 anos de idade, participaram em dois workshops. No Workshop 1 doze alunos, dois do 1.º ano e os restantes dez do 3.º ano. No Workshop 2 participaram dezoito crianças, seis do 2.º ano e doze do 4.º ano.

Estes dois workshops mantiveram a organização da sala de aula e tiveram a duração de três horas cada um. As duas sessões seguiram a mesma estrutura e processos para as crianças, envolvendo:

-  Observação de autómatos com diferentes mecanismos e narrativas.
-  Elaboração do projeto e construção dos seus próprios autómatos.
-  Apresentação dos seus autómatos e a reflexão sobre o que fizeram

A atividade começou com uma breve apresentação sobre o projeto e alguns exemplos de autómatos com mecanismos por fricção, bielas, alavancas. Em seguida, foi lido um poema sobre o ambiente, relacionado com o tema do agrupamento escolar e intimamente relacionado com os currículos de ciência e cidadania. As crianças analisaram os autómatos, exploraram os



materiais disponíveis e planearam os seus próprios autómatos (Figura 5.2).

As crianças tinham total liberdade para criar os seus próprios autómatos com base nos mecanismos que lhes foram mostrados (Figura 5.3).



**Figura 5.2 Crianças a trabalhar nos seus autómatos.**



**Figura 5.3 Crianças a construir autómatos.**




Após o tempo de construção estar completo, as crianças mostraram os seus autómatos à turma e depois responderam a um questionário (Figura 5.4).



**Figura 5.4 Criança a responder ao questionário.**



Para avaliar estes dois workshops foram considerados tanto um questionário como a observação dos participantes. O questionário incluía itens e perguntas abertas sobre motivação, perceção da aprendizagem, dificuldades experienciadas, e sugestões de melhoria. O guia de observação incluía indicadores sobre o envolvimento: comportamento - afetivo e cognitivo; expressões de satisfação das crianças e produtos desenvolvidos a fim de analisar a aprendizagem e a criatividade.

Os indicadores considerados na análise do envolvimento foram:




-  Envolvimento comportamental analisado através da participação na atividade, planeando um projeto e trabalhando no mesmo.
-  Envolvimento cognitivo, analisado através das áreas de observação atenta, expressando curiosidade sobre o movimento e os mecanismos, explorando materiais, fazendo um projeto e adaptando procedimentos para o desenvolver, fazendo perguntas, resolvendo problemas.
-  Envolvimento afetivo analisado considerando as manifestações de interesse, durante a sessão, e nas respostas ao questionário. Nas considerações finais, é

possível ver se a criança demonstra orgulho no que construiu.

A aprendizagem foi analisada com base nas respostas das crianças ao questionário, bem como na análise dos autómatos produzidos. Os indicadores considerados foram as partes dos autómatos:

-  Se os autómatos têm partes mecânicas e narrativas
-  Se os autómatos foram produzidos com pelo menos uma parte que esteja a funcionar.

Para a criatividade, os indicadores implicavam a utilização de materiais ou as características dos autómatos produzidos:



-  Se se trata de uma cópia do que foi apresentado
-  Se tem novos mecanismos
-  Se tem novas narrativas.

## Desafios

Um desafio foi a variedade de autómatos com mecanismos diferentes que foram apresentados simultaneamente às crianças, o que exigia que estas tomassem decisões sobre o que queriam fazer, bem como a preparação de um plano. Isto exigia que as crianças se sentissem suficientemente envolvidas, com a motivação necessária, para a sua implementação.

## Resultados

Os vários dados recolhidos foram analisados em três seções gerais:

-  Envolvimento e motivação,
-  Perceção da aprendizagem

## Incidentes críticos.

Em cada seção abaixo, os resultados serão apresentados separadamente e interpretados como duas sessões, Workshop 1 e Workshop 2.

### Envolvimento e motivação

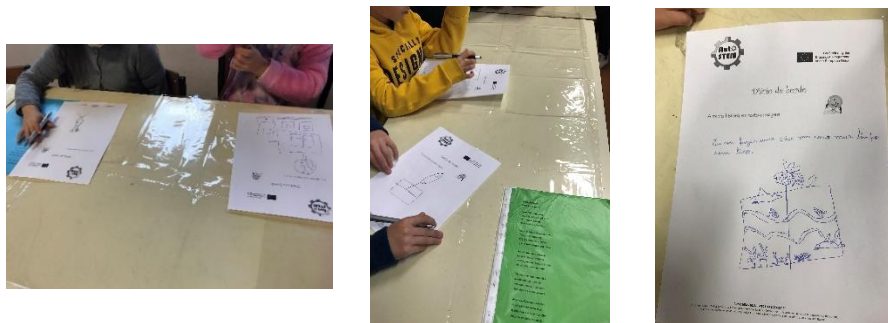
**Planos iniciais:** No Workshop 1, tendo em conta a observação dos participantes, as crianças estiveram muito empenhadas e entusiasmadas durante o workshop. Começaram imediatamente a analisar os autómatos disponíveis, mostrando curiosidade sobre o seu funcionamento.

Para desenvolver o seu próprio projeto, as crianças começaram a imaginar os seus autómatos e a forma como fariam adaptações e os testariam. Este processo pode ser visto como prova de envolvimento cognitivo, uma vez que as crianças estavam suficientemente curiosas para querer iniciar os seus projetos, assim que o desafio foi lançado. Uma análise dos planos mostrou que a maioria das crianças desenhou algo semelhante aos autómatos que lhes tinham sido mostrados (Figura 5.5).



**Figura 5.5** crianças a trabalhar nos seus planos iniciais.

Workshop 2, foi semelhante ao que foi descrito para o Workshop 1, as crianças mostraram um forte empenho e entusiasmo. Queriam começar a analisar os autómatos disponíveis, os materiais, e a planear e trabalhar no seu próprio projeto (ver figura 5.6).



**Figura 5.6 Crianças a trabalhar nos seus planos iniciais.**

Nesta sessão, verificou-se um caso interessante de uma criança que desenhou um novo tipo de mecanismo. No livro de bordo desta criança, podemos ver uma adaptação do mecanismo de transmissão por atrito, colocando uma alavanca dentro da caixa, ao contrário das duas varas e das rodas no exemplo apresentado. Este caso mostra-nos como a atividade pode ser envolvente, uma vez que esta criança, ao explorar os protótipos apresentados e os materiais disponíveis, foi capaz de criar o seu próprio projeto inovador, que pode ser um indicador de envolvimento cognitivo.

Em conclusão, em ambos os workshops, as crianças estavam ativamente envolvidas na atividade, quer observando os exemplos, quer planeando os seus próprios projetos, explorando os materiais, o que pode ser considerado indicador de

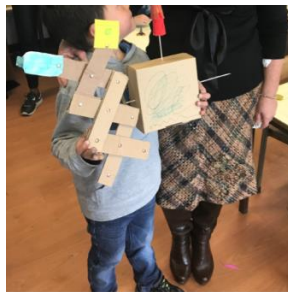
envolvimento cognitivo. Foram inspiradas pelos exemplos apresentados, mas, ao mesmo tempo, surgiram mais ideias.

## Autómatos produzidos

Os autómatos produzidos tiveram em conta os autómatos e mecanismos apresentados às crianças, mas também inspiraram novas ideias. No workshop 1, a maior parte dos autómatos produzidos incluíam o mecanismo de alavanca, a maioria das crianças construiu ecopontos de reciclagem, semelhantes a um apresentado, onde cada caixa tem uma alavanca com cor semelhante à da caixa. Uma criança construiu um animal falador com a caixa e a alavanca (Figura 5.7). Outro mecanismo muito utilizado foi o das ligações/bielas, seis crianças construíram brinquedos com ligações, alguns relacionados com temas, com ecopontos de reciclagem, e outros não. Foi construído um brinquedo com movimento de rodar, com uma boneca; pela criança mais nova do grupo, depois de ter construído um brinquedo com ligações/bielas. Este único caso será apresentado mais tarde nos incidentes críticos.

Nesta sessão, duas crianças planearam construir dois brinquedos cada uma e descreveram-nos nos seus diários de bordo, um com o mecanismo de alavanca aplicado nos ecopontos, e outro com o movimento de rodar. Isto pode ser visto como um indicador de envolvimento.





**Figura 5.7 Crianças a apresentar os seus autómatos.**

É também importante saber que nesta sessão estiveram presentes crianças de diferentes grupos etários. A todas foram mostrados todos os brinquedos, independentemente da dificuldade individual de cada criança. Desta forma, foi-nos possível ver que as crianças mais novas, no 1.º ano, escolheram o mecanismo de biela. Este é o normalmente dado às crianças desta idade em sessões em que apenas um dos mecanismos é apresentado e construído (Figura 5.8).



**Figura 5.8 Crianças a apresentar os seus autómatos no Workshop 1.**

No Workshop 2, os autómatos produzidos utilizaram os mecanismos dos autómatos apresentados, mas também trouxeram novas ideias e propostas. A maior parte dos autómatos produzidos utilizaram as ligações, seguindo-se os de rotação.



Foram também construídos três brinquedos de alavanca, dois estavam relacionados com a reciclagem e o último era uma nova adaptação que uma criança fez do mecanismo de rotação ao colocar uma alavanca dentro de uma caixa e não as varetas e rodas habituais. Este caso será também descrito nos incidentes críticos abaixo.

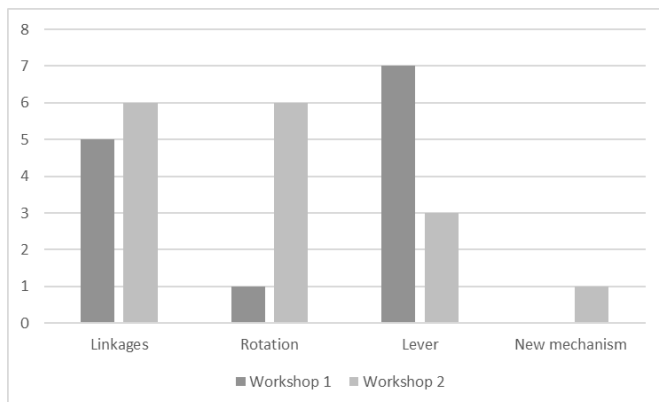
Nesta sessão, ficou claro que as crianças respeitavam o tema, uma vez que quase todos os brinquedos fabricados tinham elementos relacionados com a proteção do ambiente. As crianças estiveram muito empenhadas em decorar os seus brinquedos. Analisando os projetos finais, fica muito claro o esforço e investimento de que cada criança.

É importante mencionar que, nesta sessão, talvez por as crianças serem mais velhas, foram escolhidos mecanismos mais difíceis de construir, tais como o de fricção. Ao lidarem com as dificuldades encontradas, duas crianças mencionaram a montagem das ligações (Figura 5.9).



**Figura 5.9 Alguns autómatos produzidos no Workshop 2.**

Em conclusão, todas as crianças construíram corretamente os seus próprios autómatos, uma vez que todos os produtos tinham mecanismos e funcionavam. As crianças tiveram ideias originais e foram muito criativas no que construíam. As crianças também investiram muito esforço e imaginação na parte narrativa dos seus autómatos. Na figura 5.10 são mostrados os mecanismos construídos nas sessões.



**Figura 5.10 Mecanismos escolhidos nos dois workshops.**

A conclusão da atividade com sucesso, com algumas crianças a construírem mesmo mais do que um brinquedo, é um indicador de envolvimento comportamental, uma vez que as crianças se envolveram plenamente na atividade e exibiram participação ativa. Os participantes passaram por todas as fases planeadas, desde a curiosidade, à análise dos protótipos apresentados, planeamento dos seus próprios brinquedos, montagem e uma reflexão final.

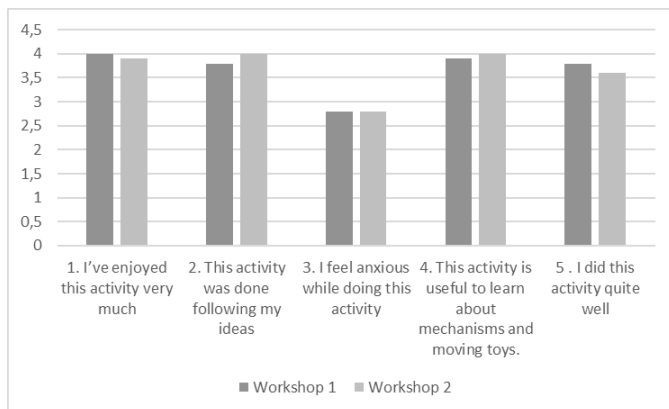
## Satisfação dos participantes

Durante as sessões e ao preencher os questionários, as crianças expressaram satisfação com a atividade. No Workshop 1 todas as crianças referiram ter gostado muito da atividade e que gostariam mesmo de a repetir. Em relação às expetativas das crianças, a maioria delas concluiu que as tinha alcançado com sucesso, tendo apenas dois participantes relatado não estarem completamente satisfeitos. Quanto ao nervosismo, verifica-se que a maioria dos participantes não se sentiu nervoso durante a realização dos autómatos; contudo, houve três participantes que

se distanciaram dos restantes, dizendo que se sentiram muito nervosos. A maioria das crianças reconheceu a importância deste tipo de atividades para aprender sobre movimento e mecanismos, com apenas uma criança a discordar. Finalmente, todas as crianças pensaram que eram capazes de construir autómatos e que eram boas nisso. Em resposta à pergunta aberta sobre o que mais gostavam, a maioria disse que a oficina era divertida, e que gostavam de atividades onde pudessem usar a expressão artística. Algumas crianças também responderam que gostavam da atividade porque gostam de construir brinquedos.

