

EXOPLANETAS E SUAS CRIATURAS: UMA PROPOSTA DE TRABALHO STEAM PARA A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES

EXOPLANETS AND THEIR CREATURES: A STEAM ACTIVITY FOR PRE-SERVICE TEACHER
EDUCATION

EXOPLANETAS Y SUS CRIATURAS: UNA PROPUESTA DE TRABAJO STEAM PARA LA FORMACIÓN
INICIAL DEL PROFESORADO

Bento Cavadas^{1,2} & Clara Brito¹

¹Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém, Portugal

²Universidade Lusófona, CeIED - Centro de Estudos Interdisciplinares em Educação e Desenvolvimento,
Portugal

bento.cavadas@ese.ipsantarem.pt

RESUMO | O projeto “Exoplanetas e suas criaturas” aborda a temática da exploração espacial e foi implementado em contexto de formação inicial de professores. Um dos objetivos foi proporcionar às 13 estudantes participantes uma experiência de formação interdisciplinar, de acordo com a abordagem STEAM. Teve a duração de dois anos letivos e foi orientado numa colaboração entre uma professora de artes plásticas e um professor de ciências. As estudantes idealizaram e construíram um exoplaneta e as suas formas de vida. Conceberam uma banda desenhada, ficcionando uma interação entre as criaturas e o seu contexto. Posteriormente, criaram recursos educativos através da narração e animação, em vídeo, dessas histórias e divulgaram-nos através de uma página online criada para o efeito.

PALAVRAS-CHAVE: Artes plásticas, Ciências, Exploração espacial, Interdisciplinaridade.

ABSTRACT | The project "Exoplanets and their creatures" addresses the theme of space exploration and was implemented in the context of initial teacher education. One of the project aims was to provide to the 13 participating students an interdisciplinary educational experience, according to the STEAM approach. The duration of the project was two school years and was guided in a collaboration between a plastic arts teacher and a science teacher. The students designed and built an exoplanet and its life forms. Then, they designed a cartoon, fictionalizing an interaction between the creatures and their context. Afterwards the future teachers created educational resources by narrating and animating these stories on video. The educational resources were disseminated through an online page created for this purpose.

KEYWORDS: Plastic arts, Science, Space exploration, Interdisciplinarity.

RESUMEN | El proyecto "Los exoplanetas y sus criaturas" aborda el tema de la exploración del espacio y se llevó a cabo en el contexto de la formación inicial del profesorado. Uno de los objetivos era proporcionar a los 13 estudiantes participantes una experiencia de formación interdisciplinar, según el enfoque STEAM. Duró dos cursos escolares y fue guiado en una colaboración entre un profesor de artes plásticas y otro de ciencias. Los estudiantes diseñaron y construyeron un exoplaneta y sus formas de vida. A continuación, diseñaron un cómic, ficcionando una interacción entre las criaturas y su contexto. A continuación, crearon recursos educativos narrando y animando estas historias en vídeo y difundíendolas a través de una página web creada a tal efecto.

PALABRAS CLAVE: Bellas artes, Ciencia, Exploración del espacio, Interdisciplinarietà.

1. INTRODUÇÃO

O projeto *CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas* foi desenvolvido com estudantes em formação inicial de professores, do curso de Educação Básica do Instituto Politécnico de Santarém/Escola Superior de Educação de Santarém.

O tema geral do projeto foi a exploração espacial, com foco nos exoplanetas – planetas que se localizam no exterior do sistema solar (ESA, s.d.a). Os exoplanetas possuem um potencial pedagógico relevante para a realização de projetos com uma abordagem STEAM. A *European Space Agency* (ESA, s.d.b) disponibiliza uma página online com vários recursos educativos para exploração dos exoplanetas, os quais serviram de inspiração para o desenvolvimento deste projeto, no qual foram mobilizadas as áreas **S** – Science, **T** – Technology e **A** – Arts da abordagem STEAM. As futuras professoras tiveram sequencialmente de:

- Conceber e caracterizar um exoplaneta (Science);
- Criar modelos tridimensionais para o exoplaneta e as suas criaturas (Science /Arts);
- Criar uma narrativa e uma banda desenhada com os modelos criados na fase anterior (Science/ Arts);
- Criar recursos educativos digitais sobre os exoplanetas (Science/Technology/Arts).

O projeto foi concretizado através de uma colaboração interdisciplinar entre um professor de ciências e uma professora de artes plásticas nas unidades curriculares de Ciências da Terra e da Vida e de Educação Artística Plástica I e II. Os objetivos de aprendizagem mobilizados no projeto foram:

- Discutir os contributos da exploração espacial, enquanto aspiração do ser humano, para a sustentabilidade da vida na Terra e o progresso da ciência e da tecnologia (Ciências da Terra e da Vida).
- Vivenciar as potencialidades da educação artística no desenvolvimento da criatividade, domínio de técnicas e materiais, e comunicação / linguagens (Educação Artística Plástica I e II).

