

A CONSTRUÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO: Potencialidades e Desafios na Formação de Professores

Elsa Fernandes¹, Paula Cristina Lopes² & Sónia Abreu³

¹Departamento de Matemática, Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia da UMA e Centro de Investigação em Educação - CIE-UMA, Universidade da Madeira, elsaf@staff.uma.pt

²EBS Dr. Luís Maurílio da Silva Dantas, Câmara de Lobos e Centro de Investigação em Educação - CIE-UMA, Universidade da Madeira, crislopes@staff.uma.pt

³EBS Dr. Eduardo Brazão de Castro, Funchal. sonia.abreu@staff.uma.pt

Resumo

Em tempos de mudança é importante introduzir tecnologias no processo de ensino-aprendizagem, uma vez que estas alteram a natureza do trabalho que se realiza na sala de aula. Ao fazê-lo, colocamos em interação e trazemos à discussão três componentes importantes: o conteúdo curricular, o método pedagógico adotado e a competência a nível tecnológico e, dessa forma, integramos a tecnologia a três níveis – o teórico, o pedagógico e o metodológico (Mishra & Koehler, 2006).

Apoiadas no modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) - Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) bem como nos princípios da Educação Crítica de Paulo Freire, trazemos à discussão uma prática de formação de professores que tem como foco a transformação de práticas dos professores em formação, através da inclusão de tecnologias digitais e de metodologias de trabalho nas quais o diálogo é fundamental para que o aluno/formando tenha um papel ativo e crítico na sua aprendizagem. Analisaremos a implementação de um cenário de aprendizagem que tem como foco a construção de um parque eólico, com utilização da modelação 3D, no sentido de analisar as potencialidades e desafios deste tipo de trabalho no processo de ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Diálogo, Aprendizagem, Professores em formação, Modelação 3D

THE CONSTRUCTION OF A WIND FARM:
strengths and challenges in teacher education

Abstract

In times of change, it is important to introduce technologies in the teaching-learning process, as these alter the nature of the work that is carried out in the

classroom. In doing so, we put into interaction and bring to the discussion three important components: the curricular content, the pedagogical method adopted and the competence at the technological level and, thus, we integrate technology at three levels - the theoretical, the pedagogical and the methodological (Mishra & Koehler, 2006).

Supported by the Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) model as well as the principles of Critical Education by Paulo Freire, in this communication, we will analyze a teacher training practice that focuses on transforming teacher practices in training, through the inclusion of digital technologies and work methodologies in which dialogue is essential for the teacher that learns to have an active and critical role in their learning. We will analyze the implementation of a learning scenario that focuses on the construction of a wind farm, using 3D modeling, to analyze the potential and challenges of this type of work in the teaching-learning process.

Keywords: Dialogue, Learning, Teachers training, 3D Modeling

Introdução

A pandemia da Covid-19 veio acentuar a tendência dos últimos anos relativamente à utilização de tecnologias digitais nos contextos de aprendizagem. Esta tendência acrescenta potencialidades ao processo de ensino e aprendizagem, mas tem associado novos desafios. Pois, incluir a tecnologia implica conhecer as ferramentas tecnológicas a utilizar, mas também recorrer a metodologias adequadas, centradas nos alunos, e nas quais o diálogo desempenha um papel crucial.

Neste artigo discutimos alguns aspetos importantes a ter em conta quando incluímos a tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, trazendo o modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) - Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) e os princípios da Educação Crítica de Paulo Freire como ferramentas teóricas.

Assim, propomo-nos a analisar a implementação do Cenário de Aprendizagem: “A Construção de um parque eólico” em dois contextos de formação distintos: na formação inicial de professores na Unidade Curricular Didática da Matemática II do Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário e na formação contínua de professores na oficina de formação iTEC – Tecnologias Interativas na Sala de aula: Modelação e Impressão 3D, no sentido de compreender as potencialidades e desafios deste tipo de trabalho no processo de ensino e aprendizagem para a construção de conhecimento.

A implementação do Cenário de Aprendizagem em dois contextos distintos permitiu realçar aspetos diferentes, mas importantes na formação inicial e contínua de professores.

O modelo TPACK na formação de professores

Vivemos tempos diferentes que trouxeram várias mudanças ao sistema educativo. Nos anos letivos 2019/2020 e 2020/2021 existiu a necessidade de, por mais do que uma vez, recorrer ao ensino remoto de emergência o que veio acentuar a tendência, que se tem vindo a verificar nos últimos anos, da inclusão das tecnologias digitais na prática letiva dos professores. Trazer a tecnologia para o processo de ensino e aprendizagem implica, segundo Mishra e Koehler (2006), combinar três fatores o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia. Estes autores defendem que não basta o professor dominar os conteúdos, conhecer os recursos tecnológicos e as metodologias de ensino, é necessário que tenha a capacidade de intersecar estes conhecimentos.