No final do Workshop 2, as crianças também responderam a um questionário e os resultados evidenciaram que gostaram muito da atividade e que gostariam de a repetir. A maioria delas pensou que a atividade foi útil para aprenderem sobre mecanismos e brinquedos que se movem e que são suficientemente bons na construção de brinquedos em movimento. Isto é interessante, uma vez que nos permite compreender a sua motivação para este tipo de atividades. Quanto à questão aberta sobre o que mais gostaram, a maioria disse que a oficina era divertida e que gostavam de atividades onde trabalham com as mãos. Algumas crianças também disseram que gostavam da atividade porque eram capazes de aprender coisas novas como construir um brinquedo em movimento e trabalhar com materiais reciclados. Algo que também agradou às crianças foi o facto de terem podido utilizar muitos materiais como tintas e cola.

Em conclusão, os resultados mostraram que, em ambos os workshops, houve altos níveis de satisfação e interesse, apontando para um envolvimento afetivo. Na Figura 5.11, encontram-se os resultados de ambas as sessões.



**Figura 5.11 Resultados das questões relacionadas com a motivação intrínseca.**

Estes resultados podem ser um indicador de envolvimento afetivo, uma vez que a apreciação das crianças por este tipo de atividades é clara, pois todas elas responderam que gostaram. Durante as sessões, foi também possível notar um elevado nível de entusiasmo e o prazer com que as crianças completaram as tarefas. Além disso, ficou claro o orgulho com que apresentaram as peças que tinham construído.

## Perceção da aprendizagem

**Resultados da aprendizagem.** No Workshop 1, as crianças responderam à pergunta aberta sobre a perceção da aprendizagem referindo que esta se relaciona com a sua habilidade na construção de brinquedos, apenas uma criança mencionou brinquedos em movimento. Algumas crianças também responderam que aprenderam sobre o ambiente e como reciclar, e duas delas responderam que tinham aprendido sobre mecanismos e como pintar.

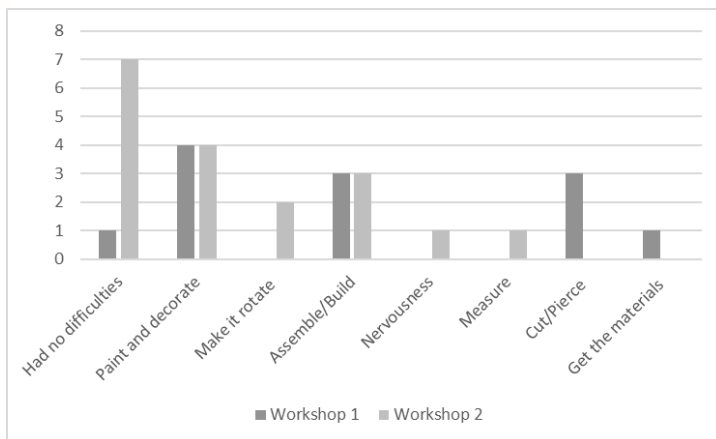
No Workshop 2, os resultados da mesma pergunta aberta sobre a percepção da aprendizagem mostraram que as crianças pensavam que a sua principal aprendizagem estava relacionada com a sua capacidade de construir brinquedos em movimento e de utilizar materiais reciclados. Algumas crianças também responderam que tinham aprendido sobre coisas novas e aprendido a trabalhar com materiais mais diferentes.

---

### Percepções de dificuldades e melhorias

No Workshop 1, as maiores dificuldades foram a montagem dos brinquedos, em geral, e do mecanismo. Foi também mencionado que a pintura era difícil e algumas crianças também mencionaram como dificuldades o corte, a decoração e a obtenção de materiais.

No Workshop 2, a maioria das crianças desta sessão respondeu que não tiveram quaisquer dificuldades durante a atividade, embora algumas tenham mencionado alguns obstáculos, nomeadamente dificuldades em fazer girar o mecanismo, ou em montar as ligações/bielas, em medir e uma criança respondeu que a sua dificuldade era o seu nervosismo (Figura 5.12).



**Figura 5.12 Dificuldades sentidas durante as sessões.**

Quando solicitadas a sugestões, as crianças do Workshop 1 responderam que não havia nada a melhorar. Algumas das crianças sugeriram que seria interessante ter mais materiais e construir mais e diferentes brinquedos. Algumas crianças sugeriram também que seria bom ter mais pessoas a ajudar.

Quanto a melhorias no projeto, no Workshop 2, uma das crianças sugeriu pensar mais depressa, o que poderia ser uma sugestão para si e não para o projeto em geral. Para além desta criança, não houve outras sugestões de melhoria.

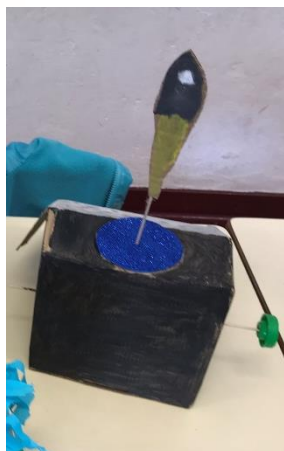
## Incidentes críticos

No Workshop 1, uma das crianças mais novas, do 1.º ano, que construiu dois brinquedos, um com o mecanismo de ligação/biela e o outro mais difícil com o mecanismo de rotação, que é normalmente utilizado em atividades com crianças mais velhas. Observando durante a atividade e falando com o/a professor/a titular, compreendemos que esta criança se distrai facilmente. Nesta sessão, houve uma mudança de



comportamento, uma vez que ele estava realmente empenhado e envolvido na atividade. A criança começou por construir um brinquedo mais simples, o de ligação/biela e até teve tempo para o decorar. Depois disso, a criança quis começar um novo brinquedo e foi-lhe dito que podia se quisesse, por isso escolheu o de rotação. Apesar de ter tido ajuda para construir ambos os brinquedos, especialmente o de rotação, a motivação e o empenho para a tarefa foram impressionantes. Este pode ser um indicador comportamental e uma medida afetiva de envolvimento. Em primeiro lugar, a criança centrou-se realmente nos seus projetos e investiu muito trabalho na montagem de ambos os brinquedos, em segundo lugar, a criança mostrou muito interesse e orgulhava-se das suas realizações. Até os/as professores/as ficaram surpreendidos com a forma como ele se concentrou na tarefa e como a completou tão bem.

No Workshop 2, uma criança, ao ver e analisar os protótipos apresentados e os seus mecanismos desenvolveu uma nova ideia para um mecanismo ao combinar uma alavanca com a estrutura de um brinquedo de rotação. A ideia era trocar as hastes e rodas que fazem parte do mecanismo por duas tiras de cartão coladas de forma perpendicular. Assim, ao empurrar a alavanca a criança conseguiu fazer subir e descer a sua figura decorativa, neste caso era um foguetão (Figura 5.13).



**Figuras 5.13 Autómatos construídos com um mecanismo inovador.**

Foi interessante ver que a criança estava empenhada no mecanismo e na montagem da estrutura, mas não tanto na decoração da mesma. A criança estava entusiasmada com a montagem e montagem de todas as peças para provar que a sua ideia funcionaria, mas quando já a tinha montado e se preparava para a decorar mostrou-se menos interessada. A criança ainda completou a pintura, de uma forma menos entusiasta, mas quando teve de desenhar o seu foguetão, não estava motivada e fez um pequeno e simples foguetão. Depois de uma conversa motivacional com a criança, na qual lhe explicámos que tinha uma boa ideia ao mudar o mecanismo, foi uma pena não colocar um foguete realmente grande e colorido para acrescentar valor ao seu incrível brinquedo. A criança acabou por concordar e começou um novo foguetão com mais motivação e empenho e, no final, com tudo montado, a criança ficou orgulhosa do seu projeto porque todos lhe disseram que era muito original, e o brinquedo era espantoso.

Esta situação única pode ser um indicador afetivo de envolvimento, mostrando o orgulho da criança no final, e um indicador cognitivo uma vez que a criança estava suficientemente curiosa sobre a tarefa e sobre o que lhe foi apresentado para a repensar e desenvolver um novo mecanismo.

## Avaliação

Com base nestes resultados, fomos capazes de reconhecer uma convergência em todos os parâmetros analisados, embora pequenas diferenças surgissem de acordo com as idades dos participantes em cada sessão.

Em ambos os workshops, houve um elevado nível de motivação e interesse na tarefa. Todas as crianças mostraram o seu interesse pela atividade desde o início e foram bastante autónomas no desenvolvimento das suas ideias, que provaram ser bastante criativas. Além disso, apenas em raras exceções as crianças se mostraram nervosas relativamente à sua capacidade de completar a tarefa com sucesso; tendo, na maioria das vezes, percebido o seu valor e a sua capacidade de levar a cabo o desafio de acordo com as suas ideias. Tudo isto foi provado pelas observações dos participantes feitas pelos/as educadores/as presentes durante a atividade, e pelas respostas às escalas sobre a motivação intrínseca das crianças.

Além disso, o envolvimento na tarefa foi também claro, durante a atividade e nas respostas aos questionários, cujos resultados foram já analisados neste texto. Houve vários resultados que mostram fortes evidências de envolvimento a um nível afetivo, cognitivo e comportamental. Durante ambas as sessões, a

apreciação da atividade foi notável, bem como a satisfação com o trabalho desenvolvido por cada criança.

Em geral, as crianças disseram que estavam felizes por participar no projeto e orgulhosas do trabalho desenvolvido. A nível cognitivo, a curiosidade sentida pelas crianças acerca dos vários protótipos apresentados e dos respetivos mecanismos foi clara desde uma fase inicial, o que as envolveu na tarefa. Isto foi evidenciado pelas perguntas colocadas, por explorarem materiais e opções e desenvolverem novas ideias. Finalmente, o envolvimento comportamental foi igualmente evidente uma vez que todas as crianças completaram com sucesso a atividade, tendo mesmo excedido as expectativas em alguns casos, como foram os casos dos dois incidentes críticos descritos.

Com base na ideia de que a motivação e o empenho são dois grandes potenciadores da aprendizagem, podemos reconhecer a importância de atividades como as desenvolvidas pelo projeto **AutoSTEM** para a aquisição de aprendizagem em disciplinas STEM. Estes tipos de atividades permitem o desenvolvimento, de forma lúdica, do interesse na aprendizagem de disciplinas STEM que anteriormente podiam ser um desafio. De uma forma motivada e empenhada, as crianças fazem perguntas e testam hipóteses que não teriam feito no passado, desenvolvendo assim o seu potencial de aprendizagem.

## Referências

Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M. & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: Growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental Psychology*, 37(2), 231-242. DOI:10.1037//012-1649.37.2.231.

Gonçalves, S. S. B. (2018). *Envolvimento do aluno na escola, percepção de apoio familiar e desempenho escolar*. Mestrado em Psicologia da Educação. Universidade da Madeira.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67.

Veiga, F. H., Carvalho, C., Almeida, A., Taveira, C., Janeiro, I., Baía, S., Festas, I., Nogueira, J., Melo, M., & Caldeira, S. (2012). Students' engagement in schools: differentiation and promotion In M. F. Patrício, L. Sebastião, J. M. Justo, & J. Bonito (Eds.). *Da Exclusão à Excelência: Caminhos Organizacionais para a Qualidade da Educação* (pp. 117-123). Montargil: Associação da Educação Pluridimensional e Escola Cultural.

## 6. Integração do projeto **AutoSTEM** no currículo: construção de um Acrobata

Nelly Kostova, Veneta Velkova, Ivanka Nikolova



**Figura 6.1 Exemplo do autômato Acrobata.**

### Introdução




A dinâmica do desenvolvimento da sociedade moderna traz para o primeiro plano a necessidade crescente de indivíduos social e tecnologicamente educados capazes de construir o seu comportamento pessoal e profissional e de tomar decisões em benefício da sociedade.

Isto requer que se repense a educação escolar e mudem atitudes sobre o ensino e a aprendizagem de centrados nos conteúdos para orientadas por competências, de um saber enciclopédico para uma conceção dinâmica de competência, como um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que podem ser desenvolvidos desde os anos iniciais da escola e enriquecidos ao longo da vida. As competências-chave incluem

aptidões como o pensamento crítico, capacidade de resolução de problemas, trabalho de equipa, capacidade de comunicação e negociação, capacidade de análise, criatividade e competências interculturais.





O/a professor/a moderno/a enfrenta o desafio de motivar os/as seus/suas alunos/as a aprender e mostrar-lhes a aplicação prática do que estão a aprender. A combinação do modelo tradicional de ensino com técnicas inovadoras proporciona um ambiente de aprendizagem positivo e transforma o/a estudante num/a participante ativo/a no processo de aprendizagem. Além disso, isto promove o desenvolvimento do seu pensamento criativo e crítico, aumenta a sua motivação para aprender.

A abordagem STEM é uma das principais tendências na educação global, que ajuda, não só a criar uma ligação entre a realidade e o que é aprendido na escola, mas também uma ligação entre as disciplinas consideradas isoladamente. As vantagens da abordagem STEM são:

-  Abordagem interdisciplinar, que é a base para a integração das ciências naturais no campo da tecnologia, matemática na engenharia, etc.
-  Aplicação dos conhecimentos científicos e técnicos na vida quotidiana - a abordagem STEM através de exercícios práticos demonstra às crianças a aplicação dos conhecimentos científicos e técnicos na vida real. Concebem, constroem e desenvolvem um produto tangível.
-  Desenvolvimento do pensamento crítico e a capacidade de resolução de problemas necessários para superar as dificuldades que as crianças podem enfrentar na vida.





-  Construção a autoconfiança - as crianças desenvolvem e testam, processam e testam novamente e assim melhoram o seu produto. Ao resolverem elas próprias todos os problemas, criam confiança nas suas capacidades.
-  Comunicação ativa e trabalho de equipa.
-  Desenvolvimento de um interesse em disciplinas técnicas.
-  Preparação das crianças para as inovações tecnológicas que irão ocorrer durante as suas vidas.

A educação STEM é considerada um pré-requisito para o desenvolvimento do pensamento em engenharia. A criança tem necessidade de desenvolver este tipo de pensamento desde tenra idade, pois a tecnologia, a eletrónica e os robôs já a rodeiam. Este tipo de pensamento é necessário não só para o estudo, mas também para o funcionamento da tecnologia. Através desse pensamento, a criança constrói uma ideia da modelação inicial necessária para a criatividade científica e técnica.