Nas secções seguintes apresenta-se a fundamentação e o contexto do projeto e descreve-se, em detalhe, a prática educativa realizada e as suas principais implicações para a formação inicial de professores.

1. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

1.1 A educação em STEAM

A integração de várias disciplinas tem recebido crescente interesse por parte dos investigadores em educação nos anos mais recentes (An, 2020). A educação em STEM tem sido vista como uma abordagem organizadora de um currículo cada vez mais interdisciplinar e centrado em competências, de modo a envolver e reter alunos para as áreas STEM (Millar, 2020). É nessa orientação que se enquadra a educação STEAM, a qual procura integrar a ciência, a tecnologia, a engenharia e a matemática com outras áreas, como as artes e as humanidades (Madden et al., 2013; Millar, 2020). A educação STEAM tem o potencial de desenvolver o pensamento criativo no contexto das ciências para fomentar a criação das inovações que serão

necessárias para resolver problemas complexos, existindo já experiências de criação de um currículo STEAM no ensino superior (Madden et al., 2013). Note-se, no entanto, que apesar de haver problemas que requerem soluções interdisciplinares, transdisciplinares e interdisciplinares, investigadores, como McComas & Burgin (2020) alertam para a complexidade inerente de tais problemas, o que irá exigir e beneficiar de conhecimentos especializados e fundamentais sobre as práticas e os conteúdos de cada disciplina. Nesse sentido, McComas & Burgin (2020) sugerem que, apesar de se dever manter o foco e a autonomia das áreas académicas chave, seja dada aos estudantes uma oportunidade de aplicar o que aprenderam em experiências integradoras, depois de terem aprendido os conhecimentos fundamentais de cada área.

1.2 A educação em STEAM e os futuros professores

A educação em STEAM tem sido vista favoravelmente pelos professores devido ao seu potencial para promover a aprendizagem dos alunos (Park et al., 2016). A esse respeito, os futuros professores consideram que a educação em STEM tem o potencial para proporcionar integração interdisciplinar e preparar os seus alunos para as condições que vão encontrar na vida real, desenvolver as suas competências mentais e psicomotoras e contribuir para a consecução das competências para o século XXI (Erdogan & Ciftci, 2017). Quanto a outras vantagens da educação em STEAM, os futuros professores relatam que melhora a capacidade de observação, proporciona a criação de designs e construção manual de objetos, reforça as competências associadas ao pensamento em engenharia e desenvolve funções cognitivas complexas, como a criatividade (Erdogan & Ciftci, 2017). Referiram, ainda, que é mais agradável aprender através de práticas em educação STEAM (Erdogan & Ciftci, 2017).

Contudo, o crescimento atual da educação em STEAM traz vários desafios (An, 2020). Alguns desses desafios estão associados ao conhecimento pedagógico dos professores para concretizarem abordagem integradoras, como a educação em STEAM (An, 2017; An, 2020). A falta de tempo, grande volume de trabalho, apoio material e financeiro reduzido são outras condicionantes referidas pelos professores à concretização de aulas STEAM (Park et al., 2017). Os futuros professores também têm a perceção de que as práticas em educação STEAM são caras porque exigem mais recursos e consomem muito tempo (Erdogan & Ciftci, 2017).

DiFrancesca et al. (2014) referem que os desafios à concretização da educação em STEM resultam, em parte, de os professores dos primeiros anos não terem vivenciado experiências STEM relevantes, o que, conseqüentemente, vai levar a que não proporcionem experiências STEM significativas aos seus alunos. Nesse sentido, a educação em STEM pode ser abordada através da procura do aumento do conhecimento de conteúdo das áreas STEM e do conhecimento pedagógico de conteúdo da abordagem STEM nos educadores (NRC, 2014). Por essa razão, os professores em formação inicial devem ser envolvidos em experiências educativas relevantes que lhes proporcionem a compreensão das conexões entre as diferentes áreas STEAM (An, 2017; Erdogan & Ciftci, 2017). A vivência de experiências significativas de educação STEAM aumenta a confiança dos futuros professores nas suas capacidades de concretização desta abordagem e também amplia o seu conhecimento sobre as características da integração STEAM (An, 2020). Os futuros professores passam a compreender que há múltiplas formas de criar projetos STEAM, os quais podem ser facilmente incorporados no currículo (An, 2020).