Segundo o modelo TPACK, para uma integração eficaz da tecnologia, o professor deve ter a capacidade de ensinar o conteúdo curricular que pretende abordar (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo - PCK), de escolher recursos tecnológicos adequados a esse conteúdo (Conhecimento Tecnológico de Conteúdo - TCK) e metodologias de trabalho promotoras de aprendizagem (Conhecimento Tecnológico Pedagógico - TPK). Da conjugação destes três conhecimentos surge então o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo – TPACK (Figura 1).

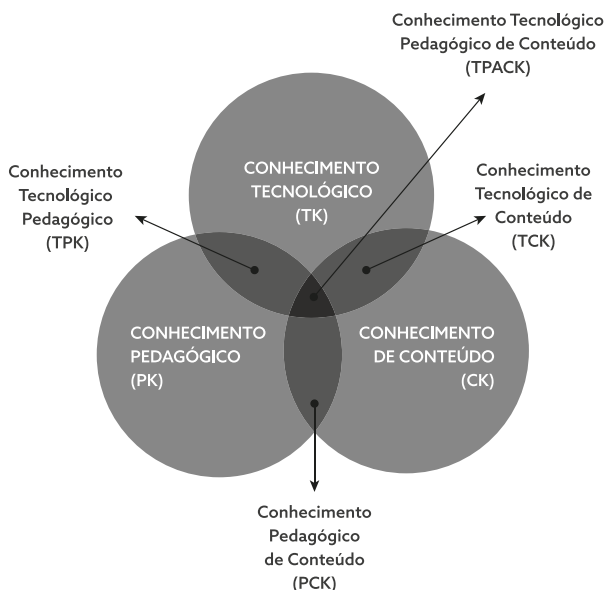


Figura 1 - Modelo TPACK (adaptado de Mishra & Koehler, 2006, p. 1025)

Para que os professores possam desenvolver competências ao nível do TPACK é fundamental que a formação de professores, inicial e contínua, planifique as suas atividades recorrendo a metodologias de trabalho e ferramentas tecnológicas que

permitam desenvolver não só a literacia digital, mas também a capacidade de tomar decisões fundamentadas quando se pretende incluir a tecnologia em contexto educativo (Coutinho, 2011).

A Educação Crítica de Paulo Freire na Prática Docente

Segundo Freire, 1996, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (p. 22). Para este autor, a educação deve ser uma tentativa constante de mudança de atitude, de criação de disposições democráticas por meio das quais se substituem hábitos de passividade por hábitos de participação e de intervenção no mundo. Assim, sugere uma educação baseada na problematização de conteúdos que devem ser ‘apresentados’ aos educandos como interessantes e desafiadores. Se tal acontecer, a *práxis* resultará de um processo constante de reflexão e ação, por parte dos educandos, sobre a sua realidade, na qual é possível ativar a conscientização a partir dos temas abordados. A ação e a reflexão são indissociáveis pois sem a dimensão da ação, perde-se a reflexão e a palavra transforma-se em verbalismo, também a ação sem a reflexão transforma-se em ativismo.

A educação problematizadora fundamenta-se na criatividade, implica atos de esclarecimento da realidade, estimula a reflexão e ação sobre a realidade e desenvolve o sentido crítico dos educandos, alimentando-lhes a vontade de fomentar e procurar uma transformação criadora do mundo e proporcionando-lhes uma postura crítica diante dos problemas que emergem no seu quotidiano. A problematização processa-se de forma dialética, assim, o diálogo deve ser a forma de conversação predominante. Segundo Freire (1985, p. 53), “o diálogo problematizador não depende do conteúdo que vai ser problematizado. Tudo pode ser problematizado”. O diálogo, segundo Freire (1965), é uma relação horizontal de A com B. Através do diálogo estabelece-se a comunicação. O papel do educador é o de proporcionar, através do diálogo educador/educando, a organização de um pensamento correto em ambos e não o de “encher o educando de conhecimento”.

Para Freire (1997), o diálogo é um fator central na vida das pessoas, faz parte da natureza humana, é através dele que nos criamos e recriamos. Para promover nos educandos uma educação problematizadora, crítica em relação ao mundo, os educadores têm que proporcionar um ambiente de diálogo, no qual se fazem perguntas e se procuram respostas a partir da interação entre as pessoas e com o mundo. Além disso, devem ser criadas ‘vistas privilegiadas’ (Alrø & Skovsmose, 2006). “As vistas privilegiadas proporcionam uma visão geral das tarefas [...] representam possíveis perspetivas nas atividades de sala de aula” (Lopes, 2016, p. 66). Elas ajudam os alunos a continuar o seu trabalho e o professor a conduzir a prática letiva. Permitem “esclarecer a ideia geral do assunto a tratar, mas estas apenas se tornam válidas se fizerem sentido para os alunos, ao ponto de eles conseguirem descrevê-las ou discutir a respeito delas” (Lopes & Fernandes, 2019, p. 177).

Refletir sobre a prática docente envolve analisar a prática, mas também a teoria que a sustenta. Freire (1996) apresenta na sua obra *Pedagogia para a Autonomia* a necessidade de refletir sobre a prática docente e de analisar e discutir os saberes fundamentais à prática educativa-crítica. Assim, reforça a necessidade de incluir estes conteúdos na organização curricular da formação de professores.