O projeto **AutoSTEM** inclui uma forma inovadora e motivadora de introduzir os princípios STEM básicos. Ao projetar e construir brinquedos, as crianças aprendem sobre matemática, geometria, mecânica, física e melhoram várias competências-chave, ao mesmo tempo que se divertem, o que contribui para promover a motivação e empenho para a aprendizagem STEM.

## Contexto, abordagem e implementação

O objetivo do projeto **AutoSTEM** é explorar como os autómatos podem enriquecer as brincadeiras das crianças no sentido de promover uma melhor compreensão da ciência, tecnologia, engenharia e matemática (CTEM, em inglês STEM).

Participaram no workshop 25 crianças do 3.º ano, com nove anos de idade, da Escola "St. Kliment Ohridski"- Sófia. Foram criados cinco grupos que construíram um acrobata utilizando a abordagem **AutoSTEM**.

O trabalho começou com uma discussão sobre os brinquedos e o seu papel na vida quotidiana das crianças, sendo gradualmente introduzida a proposta de serem as próprias crianças a construí-los. A professora apresentou o conceito geral do projeto **AutoSTEM**, mostrou diferentes autómatos e as crianças optaram por fazer um acrobata. A professora apresentou então um vídeo para mostrar o funcionamento e a construção do referido autómato.  
(<https://www.youtube.com/watch?v=a8Wlwm1UDJ0>)

A observação foi seguida de uma discussão e de comentários sobre como o acrobata se move e como é construído, como são as partes do corpo, quais as suas formas. Foi dada especial atenção à maneira de ligar as partes individuais e discutidos os tipos de ligações - móveis e amovíveis. Também foi discutida a possibilidade de utilizar materiais recicláveis na construção do brinquedo, com o objetivo de proteger a natureza.

As crianças foram divididas em cinco grupos. A sua tarefa era discutir quais os materiais necessários, distribuir os seus papéis na equipa para que todas fossem um/a participante ativo/a, planear e organizar as suas atividades e trabalhar o mais rápida e eficientemente possível.

O *workshop* onde decorreram a construção e reflexão em torno da construção do autómato teve lugar em duas aulas consecutivas, uma de matemática e tecnologia, outra de empreendedorismo. Os/as alunos/as assistiram novamente à apresentação das instruções em vídeo e começaram

seguidamente a trabalhar na sua própria construção. Aplicaram as suas habilidades matemáticas aos níveis da medição e de desenho, o seu conhecimento do corpo humano e do seu movimento, e aperfeiçoaram as suas capacidades técnicas. Alguns grupos tiveram dificuldades em fazer o apoio ou em ligar peças individuais. A intervenção da professora foi mínima. Após a conclusão do trabalho e a realização de algumas melhorias, os brinquedos foram apresentados a toda a turma e integrados numa exposição **AutoSTEM** que decorreu na escola.






## Desafios

Alguns/mas alunos/as tiveram dificuldade em fazer os suportes e correlacionar a sua altura com o tamanho do acrobata, ou em unir peças. A intervenção da professora foi reduzida ao mínimo – tendo gerido o processo de aprendizagem não tanto através da informação, mas de sugestões dadas. A preparação prévia é a chave para o sucesso da atividade. A professora deve estar muito bem preparada e saber o que vai ser feito; fornecer os materiais necessários para o projeto; ter em conta as competências necessárias para realizar as atividades e também que as crianças têm as competências, de modo a não se desmotivarem durante a realização da atividade; encontrar a forma correta de dar orientação sem oferecer diretamente a solução; especificar o tempo necessário para que cada elemento do projeto seja concluído.





## Resultados

As atividades **AutoSTEM** ajudam a desenvolver a gosto e interesse pela aprendizagem e inspiram as crianças a descobrir as suas

paixões e talentos, ao mesmo tempo que encorajam a aprendizagem ao longo da vida.

-  A abordagem **AutoSTEM** é motivadora, envolvente, inspirada no mundo real.
-  As atividades do **AutoSTEM** são criativas e adaptáveis, e isto permite que crianças com diferentes interesses e capacidades se expressem dentro de um grupo ou equipa. Trabalho de equipa, colaboração e comunicação são o foco.
-  Os/as alunos/as têm a liberdade de pensar de forma crítica, criativa e inovadora.
-  O fracasso é uma oportunidade de aprender.
-  As aulas **AutoSTEM** reduzem a ansiedade e o *stress* na sala de aula; melhoram a organização e a disciplina.

Durante o *workshop*, as crianças expressaram os seus conhecimentos sobre temas individuais, aplicaram diferentes competências, cooperaram e avaliaram-se a si próprios/as e aos/às colegas de turma. Como resultado, foram alcançados os seguintes objetivos:

-  Adquirir conhecimentos de física e mecanismos, especialmente ligações.
-  Desenvolvimento de competências de engenharia para análise e design.
-  Melhoria de conceitos matemáticos no processo de construção e montagem
-  Resolução de problemas e criatividade



**Figuras 6.2 Crianças a construírem o acrobata**

## Discussão

As atividades STEM podem ter benefícios para todos os/as estudantes, em todos os níveis de competências, criando uma oportunidade educativa verdadeiramente inclusiva e eficaz.

O maior benefício do projeto **AutoSTEM** e das oficinas associadas é o de promoverem o interesse pela aprendizagem de disciplinas STEM. Inspirar esta paixão e desejo de aprender é a competência mais importante nos primeiros anos de educação. Os/as estudantes do ensino básico estão numa posição ideal para se envolver na aprendizagem integrada e prática que o **AutoSTEM** oferece.

Na avaliação, a melhor evidência do interesse que as atividades **AutoSTEM** promovem é o brilho nos olhos das crianças e as questões incessantes: "Já terminámos?", "Podemos fazê-lo de novo, mas com um carácter diferente?", "Quando teremos de novo uma hora como esta?"

As atividades STEM estão à nossa volta, e a aprendizagem pode ser divertimento sem fim.

## Referências

- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30- 35.
- Lewis, T. (2005). Creativity: A framework for the design/problem solving discourse in technology education. *Journal of Technology Education*, 17(1), 35-52.
- Plucker, J. A. (1998). Beware of simple conclusions: The case for content generality of creativity. *Creativity Research Journal*, 11 (2), 179-182.

Тафрова-Григорова, А. (2013). Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science & Educational Policy*, 7, 121 – 200.

Тафрова-Григорова, А., Кирова, М. & Бояджиева, Е. (2012). Учителите по природни науки – за конструктивистката учебна среда в българското училище. *Химия*, 21, 375-388.

Тафрова-Григорова, А., Кирова, М. & Бояджиева, Е. (2012). Учителите по природни науки – за конструктивистката учебна среда в българското училище. *Химия*, 21, 375-388.



## 7. Desenvolvimento de competências ao nível da resolução de problemas, escolha da estratégias de trabalho, tomada de decisões, planeamento de atividades

Nelly Kostova, Veneta Velkova, Ivelina Piralkova

### Introdução



A aprendizagem baseada em projetos é uma estratégia de aprendizagem que abrange diferentes disciplinas simultaneamente. Isto é conseguido pelo facto de o/a professor/a encorajar os/as alunos/as a identificar um problema real com recurso à investigação, a desenvolver uma solução, aplicando provas fundamentadas, e a apresentar a solução de uma forma interessante e interativa, utilizando um conjunto de ferramentas de visualização atuais.

Os/as professores/as recebem têm a tarefa de promover a motivação para a aprendizagem, de desenvolver competências para a aprendizagem ao longo da vida e competências sociais, etc. Muitas destas tarefas não podem ser resolvidas através dos métodos tradicionais de ensino e aprendizagem. Os métodos interativos, nos quais os/as alunos/as participam ativamente em atividades conjuntas ou independentes para criar ou descobrir factos e dependências, são mais adequados para essa finalidade. Tais métodos de ensino são, por exemplo, a aprendizagem baseada em problemas, métodos de investigação (aprendizagem pela descoberta, aprendizagem pela prática) e a aplicação de tecnologias de informação e comunicação, métodos de ensino combinados, etc.

Os métodos interativos de ensino e aprendizagem têm várias vantagens importantes sobre os métodos tradicionais:



Aumento da atratividade da formação.

-  Aplicação prática dos conhecimentos, aptidões e competências para atingir determinados objetivos.
-  Redução da quantidade de tempo de ensino.

O desenvolvimento e aplicação de modelos educativos modernos, que incluem métodos interativos de ensino e aprendizagem, satisfazem as necessidades atuais de melhorar a qualidade da educação em matemática, ciência e tecnologia.

## Contexto, abordagem e implementação

O projeto **AutoSTEM** está relacionado com o estudo das ciências naturais, matemática e tecnologia, numa fase inicial da escolaridade, e foi concebido para crianças entre os quatro e os sete anos, podendo, no entanto, ser explorado noutros anos do ensino básico. O tema do workshop, organizado no 4.º ano, foi "Aprendizagem baseada em projetos", uma vez que está estreitamente relacionado com as disciplinas de matemática, tecnologia e empreendedorismo, que são disciplinas obrigatórias para os/as alunos/as do ensino primário, nas escolas búlgaras.

O projeto começou com uma introdução de 40 minutos a vários projetos realizados por estudantes de diferentes países europeus e materiais publicados no YouTube.

Os/as participantes foram 21 alunos de nove anos de idade do 4.º ano da Escola "St. Kliment Ohridski". Foram criados cinco grupos que fizeram a construção de uma ponte levadiça, no âmbito de duas aulas consecutivas, uma de Matemática e Tecnologia, a outra de Empreendedorismo.

Os/as estudantes tinham tido previamente conhecimento das características gerais do projeto e escolhido o tópico a trabalhar.

Como tarefa independente, a professora pediu-lhes que investigassem várias pontes na Europa. As crianças ficaram entusiasmadas com a proposta, o mesmo tendo acontecido quando lhes foram apresentados o projeto e principais ideias.

Antes de começarem o seu próprio trabalho, assistiram às instruções de construção do brinquedo utilizando um vídeo disponível no YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=Ah-l88JAAaE>). Graças a este vídeo, puderam ver claramente o que era necessário fazer e planificar como funcionariam no tempo disponível.

---

### Construção da ponte levadiça:

Durante o trabalho independente, as crianças concentraram-se, diligente e cuidadosamente, especialmente quando trabalhavam com a pistola de cola quente, tendo ajuda da professora.

O projeto ajudou as crianças a melhorar as suas capacidades organizacionais, uma vez que tinham tempo e recursos limitados. Também as ajudou a desenvolver independência e autonomia, uma vez que eram obrigadas a trabalhar quase sem ajuda externa.

A professora dividiu as crianças em cinco grupos de quatro-cinco alunos/as, e cada grupo teve de fazer uma estrutura separada. De acordo com a professora, se uma parte da turma estivesse envolvida numa atividade e outra numa outra, ocorreria o caos e as atividades não seriam sincronizadas. Os grupos trabalharam com pouca ajuda e apoio da professora para os problemas de matemática e tecnologia, e as técnicas que utilizaram. Determinaram também por si próprios quais dos materiais disponíveis a utilizar.

Fizeram um plano de ação, que incluía uma sequência para montar a estrutura e desenhar figuras. As crianças tiveram de organizar os seus papéis em cada equipa, a fim de poderem trabalhar o mais rápida e eficientemente possível. Tinham de garantir que ninguém ficaria inativo ou que apenas uma pessoa faria todo o trabalho.

Durante a implementação do projeto e a construção da ponte, surgiu o elemento competitivo, que é extremamente importante para os/as alunos/as das escolas primárias. Quando competem uns/mas com os/as outros/as encoraja-os/as a trabalhar mais depressa, mais eficientemente e melhor.

No final do *workshop*, as crianças corrigiram quaisquer problemas da construção da ponte com o mínimo de ajuda da professora. Apresentaram o seu trabalho a todas as turmas participantes e a seus pais. Foi organizada uma exposição, na escola, e todos os autómatos feitos pelos/as alunos/as foram aí apresentados.

A principal vantagem do **AutoSTEM** é que crianças trabalham para desenvolver e melhorar as suas capacidades criativas e a sua literacia matemática e técnica.

## Desafios

Algumas das crianças tiveram problemas na montagem de algumas partes da estrutura. O/a professor/a desempenha um papel mais passivo do que o do/a aluno/a, a principal característica da aprendizagem baseada em projetos. Com o avanço da tecnologia e a digitalização da nossa vida quotidiana, não há maneira de o processo de aprendizagem não mudar. O/a professor/a deve conhecer com antecedência os passos a seguir; assegurar os materiais e ferramentas

necessários estão disponíveis, que o trabalho é planeado e que há tempo suficiente.

Os/as professores/as ajudaram as crianças a corrigir os seus erros e as crianças tentaram novamente por conta própria. Esta abordagem - autoestudo e trabalho de equipa - teve um efeito positivo sobre a disciplina das crianças na sala de aula. As crianças estavam mais organizadas e motivadas para trabalhar.

## Resultados

Porque é que o **AutoSTEM** ajuda as crianças a aprender a planear e a trabalhar em equipa?

O projeto **AutoSTEM** mostra às crianças como é importante trabalhar de forma ordeira, planear e não ser caótico nas suas ações. Para fazer os produtos individualmente atribuídos, os/as alunos/as devem primeiro planear adequadamente como irão continuar, e é aqui que o/a professor/a está mais envolvido no projeto, na apresentação da ideia, na apresentação de um vídeo que mostra como os produtos são feitos e dando instruções adequadas para o trabalho.