A integração das artes nas STEM decorre do trabalho realizado por instituições, como a UNESCO (2006), a qual já no início do século XXI destacava o facto das sociedades

contemporâneas necessitem de um número cada vez maior de trabalhadores criativos, flexíveis, adaptáveis e inovadores. Desse modo, a UNESCO (2006) justificava a inclusão da educação artística nos programas escolares porque esta permite dotar os educandos dessas capacidades, habilitando-os a exprimir-se, avaliar criticamente o mundo que os rodeia e participar ativamente nos vários aspetos da existência humana. Note-se, no entanto, que no contexto da formação de professores do ensino básico, a educação artística (plástica / visual), não pretende formar artistas, mas sim dotar os futuros professores de competências específicas, nomeadamente, conhecimentos de natureza conceptual referentes a este domínio do saber, domínio de metodologias artísticas através da prática de atelier, capacidade de apreciar e fruir o produto artístico mobilizando e desenvolvendo a sensibilidade estética e o sentido crítico.

1.3 Contexto do projeto

O projeto “Exoplanetas e suas criaturas” foi criado para proporcionar aos estudantes em formação inicial de professores uma experiência significativa em educação STEAM, concorrendo simultaneamente para a consecução dos objetivos de aprendizagem nas unidades curriculares envolvidas. A ciência do espaço e a exploração espacial apresentam várias oportunidades para promover a educação em STEM e a literacia científica (NRC, 2015). A esse respeito, Denise Smith, do *Space Telescope Science Institute*, salientou:

A busca da vida e das condições para a vida, o que aprendemos através da vida existente na Terra, como o Sol interage com a Terra e influencia a vida na Terra, e a busca da vida no sistema solar e sobre a Terra - todas esses assuntos despertam nos nossos alunos uma curiosidade fundamental e os fazem querer explorar (NRC, 2015, p. 10).

A abordagem usada para as conexões entre os conteúdos da área das artes com a área das ciências foi classificada como - integração interdisciplinar - pela NASEM (2022): “As áreas são ligadas por vezes através de integração parcial e outras vezes total, com o critério de que cada uma mantém as suas principais estruturas concetuais e epistemológicas para que as ligações sirvam os objetivos de cada disciplina” (p. 131). No caso do presente projeto, o nível de integração pretendido foi o de “integração parcial”, na aceção de NASEM (2022), porque se pretendeu que a integração dos conteúdos das artes com os das ciências concorresse para a consecução dos objetivos de aprendizagem das duas áreas e que cada uma, alternadamente, fosse o motor das práticas, conceitos e desenvolvimento do projeto, sendo a outra usada como suporte. A justificação para esta integração parte da ideia apresentada pela NASEM (2022) de que a integração da ciência e da engenharia com as línguas, artes e matemática pode expandir a compreensão do significado de ciência e de engenharia e do modo como o conhecimento nessas áreas é construído. Para tal, as crianças podem usar a leitura, a escrita, o desenho e a fala para adquirir ideias e comunicar o seu pensamento sobre ciência e engenharia (NASEM, 2022). Nesse sentido, os futuros professores devem ser envolvidos em projetos STEAM que os levem a explorar essas conexões.

A abordagem do projeto “Exoplanetas e suas criaturas”, ao possibilitar a incorporação de pontos de partida de áreas diversas e pela sua natureza faseada e progressiva, procurou ir ao encontro da intenção integradora das STEAM. A temática (exoplanetas e suas criaturas) implicou a discussão de conteúdos das ciências, mas também de hipóteses de natureza expressiva, o que teve implicações na escolha e aplicação de meios de expressão plástica e visual, bem como dos materiais e técnicas adequados à concretização dos objetivos do projeto.

O papel dos professores das referidas unidades curriculares foi, consoante as etapas do projeto, a apresentação e discussão de conteúdos científicos relevantes, disponibilização de informação e exemplos da cultural visual, organização de aulas práticas para o desenvolvimento do trabalho, orientação da realização do trabalho autónomo das estudantes e dinamização na divulgação do projeto.

2. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A prática educativa, implementada durante dois anos letivos (2019/20 e 2020/21) e envolvendo a mesma turma de futuros professores, consistiu num projeto cujas etapas, respetivos objetivos e áreas STEAM dominantes são apresentadas na figura 1. Nessa figura também se indicam as unidades curriculares envolvidas.



Ano letivo	2019/20		2020/21	
Unidades curriculares	Ed. Artística Plástica I	Ed. Artística Plástica II		Ciências da Terra e da Vida
	Ciências da Terra e da Vida	Ciências da Terra e da Vida		

Figura 1 Etapas gerais e cronograma do projeto CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas.

Nesse período, devido à pandemia COVID-19, as aulas ocorreram essencialmente na modalidade online, pelo que todo o processo foi conduzido através de sessões de orientação através da plataforma Zoom®. No início do projeto foi dedicada uma aula, dinamizada em conjunto pelo professor de ciências e pela professora de artes plásticas, para explicar o contexto do trabalho, as tarefas a realizar e os produtos pretendidos no final de cada de cada etapa, as quais são descritas em detalhe nas secções seguintes. Nessa aula foram ainda organizados os grupos de trabalho. Foi fornecido aos estudantes um guião com o objetivo de conduzir a pesquisa e no qual os grupos iam registando, em imagem, texto e vídeo nalguns casos, todo o processo de trabalho.