Metodologia de Investigação

A investigação apresentada neste artigo adota uma metodologia de carácter qualitativo de cunho interpretativo, atendendo ao objetivo de compreender e analisar as potencialidades e desafios da utilização da Modelação e impressão 3D no processo de ensino-aprendizagem aquando da implementação do Cenário de Aprendizagem: A construção de um parque eólico.

Ao optar-se por uma abordagem descritiva e interpretativa dos dados, atribuímos maior relevância ao processo do que ao produto, tendo a preocupação de retratar a perspetiva dos participantes (Bogdan & Biklen, 1994).

A utilização, em contexto formativo, de Cenários de Aprendizagem, pode ser uma excelente forma de fomentar a educação problematizadora, uma vez que, eles são “stories about people and their activities” (Carroll, 1999), facilitam a aprendizagem dos alunos/formandos e tende a aumentar o valor e a importância que estes dão às situações em estudo e a melhorar a sua base de argumentação, uma vez que as situações em análise são significativas para os vários intervenientes.

Os Cenários de Aprendizagem podem ser uma ferramenta (forma) criativa de planear o futuro – construindo-o, estimular o pensamento crítico e criativo e permitem sair das formas pré-estabelecidas de planeamento das ações. Eles podem estimular a mudança de hábitos de pensar o ensino e as representações sobre situações, desenvolver competências que permitam lidar melhor e de forma mais criativa com a incerteza, antecipar os efeitos e impactos das ações a curto e a longo prazo e criar contextos e práticas propícias à aprendizagem. Mas, para isso, devem ser construídos com base na ideia de *design* participativo, basear-se no contexto e nas necessidades dos alunos/formandos e decorrer de um processo dinâmico de experimentação e reflexão. Pois, “somente quando compreendem os temas de seus tempos é que os homens podem intervir na realidade em vez de serem meros espetadores. E somente desenvolvendo uma atitude permanentemente crítica é que os homens poderão superar uma postura de acomodação” (Freire, 1974, pp. 5-6).

O Cenário de Aprendizagem: “A construção de um parque eólico”, tem como propósito abordar a modelação e impressão 3D para responder ao desafio de criar uma turbina eólica, foi desenhado no âmbito do Macaronight 2020¹⁴. Este Cenário



¹⁴ Macaronight 2020 - Noite Europeia dos Investigadores da Macaronésia é uma iniciativa financiada por mecanismos do grupo Marie Curie Sklodowska/European

de Aprendizagem foi implementado na formação inicial de professores na Unidade Curricular Didática da Matemática II do Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário e na formação contínua de professores na Oficina de Formação iTEC – Tecnologias Interativas na Sala de aula: Modelação e Impressão 3D.

Embora o desafio colocado tenha sido o mesmo - criar um parque eólico, a intencionalidade da professora e das formadoras, quando o colocaram, era um pouco diferente. No caso da formação contínua de professores o foco incidia na exploração do ThinkerCad¹⁵ tendo em conta a investigação realizada acerca dos aerogeradores. Sendo os formandos de diferentes níveis e áreas disciplinares caberia a cada um descobrir como integrar os conteúdos disciplinares da sua área. Relativamente à formação inicial de professores e visto que se tratava da Unidade Curricular de Didática da Matemática, a exploração deste desafio incidiu também na descoberta da matemática inerente a esta construção.

Na formação inicial de professores

Este Cenário de Aprendizagem foi implementado, na Unidade Curricular Didática da Matemática II do Mestrado em Ensino de Matemática no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Secundário, durante quatro aulas de três horas cada. Toda a atividade desenvolveu-se no Laboratório de Aprendizagem Ativa da Universidade da Madeira, Sala Santander X - Empreende e Inova. Esta sala está equipada com diversos recursos tecnológicos, como por exemplo: impressoras 3D, painel interativo, robôs da Lego e Kits de educação STEM da *Fischertechnik* para a aprendizagem de conceitos relacionados com a Mecânica, Estática, Eletrónica, Física, Energias Renováveis, Matemática, etc. e tem um mobiliário que permite a sua reconfiguração para uma melhor adequação a diferentes metodologias.

Nesta Unidade Curricular estavam inscritas apenas três alunas o que permitiu realizar um trabalho mais individualizado.

A implementação do Cenário de Aprendizagem iniciou-se com a apresentação da ‘grande ideia’ (Fernandes, 2013) do trabalho a desenvolver – Construir um par-

Union Horizon H2020 e conta com a participação de vários parceiros da Madeira, dos Açores, de Gran Canaria, de Tenerife e de Cabo Verde, com o objetivo de divulgar a ciência, tecnologia, investigação e inovação desenvolvidas na região da Macaronésia. O cenário foi criado por Elsa Fernandes, Paula Cristina Lopes, Sónia Abreu e Sónia Martins.