A implementação prática permite que as crianças sejam participantes ativos e os principais atores no processo de aprendizagem. Ao contrário das aulas tradicionais, em que o/a professor/a assume este papel, aqui os/as alunos/as têm a oportunidade de julgar por si próprios/as o quê, quando e como fazer, seguindo naturalmente as instruções e os requisitos. No entanto, isto não os/as limita a decidir a que ritmo trabalhar, como exatamente colar os elementos individuais do produto e quem desempenhar que papel no trabalho de grupo. Esta liberdade é extremamente inspiradora e estimulante para as crianças e fá-las agir de forma ativa, dinâmica e produtiva.



**Figura 7.1 Crianças a construir a ponte levadiça.**

Ao desenvolver a criatividade, engenho e competências tecnológicas dos/as alunos/as, o projeto enriquece os conhecimentos e capacidades das crianças em várias áreas temáticas como matemática, arte, arquitetura, tecnologia e empreendedorismo. Para que a Ponte funcione, as crianças têm de calcular e medir tudo o que vão cortar, colar e montar, o que por sua vez está intimamente relacionado com os seus conhecimentos e competências matemáticas (unidades de comprimento, ângulos de desenho e seções, adição e subtração até 100).

Transforma a aula num conto de fadas com a sua própria trama, uma história interessante sobre um problema que pode ser resolvido ou uma atividade que pode ser desenvolvida. A aprendizagem acontece no caminho para produzir a solução. Na aprendizagem baseada em projetos, o papel principal do/a professor/a é ensinar de uma forma que motive os/as estudantes a querer aprender e a participar na criação de algo.

As crianças podem mostrar o que aprenderam nas diferentes disciplinas ou em toda a seção, explorar as ligações entre as unidades individuais, cooperar umas com as outras, e avaliar-se a si próprias e aos/às seus/suas colegas de turma. O que fazem

não é apenas testar ou fazer um produto específico, mas uma compreensão verdadeiramente profunda de todo o processo.



**Figuras 7.2 e 7.3. Construção em grupo da Ponte levadiça**

## Discussão

O método de aprendizagem por projeto foi utilizado numa prática de ensino com o desenvolvimento de várias estruturas com mecanismos. Este tipo de trabalho de grupo une as crianças e aumenta a sua motivação para participar no processo de aprendizagem. O seu pensamento criativo desenvolve-se e o interesse pela matemática, ciências naturais, e tecnologias aprofunda-se.

Este método pode também ser bem-sucedido motivar e envolver alunos/as com um interesse reduzido em matemática e tecnologia.

Todos os/as alunos/as da turma deram um *feedback* muito positivo e expressaram o desejo de que este tipo de aulas fosse realizado com mais frequência.

## Referências

- Barron, B., Schwartz, D., Vye, N., Moore, A., Petrosino, A., Zech, L. and Bransford, J. (1998). Doing with Understanding: Lessons from Research on Problem- and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 1998, Vol. 7, No. 3/4, 271-311.
- Bell, S. (2010). *Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future*. The Clearing House, 2010, Vol. 83, No. 2, 39-43.
- Cakir, M. (2008). Constructivist Approaches to Learning in Science and their Implication for Science Pedagogy: A Literature Review. *International of Environmental & Science Education*. Vol 3. (4). 193-206.[3]
- Liu, W. L., Wang, C.K. J., Tan, S. T., Coh, C. and Ee, J. (2009). A self-determination approach to understanding students' motivation in project work. *Learning and Individual Differences*, 2009, Vol. 19, No. 1, 139-145.
- Nayak, R.K. & Senapaty (2009). Effect Constructivist Approach inFostering Creativity of Primary School Children, *Journal of IndianEducation*; No.2.



## 8. Do brincar guiado à criatividade: metaformoses e histórias de um pássaro.<sup>3</sup>

G. Bidarra, P. Vaz Rebelo, O. Thiel, V. Alferes, I. Silva, C. Barreira, A. Santos, J. Almeida, I. Machado, A. Conceição, C. Bartolleti, F. Ferrini, J. Josephson, N. Kostova



Figura 8.1. Exemplos de protótipos construídos durante a sessão

### Introdução

Este caso de estudo descreve um *workshop* desenvolvido no âmbito do projeto **AutoSTEM** que tem como principal objetivo investigar como os autómatos podem enriquecer o brincar das

<sup>3</sup> Este caso de estudo está parcialmente publicado no *International Journal of Developmental and Educational Psychology*., 2(1), 221-228.  
doi: <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2020.n1.v2.1832>

crianças para promover uma melhor compreensão das disciplinas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM, em inglês STEM) e para promover o desenvolvimento da motivação para o STEM e o pensamento criativo.




Hoje em dia os benefícios do brincar na aprendizagem já são conhecidos, embora estes dois princípios sejam frequentemente apresentados de forma dicotômica. Para responder a esta oposição, o conceito de *guided play* emerge como um termo intermédio entre a aprendizagem e o brincar. *Guided play* diz respeito a "learning experiences that combine the child-directed nature of free play with a focus on learning outcomes and adult mentorship" (Weisberg, Hirsh-Pasek, Golinkoff, Kittredge & Klahr, 2016, p.177) e só se estabelece na presença de dois elementos-chave, a autonomia da criança e a orientação de um adulto.

O equilíbrio entre a orientação dos adultos e a autodescoberta da criança é muitas vezes difícil de alcançar, uma vez que os conceitos a aprender se tornam mais complexos, há uma maior necessidade de apoio por parte do adulto.

Portanto, a implementação desta estratégia no projeto **AutoSTEM** é extremamente pertinente, uma vez que conceitos envolvidas na educação STEM, além de importantes, podem ser extremamente complexos, exigindo a tutoria de um adulto para alcançar a aprendizagem plena.

Dadas as características dos autómatos, especialmente que incluem uma parte narrativa e uma parte mecânica, podem ser utilizados no âmbito de uma pedagogia lúdica, para implementar atividades relacionadas com o projeto e construção de brinquedos e educação STEM e para promover competências como a observação, a resolução de problemas e a criatividade.

Este caso de estudo baseia-se numa oficina que foi desenvolvida utilizando a construção de autómatos com um movimento de deslizar, chamado JellyBird. O JellyBird é um brinquedo 'que mexe' feito de papel e cartão que bate as asas quando acionado o referido movimento. Temas incluídos na educação STEM podem ser introduzidos quando se constrói o JellyBird:

-  Aprender sobre física e mecanismos
-  Desenvolver competências de engenharia de análise e construção
-  Outros objetivos de aprendizagem, incluindo a resolução de problemas e a criatividade.

Tendo em conta o conceito de *guided play*, o *workshop* teve também como objetivo analisar a relação entre a orientação do/a professor/a durante a atividade, e a criatividade das crianças.

## Contexto, abordagem e implementação



**Figura 8.2** Visão geral das crianças a trabalhar no JellyBird

Participaram na atividade 21 crianças com sete e oito anos de idade. Durante a sessão, estudantes universitários/as dos cursos de Licenciatura e Mestrado em Ciências da Educação estiveram também presentes, como observadores participantes.

A oficina começou com a apresentação dos autómatos e a construção dos autómatos de JellyBird. Em primeiro lugar, a professora mostrou um modelo do JellyBird. As crianças observaram o JellyBird e fizeram comentários e perguntas sobre o seu funcionamento. A professora falou sobre o movimento deslizar de forma muito simples, chamando a atenção para o mesmo.

Após a apresentação e observação do modelo, as crianças receberam algumas instruções sobre como construir o JellyBird. As crianças começaram de imediato essa construção, tendo também procedido à sua decoração e desenvolvido uma narrativa sobre o mesmo.

Enquanto as crianças construíam, a professora explicou os próximos passos. As crianças recortaram as formas geométricas do modelo previamente impresso, com as referidas formas (Figura 8.2). Esta fase inicial foi orientada pela professora, depois as crianças continuaram a atividade, terminando a construção e pintando o protótipo.

Houve alguma variabilidade nas etapas acima descritas, uma vez que algumas crianças começaram a decorar o protótipo antes de terminarem a colagem e a construção do mesmo (Figura 8.3), enquanto outras completaram a construção e só depois começaram a pintar (Figura 8.4).

Após esta etapa ter sido concluída, a professora pediu às crianças para comporem uma história, sobre o brinquedo que tinham feito.






**Figura 8.3 Criança a trabalhar na decoração.**



**Figura 8.4 Criança a trabalhar na construção.**

Foi feita uma avaliação do workshop considerando dados obtidos a partir de:

-  Observação participante
-  Questionário de avaliação
-  Análise dos produtos desenvolvidos (os autómatos e as narrativas).

O guia de observação incluía indicadores sobre interesse, motivação, aprendizagem, dificuldades experienciadas e criatividade.

O questionário incluía itens e perguntas abertas sobre motivação e percepção da aprendizagem. Os autómatos produzidos, bem como as






**Figura 8.5 Criança a contar as partes do autómato.**

narrativas, foram também considerados para análise dos resultados da aprendizagem e da criatividade.

Para a análise dos processos de aprendizagem (Figura 8.5), foi considerada a perceção da aprendizagem, mas também a análise do mecanismo e o funcionamento dos autómatos.

Para a análise da criatividade, foram considerados indicadores:

-  O mecanismo dos autómatos é uma cópia do mostrado/o autómato tem novos mecanismos
-  A parte narrativa é uma cópia da que é mostrada/ os autómatos têm novos elementos
-  Características da narrativa e semelhança entre elas

Durante o workshop, os/as formadores/as falaram com as crianças, sobre as suas ideias, tomaram algumas notas e fizeram fotografias e vídeos das construções (Figura 8.5). Após o workshop, as crianças responderam a um questionário.



**Figura 8.6 Formadora a ajudar e falar com uma criança**



## Desafios

Como conciliar as instruções necessárias para levar a cabo a tarefa sem inibir a criatividade? Ambos os aspetos são necessários, as instruções são importantes para fomentar a

realização da tarefa, mas não devem ser tão excessivas que impeçam a expressão criativa.




## Resultados

Uma análise de:

-  Registos de observação
-  Respostas ao questionário



evidencia que durante a construção do JellyBird, as crianças ficaram entusiasmadas e curiosas, mostraram interesse e cooperaram com os/as colegas e formadores/as. Durante a atividade não houve nenhuma criança que tenha mostrado qualquer resistência à participação, em geral, todas mostraram grande entusiasmo.

As principais razões assinaladas pelas crianças para terem apreciado a atividade foram categorizadas em três categorias:

-  A atividade foi interessante e divertida
-  Foram capazes de aprender algo novo como fazer um brinquedo/um pássaro
-  Independência e autonomia "pude seguir as minhas ideias" e "o meu trabalho é original".

A categoria com o maior número de respostas foi "Aprendi algo novo/como fazer um brinquedo / um pássaro".

A partir da análise das respostas à pergunta sobre as principais áreas que as crianças tinham aprendido, foram identificadas três categorias:

-  Construir um brinquedo / pássaro
-  Construir um mecanismo,





Fazer coisas novas / inventar / ser criativo - cortar, sendo o mais mencionado

No entanto, as dificuldades sentidas durante a oficina também se centraram em torno da construção do mecanismo e da junção das diferentes partes e da sua colagem.

Uma análise dos autómatos construídos pelas crianças permite constatar que todos os participantes realizaram a atividade com sucesso (Figura 8.7). No final da sessão, cada criança tinha um autómato que funcionava como pretendido. Estes dados estão de acordo com os dados obtidos do questionário; em particular, a afirmação "Esta atividade é útil para aprender sobre mecanismos e brinquedos em movimento".

Uma análise dos autómatos produzidos mostra que em todos os casos, o mecanismo dos autómatos é uma cópia do que foi apresentado às crianças. No entanto, surgiram algumas diferenças, tanto em termos dos procedimentos seguidos por cada criança durante a construção, quando foi pintado ou o brinquedo criado.

À medida que as instruções avançavam e as diferentes partes dos autómatos eram identificadas, algumas crianças optaram por pintá-la primeiro, enquanto outras terminaram a construção primeiro.

Além disso, embora as instruções fossem dadas de forma semelhante à turma, os autómatos produzidos eram todos diferentes uns dos outros, especialmente na pintura e decoração. O trabalho produzido foi diversificado: a maioria das crianças fez aves a partir da apresentação inicial, mas houve também baleias, foguetões, unicórnios e outros.





**Figura 8.7 Exemplos de alguns JellyBirds criados na oficina**

As histórias produzidas por cada criança sobre os seus autómatos também mostram um elevado grau de criatividade. Todas as histórias eram diferentes, tendo diferentes personagens, enredo, problemas e duração.

Exemplos desta diversidade são evidentes a partir dos títulos das histórias elaboradas que incluíam 'A nave espacial e o pássaro', 'A gaivota e o peixe', 'O pássaro futebolista', 'A baleia Tónico', 'O pássaro verde', 'O pássaro de papel', 'O pássaro Herb extingue o fogo', 'O pássaro Luluu'. As crianças foram muito criativas nas narrativas produzidas, Uma criança, embora utilizando o mesmo

modelo que todos os outros, optou por transformar o seu numa baleia.

Como exemplo, eis uma das histórias infantis, "A nave espacial e a ave", que foi escolhida pela sua originalidade e criatividade (Figura 8.8).



**Figura 8.8 Ilustração de uma das narrativas feitas pelas crianças**

Nesta história, a criança conta-nos que havia uma nave espacial que não sabia voar e por isso sentia-se triste por estar no meio das outras naves espaciais que podiam voar. Então, num dia de tempestade, uma ave apareceu ao lado da nave espacial, A ave tinha perdido o seu ninho porque tinha voado para longe e perguntou à nave espacial se podia abrigar-se dentro dela. O pássaro pergunta à nave porque está triste e assim que a nave diz, "Porque não sei voar", o pássaro concorda em ensiná-la. Após muito treino, a nave aprende a voar e torna-se amiga do pássaro e sempre que voam no céu, fazem-no juntos.