2.1 Etapa 1 | Conceber e construir um exoplaneta

A primeira etapa organizou-se em três momentos:

Etapa 1.1 | Abordagem teórica aos exoplanetas

Etapa 1.2 | Idealizar e caracterizar um exoplaneta

Etapa 1.3 | Construir o exoplaneta e as suas criaturas

Etapa 1.1 | Abordagem teórica aos exoplanetas

Este momento consistiu numa abordagem científica ao significado e características gerais dos exoplanetas, dinamizada pelo professor de ciências, tendo como suporte essencialmente a secção Exoplanets da página online da European Space Agency (ESA) e da secção Exoplanet Exploration da National Aeronautics and Space Administration (NASA). De seguida, passou-se para a exploração da secção Exoplanet Travel Bureau, na qual foram analisados alguns exoplanetas fictícios criados pela NASA (s.d.). Foi, ainda, explorada a galeria dos exoplanetas descobertos até ao momento na secção Strange new worlds, nomeadamente a sua distância à Terra e características hipotéticas, assim como a sua representação artística criada pela NASA (s.d.).

Etapa 1.2 | Idealizar e caracterizar um exoplaneta

Após a abordagem teórica, as futuras professoras foram desafiadas a idealizar e caracterizar um exoplaneta, com o apoio do docente de ciências. Para tal, tiveram de preencher uma “Ficha de caracterização de exoplanetas” com o nome do exoplaneta, a distância ao sistema solar, o tempo de translação e de rotação, a temperatura média à superfície, o diâmetro, a composição da atmosfera, as características do relevo, os seus planetas satélites, a existência, ou não, de água e as formas de vida que apresenta (Figura 2). Os descritores anteriores foram criados pelo professor de ciências e revistos por uma professora de Física e Química. Cada descritor foi acompanhado por algumas questões para orientar o pensamento das futuras professoras na construção das suas respostas hipotéticas. Foi sugerido que usassem a sua criatividade para a apresentação das respostas a cada descritor, mas que houvesse uma coerência interna nas características do exoplaneta. Por exemplo, se o planeta não apresenta água nem outro meio no estado líquido, então não poderia ter organismos com características adaptadas à locomoção num meio aquático.

As diferentes versões do exoplaneta criado por cada grupo receberam *feedback* do professor de Ciências para que as estudantes pudessem melhorar progressivamente as características do exoplaneta e das suas formas de vida. O trabalho das futuras professoras resultou em seis fichas de caracterização de exoplanetas designados Calypso, Colorful, Eloah-07, Kepplocean, Pandora e Scebia. Como exemplo de um desses produtos, apresenta-se a ficha de caracterização do exoplaneta Calypso (Figura 2). As restantes fichas de caracterização podem ser consultadas na secção “Projetos” da página online do projeto.



EXOPLANETA | Calypso

Nome do planeta	Calypso
Distância ao sistema solar	59 ano-luz
Período de translação	289 anos terrestres
Período de rotação	18 horas e 45 minutos terrestres
Temperatura média à superfície	10 °C
Diâmetro	120.500 km
Composição da atmosfera	80% Azoto;18% Oxigénio; 1% Dióxido de carbono; 1% Árgon
Características do relevo	Aproximadamente 40% da superfície do Calypso 2020 é constituída por grandes massas de terra, na sua maioria com extensas área de vegetação, mas também existem algumas áreas áridas e outras de depressão. 60% do planeta é constituído por água, da qual 55% está no estado líquido.
Planetas satélites	Sim: Artémis, Oriana e Pandora
Água	Sim, no estado líquido e sólido.
Formas de vida	Sim. Existe alguma biodiversidade, com vários seres uni e multicelulares. A maioria das espécies são aquáticas, mas a espécie predominante é a <i>Calypsiana</i> . São criaturas dóceis, terrestres, herbívoros, mas também insetívoros.

Figura 2 Ficha de caracterização do exoplaneta Calypso (Créditos: Beatriz Rosado e Filipa Domingos).

Etapa 1.3 | Construir o exoplaneta e as suas criaturas

De acordo com a UNESCO (2006), as indústrias culturais constituem um recurso à disposição dos educadores que pretendem incorporar a arte na educação. Assim sob a orientação da docente de artes plásticas, a construção dos exoplanetas foi antecedida de referências culturalmente relevantes no campo da filmologia de ficção científica, tais como: 2001 Odisseia no Espaço; ET o Extraterrestre; Star Wars; StarTreck; Alien; Dune; Prometheus; Interstellar, e uma profusão de imagens de arte e da natureza que pela sua estranheza se podiam situar no âmbito da designação “criaturas”. Neste projeto, as formas de vida criadas também se passaram a designar “criaturas”, devido ao seu carácter extraterrestre e para adequação da linguagem à faixa etária das crianças. Esta primeira abordagem consistiu numa estratégia de motivação que visou informar visualmente acerca do tema e ativar a imaginação das futuras professoras, tendo em conta que o trabalho que se seguiria seria puramente do domínio do ficcional.