¹⁵ O ThinkerCad é um software online, gratuito de modelação 3D que foi criado pela Autodesk, é direcionado para a educação e de fácil utilização por crianças e pessoas sem experiência em modelação 3D, uma vez que, tem várias formas básicas já construídas e prontas a utilizar.

que eólico e, de seguida, foi apresentado o kit da *Green Energy* da *Fischertechnik* e lançado o desafio às alunas de criarem um catavento em papel que ao ser impulsionado por uma ventoinha rodasse de tal maneira que fizesse a turbina girar e acender um led que está ligado à turbina. As alunas pesquisaram alguns modelos de cataventos, cada uma delas escolheu o modelo que queria construir. Utilizando folhas de papel colorido, construíram o seu catavento, montaram na estrutura do kit da *Green Energy* da *Fischertechnik* e, com o auxílio de uma ventoinha, testaram a eficácia das suas construções.

Posto isso, exploraram os cataventos construídos de forma a responder às seguintes questões: 1. Que conselhos podem dar a alguém que queira construir um catavento? 2. Que conhecimentos são importantes ter antes de iniciar a construção de um catavento? 3. Como foi construído o seu catavento? 4. Que matemática pode ser trabalhada com a construção do seu catavento? 5. Que aspetos são necessários ter em conta quando construírem, no ThinkerCad, o rotor (pás e cubo do rotor) do aerogerador?

Seguidamente, desenharam as pás e o cubo do rotor recorrendo ao mesmo software, imprimiram os modelos criados, testaram e analisaram os resultados obtidos. Registaram todo o trabalho realizado num relatório onde evidenciaram as aprendizagens realizadas com este desafio. Posteriormente, apresentaram e discutiram com as colegas e professoras o trabalho realizado.

Na formação contínua de professores

O Cenário de Aprendizagem foi implementado na Oficina de Formação: Modelação e Impressão 3D que é uma das cinco oficinas de formação que compuseram, no presente ano letivo (2020/2021), o projeto de formação contínua de professores iTEC - Tecnologias Interativas na Sala de Aula. Projeto resultante de uma parceria entre a Universidade da Madeira e a Direção Regional da Educação.

Este projeto tem como propósito dar a conhecer aos professores ferramentas tecnológicas e apoiá-los na criação de Cenários de Aprendizagem nos quais os alunos tenham um papel ativo e, desse modo, adquiram competências significativas para o desenvolvimento da sua literacia digital, trabalhando colaborativamente e utilizando tecnologias. Permitindo, também, a inclusão de todos os alunos na prática letiva e o desenvolvimento do perfil esperado à saída da escolaridade obrigatória. Tendo em vista estes objetivos, nas oficinas de formação, são exploradas ferramentas tecnológicas bem como é perspetivada a sua utilização em sala de aula, tendo por base metodologias de trabalho centradas no aluno. É também efetuada uma reflexão sobre como avaliar as aprendizagens decorrentes da implementação de situações de aprendizagem em contexto educativo, com recurso às ferramentas tecnológicas exploradas no âmbito da formação.

Os dados do presente estudo foram recolhidos em dois grupos distintos de formação, num total de 29 professores de 23 escolas da Região Autónoma da Madeira.

Os professores envolvidos pertenciam a diferentes níveis de ensino e áreas disciplinares. Nesta oficina foi adotada a metodologia Problem Based Learning, assim, ao longo de quatro sessões de formação de duas horas cada, os professores trabalharam colaborativamente em grupo, procurando a melhor solução para o problema que lhes tinha sido colocado. Salienta-se que, atendendo a toda a situação vivida nos anos de 2020 e 2021 foram impostas medidas de distanciamento físico que obrigaram a que as sessões síncronas ocorressem essencialmente a distância através de videoconferência na plataforma Teams.

Na primeira sessão de formação, que ocorreu online, foi lançado o desafio - Construir um parque eólico e criado um quadro branco no Conceptboard¹⁶ para que os professores pudessem, colaborativamente, refletir e responder as duas questões: como e o porquê construir um parque eólico.

Os professores apresentaram argumentos que justificavam a abordagem deste tema e algumas ideias de como construir um parque eólico. Seguidamente, foram desafiados a refletir sobre as áreas disciplinares que poderiam contribuir para a construção deste Cenário de Aprendizagem.

Após a discussão inicial, foram formados grupos interdisciplinares de 3 a 4 elementos e criados canais, na equipa de formação existente na plataforma Teams, de modo a permitir que os professores pudessem dialogar e decidir como iriam criar as pás do aerogerador e o rotor. De acordo com as características de cada grupo eles investigaram e desenharam, utilizando o software *TinkerCad*, as pás do aerogerador e o cubo do rotor.

Por consideramos que não faria sentido dinamizar uma formação sobre a modelação e impressão 3D sem que os formandos tivessem a oportunidade de contactar com as impressoras 3D, foram efetuadas reuniões, no Laboratório de Aprendizagem Ativa - Sala Santander X - Empreende e Inova, da Universidade da Madeira, com cada um dos grupos de trabalho separadamente, de modo a garantir as medidas de segurança recomendadas pela DGS, para que estes tivessem oportunidade de contactar com o software das impressoras 3D, imprimir o rotor (pás e cubo do rotor) do aerogerador por si construído e testá-lo.