A brochura com todas as narrativas em português pode ser encontrada aqui (Figura 8.9). Para ter acesso ao livro, é necessário ter uma conta no Issuu. Está também disponível no Google em:

<https://docs.google.com/document/d/1J4NCo3gQCIEeIHY2i1HbYQbiQSp5WrT4eW5IGrksTk/edit?usp=sharing>



**Figura 8.9 Capa da brochura**

Da análise acima, verifica-se que da atividade emergiu um elevado nível de criatividade e iniciativa.

## Avaliação

A atividade gerou um elevado grau de interesse, com todas as crianças a participar ativamente e a construir o seu próprio brinquedo. Em geral, as crianças seguiram as instruções dadas para a construção dos autómatos.

No entanto, verificou-se também que após uma fase inicial de construção, algumas das crianças preferiram decorá-la, só terminando a sua construção depois, enquanto outras seguiram o procedimento oposto. Para além desta diferença, verificou-se também que, apesar das instruções, os autómatos construídos diferiam na decoração, cor, acessórios, etc., mesmo com outras figuras que não a ave sugerida. No entanto, foi nas narrativas em torno dos autómatos que surgiu a criatividade única de cada

criança, com diversidade de personagens, desfechos ou tipo de texto construído.

Considerando o elevado grau de satisfação e as lições aprendidas, parece possível afirmar que as instruções dadas foram importantes para o êxito da conclusão do mecanismo, mas de forma alguma limitaram ou inibiram o pensamento criativo.

Podemos desta forma perceber que a importância de considerar de forma conjunta a autonomia da criança e as instruções do adulto, que neste grupo de crianças, não constituíram barreira à criatividade da criança. Neste caso, as diretrizes da professora eram essenciais, caso contrário, seria provavelmente difícil as crianças construírem o brinquedo no tempo disponível. No entanto, as crianças tinham total liberdade para o decorar e imaginar uma narrativa sobre o mesmo, tornando essa parte completamente autónoma e, por essa razão, surgiram resultados criativos e diversificados.

## Referências

- AutoSTEM Erasmus+ project (2019). Website. AutoSTEM Erasmus+ project nr. 2018-1-PT01-KA201-047499. retrieved 2 August 2020 from <https://www.autostem.info/resources/>
- Weisberg, D. S., Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Kittredge, A. K., & Klahr, D. (2016). Guided play: Principles and practices. *Current Directions in Psychological Science*, 25, 177-182
- Hadani, H., & Rood, E. (2018). *The roots of STEM success: Changing early learning experiences to build lifelong thinking skills*. Sausalito, CA: Center for Childhood Creativity.
- Thiel, O., Josephson, J. & Vaz-Rebelo, P. (2020). *AutoSTEM step by step teacher guide*.

## 9. Utilização de autómatos num clube de ciências

Joel Josephson

### Introdução

Os autómatos são brinquedos mecânicos para crianças, pequenas esculturas de Arte Cinética. Um autómato é uma construção que inclui engenharia, consciência cultural e expressão artística. Os autómatos são objetos mecânicos que contam histórias. Os autómatos têm fascinado as crianças ao longo dos tempos e hoje em dia existem museus só de autómatos.

O projeto **AutoSTEM** utiliza uma abordagem multidisciplinar que introduz conceitos e competências STEM em diferentes áreas temáticas ao mesmo tempo, incluindo, medição, transferência de potência, mecânica, números, criatividade e compreensão.

Este caso de estudo detalha como as atividades do **AutoSTEM** foram implementadas num clube científico de 1 hora ao longo de 4 sessões.

### Contexto

Realizaram a atividade Joel Josephson (Kindersite) e a Professora Bettany (professora geral da escola primária) na Firs School, Chester, Reino Unido.

A Firs é uma escola primária independente para rapazes e raparigas de 2-11 anos. A atividade foi realizada com 10 - 12 rapazes e raparigas dos 9 aos 11 anos de idade.

## Caso

Este caso de estudo analisa a utilização de recursos do projeto **AutoSTEM** num contexto informal, onde a aprendizagem direta não é o objetivo principal, mas periférico.

O conceito do Clube das Ciências consiste em introduzir áreas científicas a crianças do ensino básico num ambiente informal e agradável e desenvolver o interesse e o envolvimento pelas referidas áreas.

## Abordagem e implementação








A oficina foi organizada através da apresentação do projeto **AutoSTEM** ao diretor da escola e ao seu assistente. Foi então organizada uma introdução para professores/as da escola durante uma reunião regular. Nessa reunião, Josephson apresentou o projeto e foi concluída uma pequena oficina onde cada professor/a construiu o JellyBird.



**Figura 9.1** Visão geral da oficina




Ficou combinado um encontro com a professora que dirigiria o Clube das Ciências (Professora Bettany) uma professora primária com mais de 20 anos de experiência de ensino. Na reunião, foram apresentados vários autómatos do projeto **AutoSTEM** e foi decidido um plano sobre os autómatos que seriam completados todas as semanas.

Ao longo de quatro reuniões semanais, a metodologia utilizada foi a seguinte:

-  Instalação de materiais e recursos na sala de aula antes da chegada das crianças
-  Reflexão sobre a semana anterior
-  Breve introdução à tarefa do dia
-  Como desejavam, individualmente ou em grupo
-  Construção dos autómatos
-  Utilização dos autómatos
-  Mesa-redonda e reflexão

A metodologia planeada foi adaptada durante o clube.

Os autómatos feitos foram:

-  Carro balão
-  Bailarina
-  Ponte levadiça

As crianças tinham 9 a 11 anos de idade, meninos e meninas.

Josephson também liderou uma discussão sobre a física envolvida na utilização do carro. Os carros são conduzidos por sopro de ar num balão preso ao carro e a libertação do ar causada pela tensão no balão de borracha cria a propulsão. A discussão centrou-se na origem da energia e nas correntes na transformação da energia para ter alcançado o balão. Além



disso, foram apresentados às crianças outros autómatos **AutoSTEM** para que pudessem compreender outros aspetos de física em que se baseiam.

## Desafios

Durante a primeira reunião do clube verificou-se que não havia tempo suficiente para completar todos os passos previstos no plano inicial e a necessidade de mais apoio e tempo para analisar os erros cometidos pelas crianças significava que o objetivo inicial de um carro balão completo e funcional até ao final da reunião do clube, com feedback e reflexão, não podia ser alcançado. Foi decidido refazer os carros balão com adaptações aprendidas a partir da semana 1.



**Figura 9.2 Visão da oficina do clube de ciências**

Os desafios incluíram um escrutínio insuficiente das crianças levando a erros especialmente na colocação dos buracos para os eixos e palha. Também não houve tempo suficiente para as



crianças brincarem com os seus carros balão e se envolverem numa discussão do seu trabalho.

A segunda sessão foi também precedida por uma discussão sobre como as crianças sentiam que podiam melhorar os seus carros.





Este desafio foi superado com o reinício do carro balão para a segunda sessão semanal.

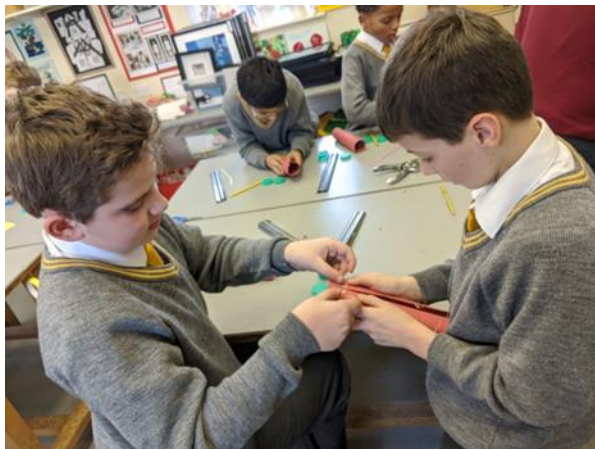
O autómato Bailarina desenvolvido na terceira semana enfrentou desafios semelhantes.

A Ponte levadiça foi construída posteriormente.

## Sucessos

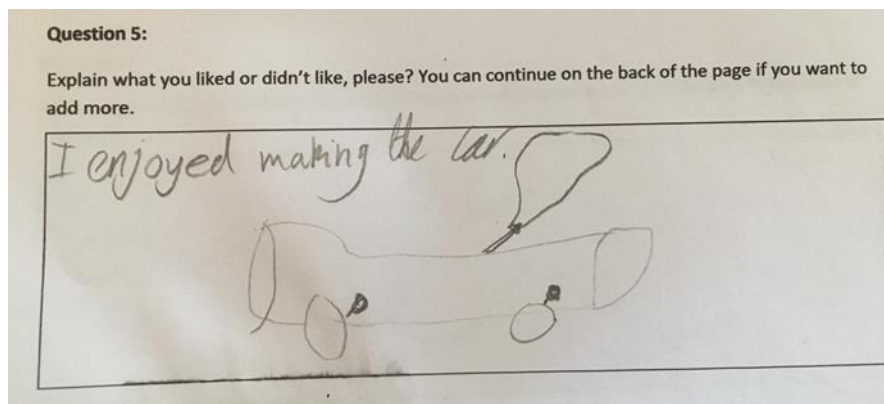
O trabalho produziu resultados positivos:

-  Todos/as os/as participantes conseguiram fazer um autómato que se orgulhavam de partilhar.
-  Adquiriram uma compreensão introdutória de como a energia é conservada e transferida.
-  Trabalharam em conjunto e ajudaram-se mutuamente a completar as suas tarefas. Os/as participantes ganharam confiança na sua capacidade de completar as tarefas que estavam satisfeitos, o que aumentou o seu sentido de autoestima.
-  Construíram um entendimento através das discussões e reflexões de como se movem e param o carro



**Figura 9.3 Crianças a trabalhar juntas num autómato**

Os comentários das crianças incluem:



**Figura 9.4 Exemplo do comentário de uma criança**

## Resultados

As crianças gostaram muito do desafio e de fazer construções que funcionavam.

Os/as professores/as dos workshops sentiram que o tempo era demasiado curto, o que pode ter reduzido o impacto, devido a não serem capazes de levar a cabo uma reflexão suficiente e de desafiar as suas capacidades de pensamento e reflexão.

## Avaliação

Este caso de estudo indica que as atividades da oficina **AutoSTEM** podem ser adaptadas a fórmulas diversificadas, mas requerem maior preparação sobre as metodologias a empregar, com uma agenda menos ambiciosa e mais trabalho pré e pós- construção em torno da construção propriamente dita.

Além disso, como a oficina foi implementada com crianças mais velhas do que o especificamente destinado nas atividades, o potencial de ir muito mais longe na mecânica e física envolvidas são muito claros. Indicam que as oficinas podem ser realizadas com esses grupos de crianças e utilizadas como ponto de partida para a instrução prática da ciência e experimentação de um brinquedo que seja relevante e interessante para as crianças.

## Questionários para crianças

As crianças completaram questionários no final das quatro sessões, com os seguintes itens e resultados:

Q1. Gostou das oficinas do **AutoSTEM**?

75% responderam que gostaram muito, ou gostaram

Q2. Foi fácil ou difícil fazer o autómato?

42% disse que era muito fácil ou fácil, mas 17% disse que era difícil

Q3. Aprendeu alguma coisa nova?

67% disseram que aprenderam muito ou aprenderam um pouco e 33% disseram que algumas coisas novas mas algumas já conheciam

Q4. Gostaria de fazer mais aprendizagem com autómatos?

83% declararam que gostariam de fazer mais aprendizagem utilizando autómatos.

---

### Análise dos resultados

Uma análise dos resultados a este nível e tamanho da amostra só pode ser indicativa, mas parece indicar que, embora as crianças fossem mais velhas do que o grupo-alvo do projeto e num ambiente semiformal, ainda assim ganharam com o projeto de forma pedagógica, e com empenho e prazer. A indicação de que as crianças gostariam de ir mais longe nesta direção é encorajadora e indica que um futuro projeto para crianças mais velhas pode ser indicado.

---

### Comentários das crianças

Gostei de fazer o carro

Divertido, fixe, fácil

O meu favorito foi o desafio das engrenagens

Gostei da bailarina

Gostei muito

Acho que deveria ter mais tempo.

Gostei da diversão de fazer coisas

Gostei de fazer o carro, mas a bailarina era demasiado difícil, mas gosto dos meus professores

Gostei de tudo

Gostei de brincar com ele

Foi realmente divertido



Gostei da experiência

Gostei de fazer o carro e gostei muito do material



---

### Avaliação por parte do/a professor/a

O que correu bem?


-  Os/as alunos/as gostavam de fazer coisas e testar o seu trabalho
-  Boas oportunidades de trabalho cooperativo

O que poderia ser melhorado?

-  Talvez as crianças pudessem ter sido envolvidas na preparação em vez de lhes ter sido entregue um kit de preparação que não exigia pensamento e esforço suficientes.
-  São necessárias mais sessões. Se tivéssemos mais quatro ou cinco sessões, teria havido tempo para os/as alunos/as se prepararem para os materiais e, mais importante ainda, para refletirem sobre o que funcionava e o que não funcionava com a oportunidade de melhorarem os seus desenhos e ajustarem o produto para melhorar o seu funcionamento, desafiando assim as suas capacidades de pensamento e reflexão.



O que as crianças ganharam com isso:

-  Interesse, mas com mais sessões, poderiam ter desenvolvido o seu pensamento, discutido os sucessos e fracassos e melhorado as tentativas iniciais.



## Casos de estudo com um público-alvo de professores

## 10. Utilização de autómatos para a educação STEM na formação de educadores/as de infância<sup>4</sup>

Oliver Thiel, Rolv Lundheim, Signe Marie Hanssen, Jørgen Moe, Piedade Vaz Rebelo



**Figura 10.1** Visão geral da formação.

Deixamos os/as estudantes do curso de formação inicial em educação pré-escolar construírem os seus próprios autómatos para promover uma melhor compreensão da educação STEM.