Uma vez definidas as características do exoplaneta (configuração, relevo, atmosfera e cor, entre outras), e determinados o seu tipo de criaturas, procedeu-se a pesquisas iconográficas, seleção de imagens inspiradoras e esboço das figuras. O passo seguinte foi refletir acerca do modo de lhes dar forma tridimensional, identificar os materiais e meios de expressão, tendo em conta as limitações impostas pelas aulas não presenciais, nomeadamente a falta do atelier e dos seus recursos. Através deste processo de criação artística procurou-se promover a reflexividade, criatividade, imaginação, desempenhos (*skills*) e conhecimentos em arte e cultura visual.

Os grupos organizaram-se na divisão das tarefas que foram realizadas individualmente no espaço de cada estudante. Para a construção dos exoplanetas e das suas criaturas optaram pela realização de estruturas recorrendo a materiais de desperdício e utilização de técnicas, como a modelação em pasta de papel e outras técnicas mistas, devido à necessidade de encontrar soluções para a realização das formas pretendidas. De seguida, apresenta-se o processo de elaboração das criaturas realizadas por um grupo de trabalho:

“Para criar o nosso Sciber inspirámo-nos numa criatura microscópica existente que possui propriedades para sobreviver em temperaturas extremas e com uma dieta básica. Para fazer a estrutura da criatura, usámos papelão de caixas de cereal ou leite e outros recursos tais como cola, lápis para colorir, lápis de cera, marcadores. Recortamos tiras de modo a uni-las até formar uma espécie de esfera. Para a cabeça juntámos ao corpo uma pirâmide cortada e para as escamas que cobriam o corpo, bem como para os olhos, os pés e as presas reutilizamos diversos tipos de embalagens em cartão. Realizamos dois exemplares, um pintado com cores quentes (ambiente diurno) e outros com cores frias (ambiente noturno).” (Estudantes do 2º ano da Licenciatura em Educação Básica, 2º semestre 2019/20, Educação Artística Plástica 1).

O processo de trabalho de cada grupo foi continuamente registado em portfólio. As figuras seguintes apresentam exemplos dos trabalhos realizados por toda a turma no final desta etapa.

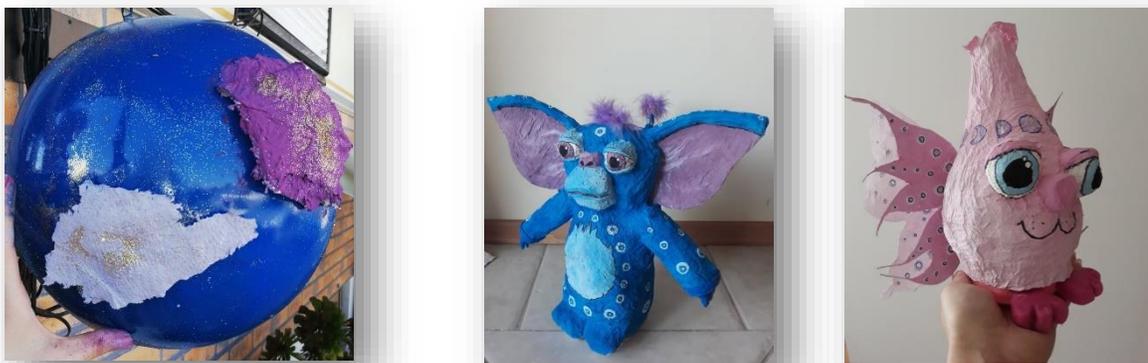


Figura 4 Pormenores do exoplaneta Calypso 2020 e exemplos de criaturas (Créditos: Mafalda Marques e Filipa Domingos).



Figura 5 Pormenores do exoplaneta Colorful e exemplos de criaturas (Créditos: Ana Lameiras e Catarina Marques).



Figura 6 Pormenores do exoplaneta Eloah-07 e exemplos de criaturas (Créditos: Beatriz Antunes e Sandra Bastos).



Figura 7 Pormenor do exoplaneta Kepplocean e exemplos de criaturas (Créditos: Ana Catarina Gomes e Ana Margarida Duarte).



Figura 8 Pormenor do exoplaneta Scebia e da criatura desse exoplaneta (Créditos: Carolina Ferreira e Fabiola García).

2.2 Etapa 2 | Elaborar um recurso educativo

A segunda etapa dividiu-se em dois momentos:

Etapa 2.1 | Criação de uma narrativa e de uma banda desenhada sobre o exoplaneta.

Etapa 2.2 | Criação de um filme de animação.