Na última sessão, que ocorreu online, os vários grupos de trabalho apresentaram o rotor por si construído e justificaram a razão das suas escolhas nesta construção. Além disso, refletiram acerca do processo de construção e a importância que este Cenário de Aprendizagem pode ter nas aprendizagens dos alunos.

Como trabalho final da oficina de formação, os professores foram desafiados a criar um Cenário de Aprendizagem, para implementar com os seus alunos, em que a modelação e impressão 3D fossem ferramentas para a aprendizagem.



¹⁶ O **Conceptboard** é uma plataforma online gratuita que permite criar quadros virtuais de uma forma colaborativa e em tempo real. Neles, diversas pessoas podem discutir a respeito de um assunto, enriquecendo-o com ficheiros em PDF, imagens, documentos, links, comentários, entre outros.

A construção dos cataventos na formação inicial de professores

As alunas da Unidade Curricular da Didática da Matemática II aceitaram o desafio de construir um catavento em papel à escolha e criaram cataventos coloridos e robustos. Contudo nem tudo correu, na prática, como imaginavam teoricamente.

A certa altura, quando uma das alunas estava a experimentar o seu catavento verificou que este estava a girar com uma ótima velocidade, mas tinha um problema, não estava a produzir energia de forma a acender a luz verde.

A professora e a investigadora dialogaram com a aluna P de forma a criar uma vista privilegiada sobre este assunto na tentativa de a ajudar a esclarecer o que estava a acontecer, sugerindo-lhe que verificasse em que sentido estava a girar e seu catavento e testasse o que aconteceria se ele rodasse no sentido inverso. Esta vista privilegiada fez sentido para a aluna, uma vez que, ela conseguiu detetar o problema. A aluna verificou que a sua “turbina estava a girar no sentido anti-horário, por isso, não estava a produzir energia para acender a luz verde, pois para produzir energia a turbina tem de girar no sentido dos ponteiros do relógio, ou seja, sentido horário” (P).

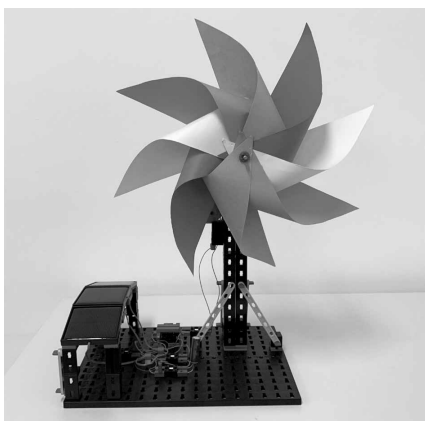


Figura 2 - Catavento construído pela aluna P

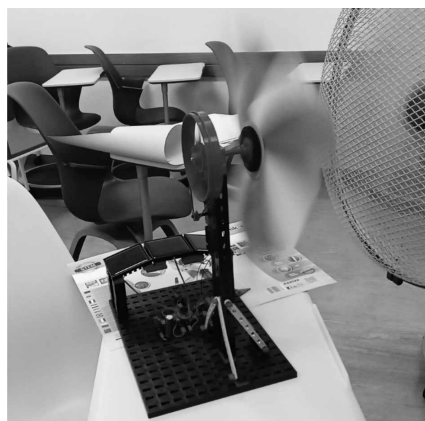


Figura 3 - Catavento após as alterações realizadas pela aluna P

Posto isto, a aluna com o apoio da professora e da investigadora alterou a estrutura do kit da *Green Energy* da *Fischertechnik* (alterando a posição das roldanas e do gerador às quais estas estavam ligadas) permitindo que o catavento ao girar no sentido anti-horário acendesse a luz led.

Aproximando-se da aluna S a professora e a investigadora questionaram sobre o que estava a acontecer com o catavento ao que a aluna respondeu que estivera a analisar a situação e detetou que o seu modelo (Figura 4) inicial “não permitia a

circulação do ar, e deste modo gerar pressão nos triângulos de modo que estes iniciassem a sua rotação” (S). Então procurou encontrar uma solução para o catavento construído (Figura 5). No entanto, chegou à conclusão que “a minha tentativa de retirar os triângulos retângulos, opostos aos triângulos isósceles, não foi suficiente para que conseguisse a movimentação do catavento” (S).

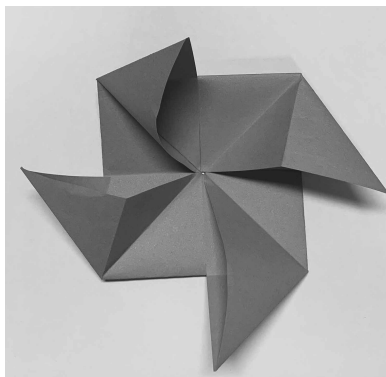


Figura 4 - Catavento inicialmente construído pela aluna S.