### Introdução

Muitos profissionais de educação na primeira infância (Early Childhood Education and Care - ECEC) sentem-se relutantes em

<sup>4</sup> Este caso de estudo está publicado no *Journal of Learning Development in Higher Education*, Issue 18 at <https://journal.aldinhe.ac.uk/index.php/jldhe/article/view/601>



implementar a educação STEM (Fenty & Anderson, 2014; Parette, Quesenberry, & Blum, 2010; Timur, 2012). Uma razão para isto pode ser a pouca experiência com a referida educação STEM. Num estudo recente de Chen, Huang e Wu (2020), os/as educadores/as ECEC com experiência, interesse ou participação em atividades relacionadas com a educação STEM, mostraram maior perceção de autoeficácia na referida educação STEM. Park, Dimitrov, Patterson e Park (2017, p. 285), contudo, descobriram que cerca de 70% dos/as educadores/as de formação inicial da ECEC não acreditavam estar prontos/as para implementar a educação STEM, independentemente da sua experiência de ensino.

De forma a contribuir para a resolução do problema, procurámos desenvolver estratégias de formação em educação STEM envolventes, motivadoras e práticas, que mostrassem aos estudantes em formação inicial formas adequadas de implementar a educação STEM de forma lúdica e centrada na criança. O projeto **AutoSTEM** visa desenvolver e implementar uma abordagem inovadora a educação de infância e na formação de educadores/as ECEC no âmbito da educação STEM. Neste caso de estudo, centramo-nos no desenvolvimento da aprendizagem no ensino superior (Hilsdon, 2011), apresentando uma unidade de ensino baseada em objetos para a formação de educadores/as ECEC.

As questões de investigação são:

1. Como é que os/as estudantes de formação inicial de ECEC encararam a abordagem inovadora proposta?
2. Como é que os/as estudantes de formação inicial de ECEC refletiram sobre os conteúdos que aprenderam?

## Contexto, abordagem e implementação

Propomos uma pedagogia relacional baseada no brincar. Esta pedagogia situa-se entre os extremos do brincar livre sem intervenção de adultos e o ensino dirigido por adultos. Os/as educadores/as ECEC utilizam os seus conhecimentos e competências profissionais para interagir com as crianças quando estas estão a brincar, a fim de desenvolver o seu pensamento e aprendizagem (Hedges & Cooper, 2018). Seguindo o conceito de aprendizagem dinâmica de Broström, é tarefa do/a educador/a ECEC preparar um ambiente lúdico que desafie as crianças e as encoraje a criar novos significados e compreensão (Broström, 2017). Uma forma de os/as estudantes de formação inicial ECEC fazerem esta aprendizagem consiste em experimentar por si próprios/as. Isto corresponde à teoria pedagógica de Dewey de "ter uma experiência" (Dewey, 1934, p. 35). Esta teoria foi mais desenvolvida posteriormente por Kolb (2015) na Teoria da Aprendizagem Experimental (TAE). A TAE é utilizada na educação STEM e na formação inicial ECEC (Thiel, Severina, & Perry, 2020, p. 192) bem como no desenvolvimento da aprendizagem (Kukhareva, Lawrence, Koule, & Bhimani, 2019, p. 4) devido à sua relação com a aprendizagem construtivista e o processo científico (Dennick, 2015, p. 53). Kolb (2015) descreve um ciclo de aprendizagem com quatro etapas: experiência concreta - ter uma experiência enquanto se faz algo; observação reflexiva - rever o que se experimentou; conceptualização abstrata - concluir e aprender com a experiência; e experimentação ativa - experimentar o que se aprendeu, o que leva a uma nova experiência concreta.

## Experiência concreta

Esta abordagem de aprendizagem baseada em objetos (Hardie, 2015) foi realizada com uma turma de 31 estudantes de formação inicial ECEC noruegueses, no terceiro ano dos seus estudos de bacharelato. Após uma breve introdução, decorreram três *workshops* paralelos de 45 minutos, cada um, repetido três vezes. No primeiro *workshop*, que contou com a participação de um professor de artes, um grupo de estudantes construiu um crocodilo ou dinossauro com um mecanismo de braço em tesoura. No segundo *workshop*, com um professor de matemática, construíram um carro com um elástico como motor. No terceiro *workshop*, com um professor de ciências, exploraram uma turbina eólica auto fabricada e ligada a um guincho usado para puxar objetos (ver Figura 4). Depois de cada estudante ter assistido uma vez a cada oficina, a aula terminou com uma sessão de 30 minutos com toda a turma.



**Figura 10.2 Os autómatos que utilizámos com os/as estudantes de formação inicial ECEC: um crocodilo, com um mecanismo de braço de tesoura, um carro com um elástico como motor e uma turbina eólica que alimenta um guincho.**

## Observação reflexiva e conceptualização abstrata

Schön (1983) faz a distinção entre reflexão em ação e reflexão sobre a ação. Durante os *workshops*, encorajámos os/as

estudantes em formação inicial de educadores/as a refletir em ação, formulando perguntas. Por exemplo, 'o que irão as crianças aprender sobre física com este objeto?', 'como podem apoiar uma criança que tem dificuldades com esta tarefa?', 'como é que a esta experiência afeta os vossos sentimentos sobre matemática?' Na sessão plenária após os *workshops*, os/as estudantes refletiram sobre a ação que tinham acabado de a experienciar. Os/as estudantes refletiram sobre as seguintes questões: 'o que pensa desta atividade?', 'isto é aplicável a crianças?', 'o que teria feito de diferente?', 'tem ideias para outros autómatos? Os estudantes tiveram então de realizar uma tarefa escrita após a aula: 'Escolha um autómato'. Descreva brevemente o brinquedo, de preferência com uma fotografia. Explique o que crianças de 4 a 7 anos podem aprender sobre STEM (matemática, física, biologia, ou ...) enquanto constroem e/ou brincam com o seu autómato'.

---

## Experimentação ativa

Quatro semanas após o *workshop*, todos os/as estudantes participaram num estágio prático de cinco semanas, cada um numa instituição ECEC diferente. Aqui, tiveram a oportunidade de implementar com as crianças o que tinham previamente aprendido sobre o projeto.

---

## Recolha e análise de dados

Os dados foram recolhidos com base nos seguintes procedimentos. No final do *workshop*, que durou meio dia, solicitou-se aos/às estudantes que preenchessem um questionário incluindo dez itens das duas unidades curriculares, interesse/alegria e perceção da utilidade (Deci, Eghrari, Patrick, & Leone, 1994), de acordo com o Intrinsic Motivation Inventory

(IMI). Um resultado de aprendizagem esperado consiste em o/a estudante desenvolver uma atitude em relação a STEM que inclui estudantes que veem a STEM como uma ferramenta importante nos processos de aprendizagem estética e como uma fonte de brincar, aprendizagem e educação (Queen Maud University College, 2019). Participaram 26 estudantes, tendo sido usada uma escala numa escala de tipo Likert, com 7 níveis, de (1) "não é de todo verdade" a (7) "muito verdade". Deram também, por escrito, o seu consentimento informado para que utilizássemos os dados.

Além disso, analisámos as respostas dos/as estudantes à tarefa escrita acima mencionada. Participaram 18 estudantes, que também deram o seu consentimento informado escrito. Codificámos todas as afirmações nos textos dos estudantes de forma descritiva. Posteriormente, categorizámos as afirmações de acordo com os resultados de aprendizagem esperados. O programa inclui esses resultados relacionados com os seguintes tópicos.



**Pedagogia:** Os/as estudantes têm:

- Conhecimentos alargados sobre a exploração, a curiosidade e a experimentação das crianças.
- Entusiasmo criativo relacionado com a ciência e as artes.
- Capacidade de fomentar a curiosidadedas crianças e atividades criativas.



**Conteúdo da STEM:** O/a estudante tem conhecimentos sobre fenómenos STEM que se podem explorar com crianças de qualquer idade;



**Outros assuntos:** O estudante tem conhecimentos sobre o uso das artes e ofícios na educação STEM (Queen Maud University College, 2019)).

Subdividimos estas três categorias gerais em subcategorias mais específicas, por exemplo, STEM foi dividido nas quatro disciplinas referidas em STEM, e depois cada disciplina no fenómeno STEM relacionado com essa disciplina. A figura 6. mostra uma visão geral de todas as categorias e subcategorias. Depois de categorizar as afirmações, foram formuladas as seguintes questões:

- 1) Quantas afirmações pertencem a cada categoria?
- 2) Nesta categoria, quantas afirmações foram feitas por cada estudante, em média, no mínimo e no máximo?
- 3) Quantos/as estudantes fizeram afirmações nesta categoria?

## Desafios

Este é apenas um caso de estudo, com um número reduzido de participantes, escolhidos por conveniência. Não utilizámos um design de investigação com pré e pós-teste ou um grupo de controlo. O workshop apresentado foi apenas uma parte de um curso STEM mais alargado, incluindo palestras teóricas, bem como outras atividades práticas. Assim, não afirmamos que as nossas conclusões possam ser generalizadas ou que apenas o trabalho com autómatos tenha contribuído para a aprendizagem dos/as estudantes. Este estudo visa partilhar as nossas experiências com a abordagem de ensino baseada nos objetos que temos desenvolvido. Funcionou bem com os nossos estudantes, mas, em contextos diferentes, poderão ser necessárias adaptações.

## Resultados

### Satisfação e percepção da utilidade

A média da dimensão 'interesse/ alegria' foi de 5,9 (SD = 0,6, MIN = 4,8, MAX = 6,8) com uma fiabilidade (alfa de Cronbach) de 0,84. O item com a pontuação mais alta foi 'esta atividade é divertida'. A média da "utilidade percebida" foi de 5,7 (SD = 0,8, MIN = 4,0, MAX = 7,0) com uma fiabilidade (alfa do Cronbach) de 0,89. O item com a pontuação mais alta foi 'Creio que esta formação é útil para trabalhar com a STEM no jardim- de-infância e/ou escola primária'. A fiabilidade de ambas as escalas é boa, embora o tamanho da amostra seja bastante pequeno. Todos os/as estudantes apreciaram o *workshop* de meio dia e consideraram-no como interessante e útil para o seu trabalho futuro. Tal com Deci et al. (1994, p. 132), verificámos que as duas escalas estão fortemente correlacionadas ( $r = 0,78$ ,  $p < .001$ ).

### Reflexões dos/as estudantes

Contamos um total de 355 afirmações. O mínimo era 12, o máximo 35, e a média de 19,7 afirmações por estudante. Cada estudante fez pelo menos quatro afirmações sobre STEM. Um/a estudante fez até 24 afirmações relacionadas com STEM. A média foi de 11,4 afirmações por participante. Esta categoria continha 58% de todas as afirmações. Outros 36% de todas as afirmações eram sobre pedagogia. Os 6% restantes diziam respeito a outras disciplinas: artes e linguagem. Nem todos os/as estudantes escreveram sobre estas disciplinas. 56% dos estudantes escreveram sobre artes e 39% escreveram sobre linguagem. O exemplo seguinte menciona as artes e a linguagem na mesma frase: 'As crianças aprendem muito através

de atividades STEM. Aprendem linguagem, competências artísticas práticas, e competência social" [Utt84].



**Figura 10.3** Categorização das afirmações dos/as estudantes na tarefa escrita.



A figura 6 mostra a distribuição das afirmações entre as diferentes categorias. A maioria das afirmações relacionadas com STEM eram sobre matemática, seguidas de engenharia e ciência.

Encontrámos apenas quatro afirmações sobre tecnologia, e estas eram muito gerais, não diretamente relacionadas com os autómatos. As afirmações sobre engenharia, por outro lado, eram sobretudo sobre os autómatos, como funciona o autómato, como é construído, ou uma descrição mais geral. Dentro da matemática, foram abordados os seguintes tópicos: formas, medidas, métodos básicos como classificação e comparação, espaço e números. Além disso, dez afirmações eram sobre matemática em geral, sem referência a conteúdos específicos. A maior parte da ciência era sobre física, por exemplo, força, energia e potência:

“Quando as crianças utilizam este brinquedo mecânico, aprenderão sobre física. As crianças compreenderão em breve que se este brinquedo apanhar alguma coisa, será necessário aplicar uma força. Na física, a força é uma influência sobre um objeto que pode alterar o estado de movimento do objeto. Penso que as crianças não pensam muito sobre isto quando brincam com este brinquedo, mas a maioria delas compreenderá que é necessário aplicar uma força para que este brinquedo funcione” [Utt313].

Todas as declarações sobre biologia vieram de três estudantes e estavam relacionadas com o autómato com o mecanismo do braço da tesoura.

Treze afirmações foram sobre métodos científicos gerais, ideias e princípios. Não mencionaram especificamente conceitos de física ou biologia. Um exemplo de um método científico geral é o teste de uma hipótese:

“Antes da corrida começar, pode falar com as crianças sobre quem pensam que vai ganhar, depois as crianças vão ter mais familiaridade com a experiência. Formularão uma hipótese que significa que adivinharão quem pensam que irá ganhar a corrida. A hipótese será testada e será confirmada ou refutada” [Utt330].

A maior parte das asserções sobre pedagogia eram sobre métodos. O método mais mencionado foi o de nos perguntarmos: 'Poderíamos ter usado o autómato quando nos interrogamos, juntamente com as crianças, sobre o planeta Terra e o espaço' [Utt191].

A fase de exploração foi seguida de experiência e aprendizagem através da prática. Na categoria 'didática', recolhemos outros métodos como trabalho cooperativo, trabalho de projeto, e apresentação. Foram feitas v sobre motivação. Os/as estudantes de formação inicial ECEC refletiram sobre o interesse, curiosidade e desejo de aprender das crianças. Escreveram que a atividade é significativa e agradável e que um brinquedo feito por si próprio/a tem um valor intrínseco. Outras 19 afirmações foram sobre condições. Os/as estudantes refletiram sobre o trabalho de preparação, o tempo e as ferramentas necessárias, bem como sobre os conhecimentos anteriores das crianças e as suas capacidades motoras finas. A maioria das afirmações nesta categoria, contudo, referia-se ao currículo ECEC. Oito estudantes refletiram sobre as aplicações. Descreveram possibilidades, variações, e as suas experiências quando fizeram autômatos com crianças no período prático. Cerca de metade dos/as estudantes refletiu sobre as emoções e autonomia das crianças, e o papel do/a professor/a nas explorações das crianças com andaimes. Apenas três afirmações de dois alunos foram sobre princípios pedagógicos gerais: Segundo Leontiev, uma atividade

é significativa quando há uma correspondência entre a baliza e o motivo, como no jogo" [Utt238].