Etapa 2.1 | Criação de uma narrativa e de uma banda desenhada sobre o exoplaneta

Nesta etapa, as futuras professoras foram estimuladas a utilizar as suas competências no domínio da Língua, nomeadamente a escrita criativa. Assim sendo, foram desafiadas a criar uma curta narrativa, na qual as criaturas que idealizaram interagissem entre si – interações bióticas – e com o meio envolvente (água, ar, solo, rochas, temperatura, etc.) – interações abióticas. De seguida, planificaram uma prancha em banda desenhada (BD) com os principais momentos da narrativa. O público-alvo da narrativa e da banda desenhada podiam ser crianças da educação pré-escolar, 1.º Ciclo do Ensino Básico ou 2.º Ciclo do Ensino Básico. Para a realização dessa tarefa tiveram o apoio da professora de artes plásticas e do professor de ciências.

A tarefa implicou o conhecimento e aplicação de códigos básicos da BD, nomeadamente, a construção da prancha, dos planos da imagem e dispositivos aplicados ao discurso direto e indireto. A imagem na BD foi produzida em fotografia digital a partir dos objetos tridimensionais, com recorte e montagem das figuras sobrepostas aos fundos e apontamentos em desenho digital. Os cenários foram trabalhados para reforçar as lógicas da cor, luz e textura dos respetivos planetas a fim de obter uma unidade visual coerente, apesar de ficcionada.

A tabela seguinte apresenta os títulos das narrativas e das bandas desenhadas (BD) que as estudantes criaram.



Figura 10 Banda-desenhada “Scebiano conhece um humano” (Créditos: Carolina Ferreira)

Tabla 1- Descrição das narrativas e bandas-desenhadas elaboradas no âmbito do projeto “Exoplanetas e suas criaturas”.

Exoplaneta	Título da narrativa e BD	Breve descrição
Calipso	Uma aventura em Calypso - 2020	Relato da viagem de dois seres humanos e do robot Neo Phobos 258376 até Calypso e da sua exploração deste exoplaneta, com objetivos de colonização.
Colorful	Um deslumbrante tesouro no planeta Colorful	História sobre três amigos que vivem no exoplaneta Colorful e das suas aventuras na descoberta de um tesouro.
Eloah7	O tesouro de Zifi e Zofi	História sobre dois amigos, Zifi e Zofi, e de um desentendimento ocorrido entre si devido à partilha do alimento preferido, designado blekefit.
Kepplocean	Uma aventura no mundo Kepplocean	Narrativa sobre as criaturas marinhas Keploc-E11 e da sua interação com o seu alimento (Colibact) e predadores, criaturas grandes semelhantes a moreias.
Pandora	As aventuras de P-21 Perdido em Pandora	História que ocorre em Pandora, uma das luas de Calypso, na qual vive a criatura designada Navi’ Blue P-21. São relatadas as suas aventuras com os habitantes de uma parte desconhecida do exoplaneta, os Navi’ Pink.
Scebia	Scebiano conhece um humano	Narrativa sobre uma criatura que vive no planeta Scebia, designado Scebiano, e da sua interação com um humano.

As bandas desenhadas criadas por cada um dos grupos foram apresentadas e partilhadas numa aula online, através da plataforma Zoom®, na qual foram analisadas as características dos exoplanetas e respetivas criaturas, as narrativas, a articulação entre o texto e a imagem, e a coerência resultante das estratégias visuais e ferramentas digitais utilizadas.

Etapa 2.2 | Criação de um filme de animação sobre o exoplaneta

Nesta etapa foi solicitado às futuras professoras a criação de um vídeo, no qual associassem a animação à narrativa que criaram para a BD. Neste processo, de passagem do texto escrito para o discurso oral, ocorreu a necessidade de desenvolver alguns aspetos das histórias iniciais, sendo mais uma vez ativadas as competências no domínio da Língua, nomeadamente a locução expressiva e o predomínio do discurso direto. Cada grupo reelaborou as imagens dos cenários com base naquelas que haviam sido realizadas para a BD e gravou os discursos (diálogos das criaturas/ personagens), sendo o vídeo elaborado com o apoio de técnicos de informática do Centro Tecnológico da Escola Superior de Educação de Santarém. Os técnicos foram responsáveis pela edição, sonoplastia e animação das narrativas. Este trabalho foi acompanhado pelas estudantes em formação inicial de professores e pelos professores de ciências e de artes plásticas.

2.3 Etapa 3 | Divulgar o recurso educativo

Na última etapa solicitou-se à turma a criação de uma página online agregadora de todos os produtos realizados e informações acerca do projeto. Determinou-se que a responsabilidade da criação da página online seria atribuída a estudantes com experiência prévia na criação desse tipo de recursos digitais, mas que todos os grupos contribuíram com conteúdos para o desenvolvimento da página, com o apoio dos professores de ciências e de artes plásticas. A página online resultante foi criada na plataforma Wix (<https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>) e está organizada nas secções que se podem observar na figura 3.