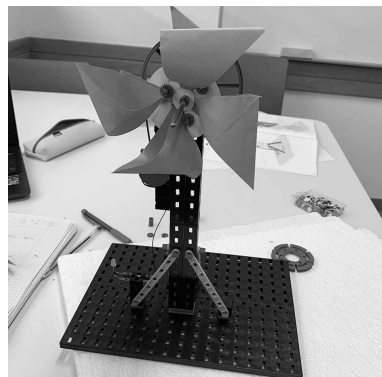


Figura 5 - Catavento alterado pela aluna S.

Ao que a aluna decidiu construir um novo modelo de catavento tendo em atenção a importância da circulação do ar na construção.

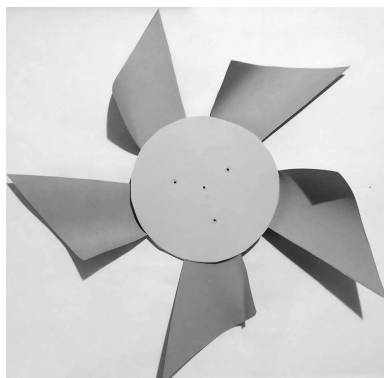


Figura 6 - Catavento final construído pela aluna S.

Quando a professora e a investigadora questionaram a aluna sobre esta nova construção, esta explicou que:

Nesta construção, procurei construir 5 triângulos isósceles, com dois lados do triângulo iguais, 7 cm, e base de 10 cm, todos eles congruentes.

Entretanto, construí um círculo de diâmetro 10 cm, que suportaria os triângulos isósceles, e a partir do centro da circunferência, procurei construir um triângulo equilátero de 3 cm, que corresponderia aos 3 orifícios para conseguir colocar o catavento na estrutura.

As colocações dos 5 triângulos isósceles foram dispostas de modo que os triângulos, dois a dois, formassem uma reta passando pelo centro da circunferência.

Procurei que na parte superior do triângulo formasse uma curvatura e na parte inferior formasse uma reta, tal como acontece com as pás eólicas (S).

Durante todo este processo de construção e experimentação do catavento o diálogo teve um papel muito importante, tal como vimos pelo relato anterior a professora e a investigadora foram questionando de forma a incentivar as alunas a analisarem criticamente as suas escolhas.

Foi nesta ação dialógica entre a investigação, ação e a reflexão sobre a ação que as alunas foram construindo o conhecimento acerca dos aspetos que são necessários ter em conta para a construção de um catavento, mas também dos conteúdos matemáticos que estão associados a essa construção.

As alunas trouxeram para a construção do rotor, no *TinkerCad*, os conhecimentos que adquiriam na construção do catavento, tais como qual o número de pás para ter o melhor desempenho, a inclinação que estas deveriam ter para rodar no sentido desejado, o comprimento e a robustez, etc., tendo assim revelado adquirir conhecimento de conteúdo e também conhecimento tecnológico logo conhecimento tecnológico de conteúdo.

A construção dos rotores na formação contínua de professores

A criação de grupos de trabalho interdisciplinares foi uma mais-valia para o processo de construção dos rotores e também para a identificação do contributo das diversas áreas disciplinares para a implementação do Cenário de Aprendizagem. Contudo, a criação dos rotores foi distinta nos vários grupos.

No grupo de trabalho em que nenhum dos professores tinha experiência em modelação 3D, tiveram necessidade de aprender a modelar e dessa forma colocaram o foco inicial no processo de modelação e só depois na eficácia do rotor. Tal como a M referiu no relatório final da formação “a nossa dificuldade inicial foi perceber e dominar o software de criação de objetos 3D – *TinkerCad*. Depois de ultrapassada esta fase, fizemos uma pesquisa sobre o número de pás, o seu comprimento e inclinação.” Contudo, por ser a primeira utilização da impressora 3D o

resultado da impressão não foi o desejado, como podemos verificar pelo seguinte diálogo:

F: A peça ficou fininha e asas eram fininhas e dava a sensação de ter mais espessura. Senti a mesma dificuldade que os colegas falaram à pouco. Achava que bastava ter uma base e a impressora começava a imprimir. E a partir daí tudo era impresso mais facilmente. Achei esse um dos problemas também. É importante imprimir para ter essa ideia. O desprender as asas da base também não é muito fácil porque elas são fininhas. Portanto se tivéssemos feito uma peça um pouco mais robusta talvez fosse mais simples.

I: Mas nós também não tínhamos ideia, usamos a base da asa do avião e não tínhamos mesmo ideia da espessura que ela iria ter.

....

Formadora C: Agora se tivéssemos mais tempo poderíamos pedir-vos para voltarem a desenhar e imprimir as pás. Com isto que já aprenderam com certeza iriam conseguir criar outras que fossem ainda mais eficazes para a situação.

M: Sim se calhar por as pás com mais inclinação. Um pouco maiores e com mais inclinação.