## Discussão

As elevadas pontuações obtidas em duas subescalas IMI mostram que todos/as os/as estudantes apreciaram as atividades e consideraram o workshop como útil. Na formação de educadores/as de infância, é um objetivo importante que os futuros/as professores/as da ECEC desenvolvam atitudes positivas em relação à educação STEM. Os/as professores/as precisam de atitudes positivas para inspirar as crianças a descobrir fenômenos STEM na natureza (Karp, 1991). Isto sugere que as atividades práticas aqui propostas ajudam a alcançar este objetivo sob certas condições. A atividade deve estar intimamente relacionada com o que um/a professor/a ECEC pode realmente fazer com as crianças e deve ser dado tempo suficiente para completar a atividade, incluindo reflexão-em-ação e reflexão sobre possíveis aplicações e variações.

O Currículo Nacional Norueguês para a Educação de Professores da Primeira Infância afirma que os futuros/as professores/as ECEC deverão ser capazes de explorar a natureza, conduzir experiências e refletir em conjunto com as crianças (Norwegian University Counsel for Teacher Education, 2018, p. 18). As reflexões dos/as estudantes têm um foco forte sobre estes métodos. Todos/as os/as estudantes estavam conscientes das oportunidades de ensinar conteúdos STEM de uma forma participativa e inspiradora, bem como das possibilidades e desafios pedagógicos do projeto **AutoSTEM**. Nenhum dos/as estudantes escreveu sobre métodos tradicionais centrados nos/as professores/as, como explicar e demonstrar. Além disso, o currículo exige que os estudantes sejam capazes de escolher e

utilizar diferentes materiais, técnicas e ferramentas no trabalho prático com crianças e fazer uso dos recursos naturais locais (Norwegian University Counsel for Teacher Education, 2018, p. 18). É certo que a maioria dos estudantes escolheu os materiais e técnicas apresentados no workshop, mas as suas reflexões mostram que compreenderam como utilizá-los no trabalho prático com as crianças. De acordo com um dos objetivos curriculares mais importantes, os estudantes devem ser capazes de criar um ambiente lúdico e de aprendizagem inclusivo e variado para a exploração da STEM e de orientar, liderar e refletir criticamente sobre o ensino precoce da STEM (Norwegian University Counsel for Teacher Education, 2018, p. 15). Para alcançar este objetivo, o período prático foi essencial. Um dos estudantes expressou as suas experiências desta forma:

“Utilizei o crocodilo no período prático. A curiosidade e o empenho das crianças era grande. Acho que não era imediatamente óbvio para as crianças como o mecanismo fez com que o crocodilo fechasse a boca. Concordo com Broström e Frøkjær (2016, p. 50) que a curiosidade e perguntas das crianças são uma boa base para a aprendizagem. O que faz o autómato funcionar de tal forma? Mesmo para crianças pequenas (com um ano de idade) que não têm conhecimentos avançados de linguagem verbal, vejo o valor da exploração e da maravilha. Além disso, penso que a expressão estética dos autómatos desempenha um papel importante. Acho que muitas crianças pensavam que o meu "crocodilo que partia crocodilos" era duro, pois parecia uma espécie de monstro crocodilo que captava o interesse das crianças mais facilmente do que um par de tesouras cinzentas teria feito. Isto pode motivar as crianças a brincar com o brinquedo, o que pode então ajudar a influenciar a

motivação interior. Broström e Frøkjær (2016, p. 46) salientam que o desejo das crianças de aprender é maior quando estão intrinsecamente motivadas. O "crocodilo que se parte" é, portanto, em muitos aspetos, um simples bilhete de entrada no mundo científico, porque se baseia em princípios que não são demasiado complicados. Ao mesmo tempo, proporciona muitas oportunidades para as crianças o desenharem de forma criativa. As possibilidades são infinitas se professores/as competentes e apoiantes ajudarem e apoiarem as crianças no processo criativo.

## Aplicações e trabalho futuro

Este caso de estudo mostrou que os/as estudantes em formação inicial compreenderam que a utilização de autómatos na formação de professores/as ECEC é interessante e útil. As suas reflexões mostraram que aprenderam muito sobre a educação STEM e as competências necessárias para ensinar STEM nos anos iniciais de escolaridade cedo de uma forma cativante. Estamos agora a trabalhar no desenvolvimento de um curso online gratuito, que estará disponível em várias línguas europeias. O objetivo é equipar os/as professores/as de ECEC com as ferramentas para utilizar a construção de autómatos para o ensino de competências e conceitos básicos da STEM, bem como promover a motivação para a STEM.

## Referências

Broström, S. (2017). A dynamic learning concept in early years' education: a possible way to prevent schoolification. *International Journal of Early Years Education*, 25(1), 3-15. doi: 10.1080/09669760.2016.1270196

- Broström, S., & Frøkjær, T. (2016). *Realfag i barnehagen : barn og barnehagelærere undersøker naturens lovmessigheter* [STEM in kindergarten : children and early childhood teachers explore the laws of nature]. Oslo: Pedagogisk forum.
- Chen, Y.-L., Huang, L.-F., & Wu, P.-C. (2020). Preservice Preschool Teachers' Self-efficacy in and Need for STEM Education Professional Development: STEM Pedagogical Belief as a Mediator. *Early Childhood Education Journal*. <https://doi.org/10.1007/s10643-020-01055-3> doi:10.1007/s10643-020-01055-3
- Deci, E. L., Eghrari, H., Patrick, B. C., & Leone, D. R. (1994). Facilitating internalization: The self-determination theory perspective. *Journal of Personality*, 62(1), 119-142.
- Dennick, R. (2015). Theories of learning: constructive experience. In D. Matheson (Ed.), *An introduction to the study of education* (4th ed., pp. 36-63). Milton Park: Routledge.
- Dewey, J. (1934). *Art as Experience*. New York: Putnam.
- Fenty, N. S., & Anderson, E. M. (2014). Examining Educators' Knowledge, Beliefs, and Practices About Using Technology With Young Children. *Journal of Early Childhood Teacher Education*, 35(2), 114-134. doi: 10.1080/10901027.2014.905808
- Hardie, K. (2015). Wow: The power of objects in object-based learning and teaching. *Innovative pedagogies series*. [https://www.heacademy.ac.uk/system/files/kirsten\\_hardie\\_final.pdf](https://www.heacademy.ac.uk/system/files/kirsten_hardie_final.pdf)
- Hedges, H., & Cooper, M. (2018). Relational play-based pedagogy: theorising a core practice in early childhood education. *Teachers and Teaching*, 24(4), 369-383.
- Hilsdon, J. (2011). What is Learning Development. In P. Hartley, J. Hilsdon, C. Keenan, S. Sinfield & M. Verity (Eds.), *Learning Development in Higher Education* (pp. 13-27). Basingstoke: Palgrave Macmillan.

- Karp, K. S. (1991). Elementary School Teachers' Attitudes Toward Mathematics: The Impact on Students' Autonomous Learning Skills. *School Science and Mathematics*, 91(6), 265-270. doi: 10.1111/j.1949-8594.1991.tb12095.x
- Kolb, D. A. (2015). *Experiential learning. Experience as the source of learning and development* (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- Kukhareva, M., Lawrence, A., Koule, K., & Bhimani, N. (2019). Special Collections as a catalyst for flexible pedagogical approaches: three case studies. *Journal of Learning Development in Higher Education*, (16). <https://journal.aldinhe.ac.uk/index.php/jldhe/article/view/549>
- Norwegian University Counsel for Teacher Education. (2018). *Nasjonale retningslinjer for barnehagelærerutdanning* [National curriculum for early childhood teacher education]. Retrieved from <https://www.uhr.no/f/p1/i8dd41933-bff1-433c-a82c-2110165de29d/blu-nasjonale-retningslinjer-ferdig-godkjent.pdf>
- Parette, H. P., Quesenberry, A. C., & Blum, C. (2010). Missing the Boat with Technology Usage in Early Childhood Settings: A 21st Century View of Developmentally Appropriate Practice. *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 335-343. doi: 10.1007/s10643-009-0352-x
- Park, M. H., Dimitrov, D. M., Patterson, L. G., & Park, D. Y. (2017). Early childhood teachers' beliefs about readiness for teaching science, technology, engineering, and mathematics. *Journal of Early Childhood Research*, 15(3), 275-291. doi: 10.1177/1476718x15614040
- Queen Maud University College. (2019). BHF0R3590 Realfag i lek og læring. Retrieved 22 Sept 2020, from <https://studier.dmmh.no/nb/emne/BHF0R3590/652>
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.
- Thiel, O., Severina, E., & Perry, B. (2020). Reaping the benefits of reflexive research and practice in early childhood mathematics education. In O. Thiel, E. Severina & B. Perry (Eds.), *Mathematics in early*



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

childhood. *Research, reflexive practice and innovative pedagogy* (pp. 189-202). London: Routledge.

Timur, B. (2012). Determination of Factors Affecting Preschool Teacher Candidates' Attitudes towards Science Teaching. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, 12, 2997-3009.





## Casos de estudo com um público-alvo de alunos com Necessidades Educativas

## 11. Atividades **AutoSTEM** com pessoas com necessidades educativas nos níveis cognitivo e físico

Corinna Bartoletti e Francesca Ferrini

Este caso de estudo mostra como uma atividade **AutoSTEM** pode ser um excelente estímulo para pessoas que têm necessidades educativas a nível cognitivo e físico, estimulando a zona proximal de desenvolvimento de cada indivíduo (Vygotsky, 1978), para as ajudar a descobrir os seus próprios recursos internos, potencialidades e a lidar com as dificuldades (C. Morosin *Psicomotricità dell'adulto*, Cecilia Morosini, Lina Barbieri, Laura Ferrari Carrocci Faber editori 2005i).



**Figura 11.1 Exemplos de discos produzidos na oficina.**

### Introdução

Os autómatos são brinquedos mecânicos fascinantes para crianças, pequenas esculturas de Arte Cinética. Um autómato é uma construção que inclui engenharia, consciência cultural e

expressão artística. Os autômatos são objetos mecânicos que contam uma história. Têm fascinado as crianças ao longo dos tempos e hoje em dia existem museus só para autômatos.

O projeto **AutoSTEM** utiliza uma abordagem multidisciplinar que introduz conceitos e competências STEM em diferentes áreas temáticas, incluindo também, medidas, transferência de potência, mecânica, números, criatividade e compreensão.

## Contexto, abordagem e implementação

Francesca Ferrini (educadora, psicomotricista e conselheira pedagógica) e os/as educadores/as do Centro de Dia de Arboreto desenvolveram a atividade aqui apresentada. Arboreto está localizada em Gubbio (PG), Itália. É um centro para jovens adultos/as com dificuldades físicas e cognitivas. A oficina durou três horas e participaram 10 pessoas. Francesca liderou o grupo enquanto os/as educadores/as do centro ajudaram pessoas com maiores dificuldades a completar as tarefas manuais mais difíceis.

Respeitando a política do centro e a fim de evitar quaisquer distrações, não foram tiradas fotografias dos participantes.

Este caso de estudo pretende ser um ponto de partida para qualquer educador/a que trabalhe com pessoas com necessidades especiais. Demonstra que o uso de capacidades manuais é uma grande ajuda no reforço das capacidades motoras finas e da coordenação óculo-manual. Indica também que os conteúdos STEM podem ser espontaneamente compreendidos enquanto são experienciados no processo de construção de um autômato **AutoSTEM**. Mostra também que a atividade é um bom estímulo para os processos de raciocínio e para a construção de uma ligação entre diferentes tópicos,

levando os/as participantes a adquirir conhecimentos úteis. Além disso, este tipo de atividade encoraja o trabalho de grupo, a colaboração e a partilha verbal do que foi aprendido.

---

## Implementação

O workshop foi organizado em nove etapas:





- 1) Explicação aos/às participantes do que iriam a fazer
- 2) Desenho de círculos utilizando compassos
- 3) Analisar como dividir os círculos em 8 partes iguais e completar a tarefa.
- 4) Colorir os discos - os/as participantes/as foram divididos em dois grupos: um grupo teve liberdade para seguir a sua própria imaginação e o segundo foi instruído a utilizar apenas cores primárias.
- 5) Construção da turbina – alguns/mas participantes ajudaram na construção.
- 6) Os discos foram cortados, foram feitos orifícios no centro, e foram montadas as turbinas.
- 7) Fazer girar a turbina - foi utilizado um secador de cabelo para fazer girar a turbina. Todo o grupo observou.
- 8) Refletir - o grupo raciocinou e refletiu sobre o mecanismo que faz mover a turbina. Gostaram de observar as cores a mudar em função das diferentes combinações feitas durante a fase de coloração.
- 9) Registar- os/as participantes anotaram o que observaram: as combinações de cores e as cores resultantes

## Desafios

Os/as participantes com dificuldades físicas mais graves foram ajudados a cortar, colorir e desenhar os círculos, enquanto as pessoas com dificuldades cognitivas mais graves tiveram de ser ajudadas a compreender como dividir os círculos em oito partes iguais. No entanto, o maior desafio foi o de os/as educadores/as diferenciarem o trabalho de acordo com as competências pessoais de cada participante. Um aspeto muito importante era que os/as educadores/as retivessem e estimulassem os/as participantes para que pudessem usar a sua própria paixão para fazer as tarefas por si próprios, o que aumentava a sua autoestima à medida que eram bem-sucedidos nas tarefas.