Figura 11 Organização da página online de divulgação do projeto *CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas*.

A secção “Início” é uma abertura da página na qual são apresentadas figuras dos diferentes exoplanetas. A secção “Sobre” descreve brevemente em que consiste o projeto e os seus produtos. A secção “Exoplanetas” explica em que consiste um exoplaneta e apresenta alguns recursos online nos quais se pode consultar mais informação sobre essa temática. A secção “Projetos” apresenta o vídeo, a ficha de caracterização e algumas fotografias de cada um dos exoplanetas e das suas criaturas. A secção “Créditos” é destinada à apresentação dos autores, orientadores pedagógicos e técnicos que colaboraram neste projeto.

3. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Os resultados deste projeto podem ser consultados na página online anterior. O objetivo da sua criação foi, não só contribuir para divulgação do projeto, mas também partilhar os recursos educativos com educadores e professores para que, eventualmente, possam abordar o tema da exploração espacial com os seus grupos de crianças ou alunos. A avaliação da implementação do projeto organiza-se em torno das dimensões produto e processo e resulta de reflexões dos professores envolvidos.

No que diz respeito ao produto, os professores que dinamizaram este projeto consideram uma mais-valia ter resultado de uma colaboração interdisciplinar que mobilizou nas futuras professoras conhecimentos e técnicas de diferentes unidades curriculares e ativou competências adquiridas no domínio da Língua e da escrita criativa.

Os recursos educativos produzidos em vídeo podem ser utilizados por outros educadores e professores em projetos ou domínios de autonomia curricular que partam da exploração espacial como motor para o desenvolvimento de diferentes competências do perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória.

Quanto ao processo, considera-se que o projeto contribuiu essencialmente para o desenvolvimento do pensamento criativo das futuras professoras e para a sua capacidade de colaboração com os outros (pares, professores e técnicos de informática). Num contexto pandémico de particular exigência ao nível da autonomia e organização pessoal, as estudantes tiveram de mobilizar o pensamento criativo para idealizar e caracterizar e concretizar os objetos (exoplaneta, criaturas, BD, vídeo), numa interação permanente entre si e com os professores envolvidos no projeto.

Na sua conceção, o desenho do projeto permitiu que as estudantes contextualizassem a teoria através da aplicação prática das disciplinas artísticas. Os saberes, científico, artístico e tecnológico foram mobilizados na medida em que tiveram de caracterizar com coerência os diferentes indicadores do exoplaneta e imaginar as características das respetivas criaturas, aplicar diferentes técnicas de expressão plástica para modelarem o exoplaneta e construírem as suas criaturas, criar uma narrativa, aprender e aplicar os códigos da BD, e colaborar com os técnicos de informática no processo de criação de um filme de animação.

O guião do projeto dado inicialmente às futuras professoras como ponto de partida, uma vez completado com as suas produções, funcionou como objeto de comunicação, dando visibilidade *online* ao trabalho desenvolvido pelos diferentes os grupos. O guião foi-se constituindo como o portfólio do projeto de cada grupo e tornou-se também um instrumento de avaliação contínua e final.

No que diz respeito ao processo colaborativo entre o professor de ciências e a professora de artes plásticas, conscientes de que os projetos STEAM por vezes são criticados devido à falta de clareza dos seus objetivos de aprendizagem (NASEM, 2020), destaca-se a clara identificação inicial dos objetivos de aprendizagem das respetivas unidades curriculares que interagiram durante o projeto. Os objetivos de aprendizagem definidos foram os reguladores da comunicação e discussão entre os docentes, presencialmente ou online, para melhorar as tarefas de modo a contribuir para a sua consecução.

Quanto a constrangimentos, os professores que organizaram o projeto destacam que a sua longa duração pode ser um impedimento em outros contextos. No entanto, neste trabalho essa longa duração revelou-se essencial para o aprofundamento de todas as etapas e dos respetivos produtos. Caso o tempo seja um constrangimento, os educadores e professores que pretendam desenvolver um projeto STEAM semelhante podem optar por realizar apenas algumas das suas etapas, o que diminui substancialmente o tempo necessário para a sua realização. Outro constrangimento possível são os conhecimentos técnicos necessários para a edição, sonoplastia e animação das narrativas. Esse problema pode ser obviado pela utilização de *softwares* com programas pré-definidos que facilitam a construção de animações. No presente caso, considera-se que essas competências não constituíram uma limitação devido ao apoio prestado por técnicos de informática da instituição, com as competências necessárias para a produção dos vídeos.

4. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Este trabalho apresenta em detalhe o projeto interdisciplinar *CreativeLab_Sci&Math/Exoplanetas e suas criaturas*, que poderá interessar a outros educadores e professores para introduzirem a temática da exploração espacial, a qual se recobre de um renovado interesse na década de 2020. Foram criados, no total, seis exoplanetas (Calypso, Colorful, Eloah-07, Kepplocean, Pandora e Scebia) com as respetivas formas de vida (criaturas). Esses recursos pedagógicos foram organizados numa página online (<https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>) e podem ser usados como estratégia de motivação para os educadores e professores abordarem o tema da exploração espacial com os seus grupos de crianças ou alunos. As tarefas e os recursos utilizados nas diferentes etapas do projeto podem ser adaptados por outros educadores e professores aos seus contextos, no caso de pretenderem realizar um projeto semelhante.

O carácter interdisciplinar do projeto exemplifica, ainda, como as diferentes áreas STEAM podem ser mobilizadas para a exploração da temática dos exoplanetas, nomeadamente através da conceção e caracterização de um exoplaneta (Science), construção do exoplaneta e das suas criaturas (Arts), criação de narrativas para banda desenhada e vídeo, exploração de recursos e plataformas digitais para criação de imagem (Science/Arts/Technology), e produção de recursos educativos digitais sobre os exoplanetas (Technology).

Como limitações do projeto destaca-se o prejuízo que a pandemia COVID-19 trouxe à sua divulgação. Inicialmente, pretendia-se a partilha presencial dos produtos do projeto em salas de aula da Educação Pré-Escolar e dos níveis iniciais do ensino básico, o que não foi possível após a consecução do projeto devido aos constrangimentos decorrentes da pandemia.

Conclui-se realçando que, no contexto da educação em STEAM, os futuros professores adquirem uma dimensão holística dos saberes envolvidos nos projetos STEAM, expandindo os horizontes do compartimento disciplinar. Os exoplanetas constituíram-se como uma temática integradora que permitiu a mobilização de diferentes competências nas futuras professoras, associadas às áreas da ciência, tecnologia e artes, e outras já adquiridas no domínio da Língua, como produção escrita e oral e escrita criativa.

AGRADECIMENTOS

Os autores do trabalho agradecem à Inês Matias, Rosa Oliveira e Rui Lopes o apoio técnico na edição, animação e sonoplastia dos vídeos sobre os exoplanetas.

REFERÊNCIAS

- An, S.A. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: the case of elementary mathematics–science integrated lessons. *ZDM Mathematics Education*, 49(2), 237-248. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0821-9>
- An, S. (2020). The impact of STEAM integration on preservice teachers' disposition and knowledge. *Journal of Research in Innovating Teaching & Learning*, 13(1), 27-42. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0005>
- CreativeLab_Sci&Math | Exoplanetas e suas criaturas. <https://exoplanetaseseips.wixsite.com/exoplanetas>

- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where is the 'E' in STEM for young children? Engineering design education in an elementary teacher preparation program. *Issues in Teacher Education* 23(1), 49-64. <https://ir.library.illinoisstate.edu/jste/vol53/iss1/5>
- Erdogan, I., & Ciftci, A. (2017). Investigating the views of pre-service science teachers on STEM education practices. *International Journal of Environmental & Science Education*, 12(5), 1055-1065.
- European Space Agency (ESA) (s.d.a). *Science & Exploration. What are exoplanets?* European Space Agency. https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cheops/What_are_exoplanets
- European Space Agency (ESA) (s.d.b). *Teach with exoplanets.* European Space Agency https://www.esa.int/Education/Teach_with_Exoplanets
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Bouchard, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum. *Procedia Computer Science*, 20, 541-546. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.316>
- McComas, W. F., & Burgin, S. R. (2020). A critique of "STEM" Education. *Science & Education*, 29, 805-829. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00138-2>
- Millar, V. (2020). Trends, Issues and Possibilities for an Interdisciplinary STEM Curriculum. *Science & Education*, 29, 929-948. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00144-4>
- National Aeronautics and Space Exploration (NASA) (s.d.). *Exoplanet Exploration. Planets beyond our solar system.* National Aeronautics and Space Exploration. <https://exoplanets.nasa.gov/>
- National Research Council (NRC) (2014). *STEM Learning Is Everywhere: Summary of a Convocation on Building Learning Systems.* The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/18818/stem-learning-is-everywhere-summary-of-a-convocation-on-building>
- National Research Council (NRC) (2015). *Sharing the Adventure with the Student: Exploring the Intersections of NASA Space Science and Education: A Workshop Summary.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/21751>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM) (2020). *NASA's Science Activation Program: Achievements and Opportunities.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25569>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM) (2022). *Science and Engineering in Preschool Through Elementary Grades: The Brilliance of Children and the Strengths of Educators.* The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/26215>
- Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H., & Baek, Y.S. (2016). Teachers' perceptions and practices of STEAM education in South Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1739-1753. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>
- UNESCO (2006). *Roteiro para a Educação Artística.* Comissão Nacional da UNESCO.