....

F: Nós tentamos por, mas acabou por ser pouco.

I: Acho que foi pouquinho...

Formadora S: Se olharem ela tem uma ligeira inclinação.

M: Tem, tem.

Criar e imprimir um objeto 3D implica ter alguns conhecimentos sobre como funciona o software de modelação 3D, como criar e modificar os objetos, como utilizar uma impressora 3D, que aspetos são necessários ter em conta para que o objeto seja suficientemente robusto para não partir, tais como: a espessura das camadas, o preenchimento, a velocidade de impressão, etc. Contudo, é na prática e através da experimentação que se modificam e ampliam esses conhecimentos (Freire, 1996).

No grupo de trabalho em que existia um professor com algum conhecimento sobre o software de modelação 3D a discussão e criação do rotor foi mais eficaz pois, no grupo, conseguiram trazer o conhecimento tecnológico de um dos elementos para a construção do rotor.

Na plataforma Teams, observamos o seguinte diálogo entre os professores:

M: ... não é preciso colocar as três pás, basta uma para imprimir as outras. Em relação ao orifício da peça do meio ... é melhor criar um cilindro para tapar o buraco e depois fazer o orifício de 4 mm de diâmetro.

Mas temos de ter atenção pois a estrutura mede 38 cm e estas pás medem, aproximadamente, 14 cm. Logo temos de ver se dá para a estrutura, ou se temos de fazer uma proporcionalidade.

J: De qualquer forma fica aqui a imagem dos 4 elementos.

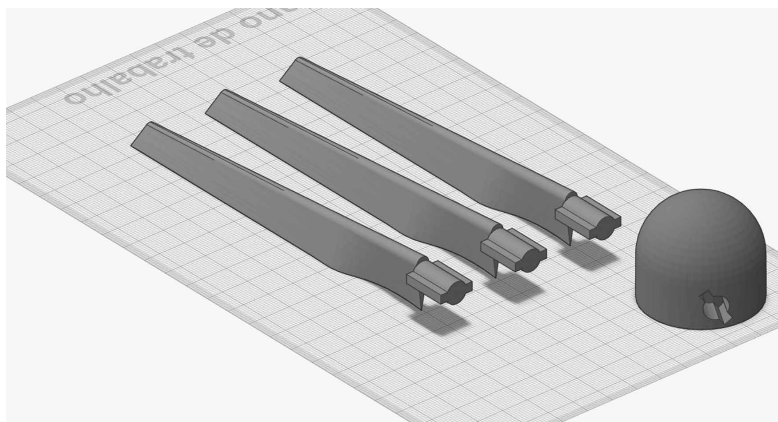


Figura 7 – Pás e rotor construído pelo grupo de trabalho.

Relativamente à proporção, Não me parece desproporcional, fiz um desenho para termos melhor a noção desta proporção. O único elemento que me parece desproporcional é a peça que faz a união das pás... Acho que poderíamos reduzir um pouco o tamanho da mesma. O que acham?

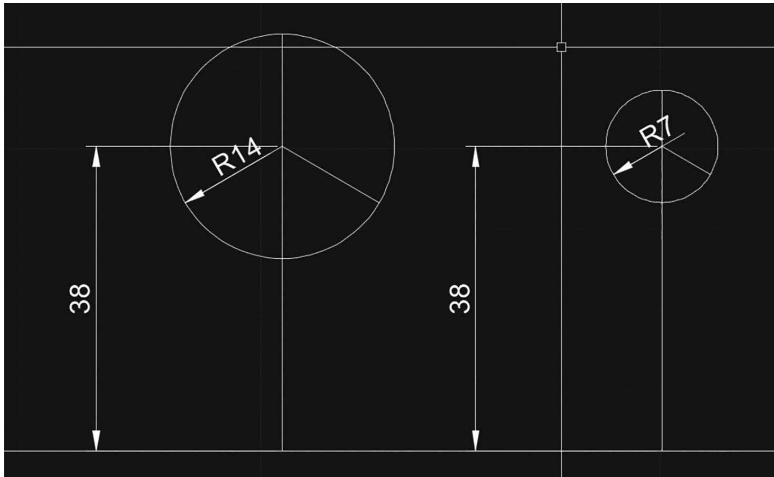


Figura 8 - Esquema criado pelo J.

R: Pois, se calhar é boa ideia reduzir o tamanho da peça que faz a união, não há necessidade de ser tão grande! Entre pás de 14 cm e de 7 cm, se houver necessidade podemos apontar para um valor intermédio, à volta dos 10 cm, acho que funcionará perfeitamente!

M: Concordo J. Ficaria melhor.

No dia seguinte, o diálogo continua:

J: Bom dia, tal como sugerido procedi a uma redução do tamanho das pás (aprox. 10cm). Alterei também o tamanho da peça de união. Para tal tive de fazer umas uniões e subtrações com outras formas, tal como podem ver nas imagens. Depois digam o que acham. Obrigado.