## Resultados

O trabalho produziu uma série de resultados:

-  Os/as participantes adquiriram maior confiança em si próprios/as e no seu potencial. No início da atividade, pensaram que não seriam capazes de ter sucesso nesta tarefa, mas com a mediação dos/as educadores/as, ficaram muito satisfeitos e isto aumentou o seu sentido de autoestima.
-  Através da observação e reflexão, os/as participantes descobriram facilmente o mecanismo que move a turbina.
-  Os/as participantes ficaram muito satisfeitos por poderem observar que cores secundárias são produzidas pelas primárias, e por descobrirem que cores as várias combinações escolhidas por eles próprios, geram.
-  Foi muito significativo quando falamos de como as cores se misturam quando o disco gira rapidamente e de quão importante é a velocidade neste processo. Também

falámos sobre o Disco de Newton, que despertou muito interesse e curiosidade por parte da maioria do grupo.

- De uma forma simples, prática e divertida, cada um/a deles/as sentiu-se como um cientista capaz de descobrir e aprofundar alguns temas que, antes, lhes pareciam demasiado difíceis.

Os autómatos feitos foram a turbina e o disco giratório. Além disso, os/as participantes anotaram as combinações de cores e as cores resultantes.

## Discussão

Este caso de estudo mostra que uma oficina **AutoSTEM** não foi útil apenas para a transmissão de conceitos de ciência através da construção de autómatos. Mostra também a sua utilidade para trabalhar na zona proximal de desenvolvimento com vários tipos de pessoas com necessidades especiais.





**Figura 11.2 Exemplos de autómatos produzidos na oficina.**



**Figura 11.3 Autómato desenvolvido na oficina.**

## Referências

- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Cecilia Morosini, Lina Barbieri, Laura Ferrari, (2005). *Psicomotricità dell'adulto*, Carrocci Faber editori



## 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 movimento<sup>5</sup>

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**

<sup>5</sup> 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>

## 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 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).

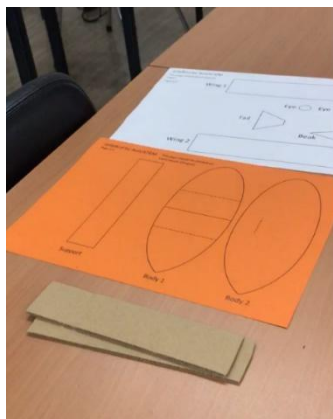
#### Pedagogical guidelines and construction instructions

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 guiões 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.

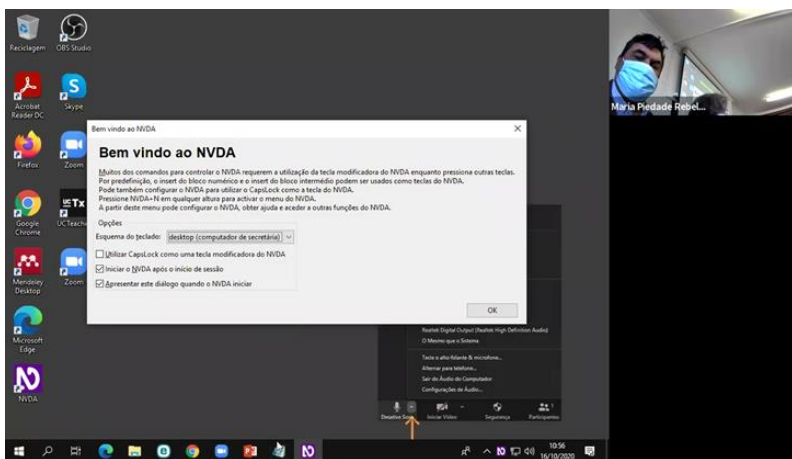
Para continuar a desenvolver os recursos e atividades no sentido da promoção da inclusão, as orientações e instruções pedagógicas do JellyBird foram adaptadas para crianças cegas e com baixa visão, acrescentando descrições das formas geométricas e do movimento envolvido no brinquedo. Este trabalho foi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

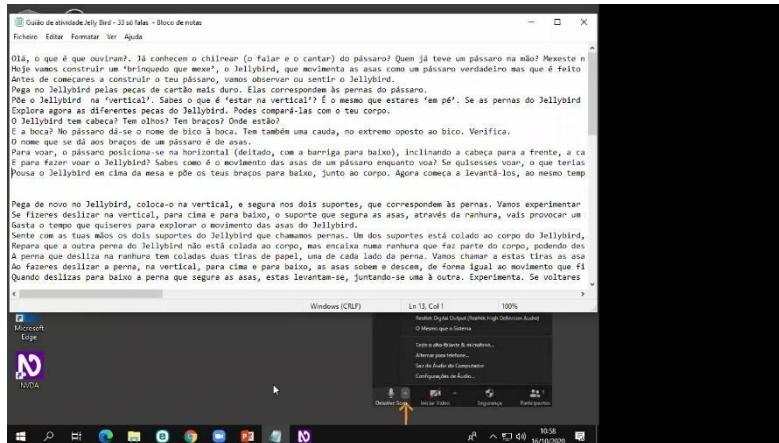
Foi também produzida uma versão com as formas que compõem o JellyBird em relevo e uma versão áudio do guião pedagógico que foi adaptada através do programa *NonVisual Desktop Access* (NVDA) (Figuras 12.4 & 12.5).

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).

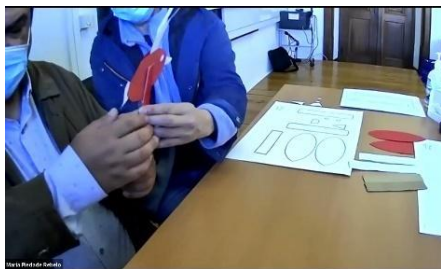


**Figura 12.7 Apresentação de um Jellybird previamente construído.**

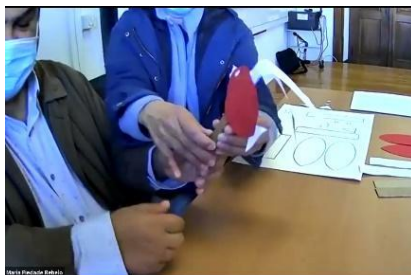


**Figura 12.8 Apresentação das formas tipográficas.**

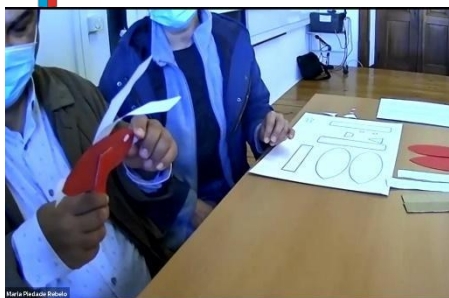
O adulto cego começou por experimentar o JellyBird (Figura 12.9), com a ajuda de uma pessoa normovisual que descreveu as diferentes partes à medida que o referido adulto as experienciava através do tato.



**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 experimentar 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.**

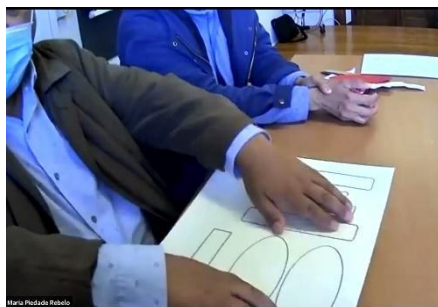
Depois, a pessoa cega recebeu as diferentes partes do Jellybird previamente recortadas, enquanto a pessoa normovisual descreveu de novo a forma geométrica de cada parte (Figura 12.13).



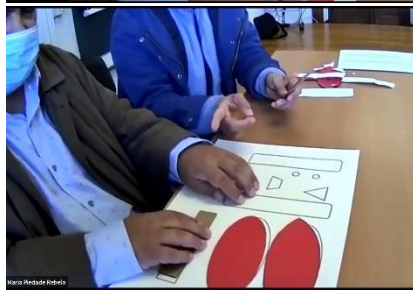


**Figura 12.13 Pessoa cega a tocar nas diferentes partes que constituem o de JellyBird.**

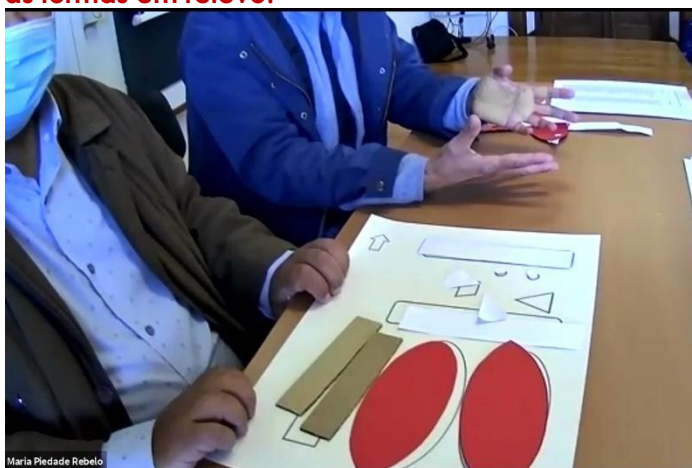
Depois de experimentar as diferentes formas geométricas, previamente recortadas, o adulto cego começou a tocar nas formas em relevo (Figura 12.14) e depois tentou sobrepor as peças correspondentes com as suas formas geométricas em relevo (Figura 12.15). Na figura 12.16 podemos ver todas as formas geométricas posicionadas sobre as respetivas formas em relevo.



**Figura 12.14 Pessoa cega a tocar nas formas em relevo.**



**Figura 12.15 Pessoa cega a sobrepor 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;

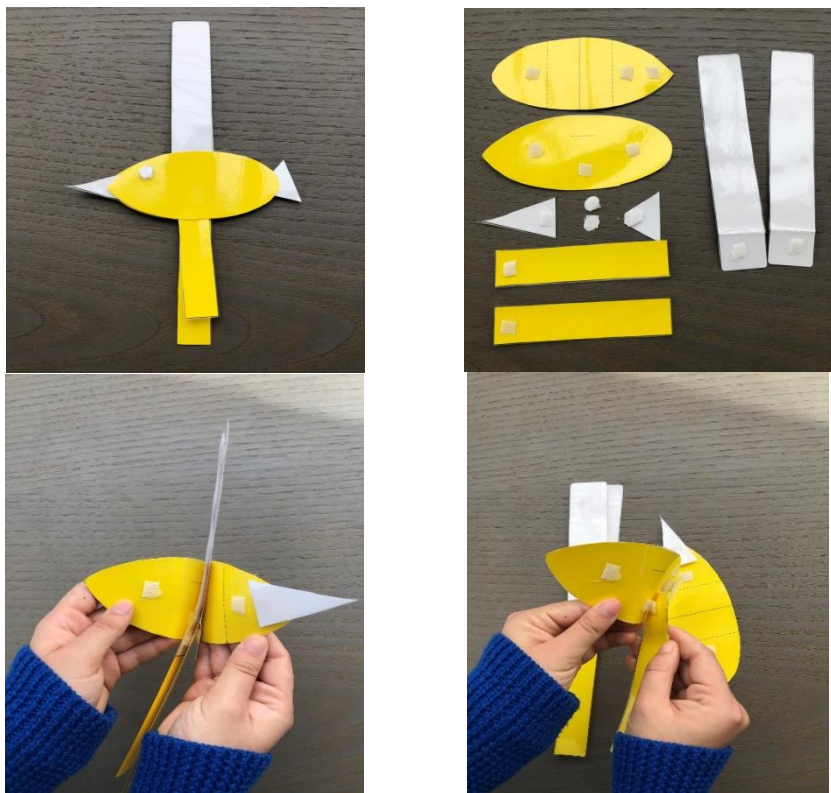
1. Os sons das aves e/ou uma história são utilizados para desenvolver imagens mentais através da audição.
2. O corpo da ave é comparado com o corpo da criança, bem como as atividades diárias, com o objetivo de construir uma representação mental de como o JellyBird é feito e como funciona.
3. É apresentado o movimento de deslizar que está associado ao movimento de bater as asas do autómato.

Finalmente, para construir o seu autómato, 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:

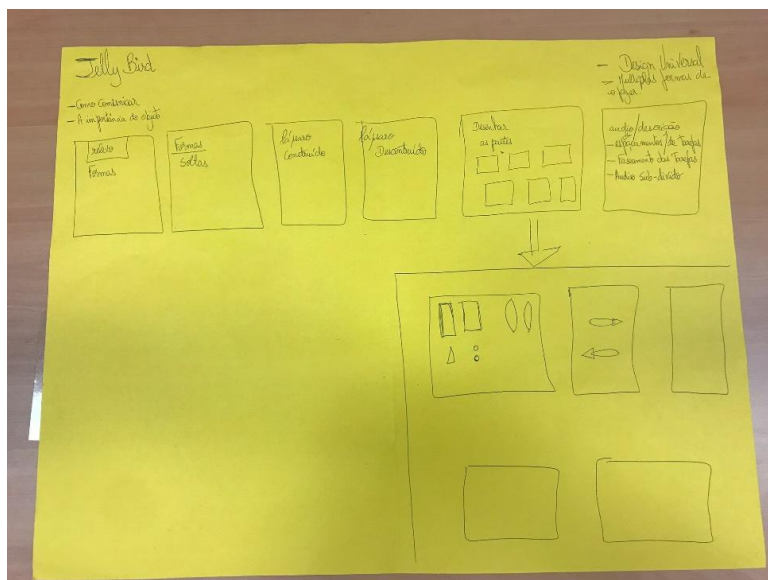
-  Rever a descrição das figuras geométricas.
-  Selecionar a informação essencial e tornar cada parágrafo mais curto, acrescentando pausas entre os mesmos. A informação deve ser apresentada em pequenas sequências.
-  Importa separar e fasear claramente as tarefas.

- 
 Coordenar a informação áudio com os timings da exploração tátil.
- 
 Os autómatos 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 guião 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 19<sup>th</sup> 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/>