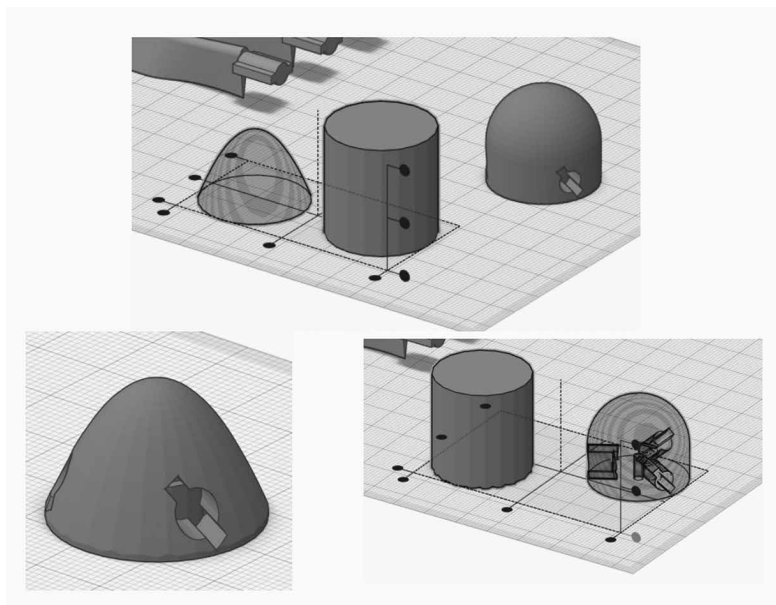


Figura 9 - Alterações ao rotor realizadas pelo J.

R: Boa J para além da excelente execução, fica também uma boa explicação pois dá para perceber perfeitamente como fizeste para chegar à peça final. União e subtração.

....

Neste grupo de trabalho os professores conseguiram articular o conhecimento tecnológico quando procuraram compreender como funcionava o software para criarem as pás e o rotor do aerogerador com o conhecimento do conteúdo para determinarem que tipo de pás construir, que formato escolher, qual o seu tamanho, etc.

No grupo de trabalho em que existia um professor com conhecimento de algum tipo de software de modelação 3D e um professor com conhecimento do conteúdo em estudo (funcionamento de turbinas eólicas) a discussão e criação do rotor foi a mais eficaz pois, no grupo, conseguiram aliar o conhecimento tecnológico com o conhecimento de conteúdo o que facilitou bastante a construção de um rotor eficaz.

Os Cenários de Aprendizagem apresentados pelos formandos no final da oficina de formação foram bastante diversificados tanto pelo tipo de atividades criadas como pela pertinência da impressora 3D como ferramenta para a aprendizagem.

Os professores que tiveram mais facilidade na aprendizagem da parte tecnológica (impressora 3D) conseguiram criar Cenários de Aprendizagem, para os seus alunos, nos quais o foco estava nos conhecimentos de conteúdos específicos que emergiam da criação do objeto 3D e não na própria criação do objeto.

Considerações Gerais

Utilizando, em ambos os contextos, uma educação problematizadora, a implementação do Cenário de Aprendizagem foi uma praxis onde ocorreram acontecimentos que envolveram: 1) *investigar* - os conceitos inerentes à construção de um parque eólico; 2) *interagir* - através do diálogo e troca de ideias e conhecimentos; 3) *negociar* - qual seria o modelo que teria melhor desempenho; 4) *criar* - recorrendo ao *TinkerCad* criaram colaborativamente o modelo; 5) *desenvolver* - pela troca de ideias aprimoraram os modelos; e 6) *apresentar* - aos colegas as suas decisões ao longo do processo e as conclusões a que chegaram.

O design para a aprendizagem requer que se considerem os espaços de aprendizagem, os recursos e as metodologias tendo como figuras centrais as pessoas. A 'grande ideia' que aqui foi trazida - Criar um parque eólico, motivou o envolvimento na prática e uma intencionalidade de aprender não só como utilizar o software de modelação e a impressora 3D mas também os conhecimentos relacionados com os parques eólicos. A metodologia adotada permitiu a ação e a reflexão sobre a ação e o facto de vivenciarem esta experiência permitiu-lhes imaginar como criar situações que poderiam ser implementadas com os seus alunos e assim desenvolveram conhecimento tecnológico pedagógico de conteúdo.

Referências Bibliográficas

- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2006). *Diálogo e Aprendizagem em Educação Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica.
- Bogdan, R. & Biklen, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Carroll, J. M. (1999). Five Reasons for Scenario-Based Design. In *Proceedings 32nd Hawaii Int. Conf. On System Sciences*. Hawaii.
- Coutinho, C. P. (2011). TPACK: Em busca de um referencial de professores em Tecnologia Educativa. *Revista Paidéi@ UNIMES VIRTUAL*, V. 2, n. 4, Jul. 2011. ISSN 1982-6109.
- Fernandes, E. (Ed.) (2013). *Aprender Matemática e Informática com Robots*. Funchal: Universidade da Madeira. E-book. Disponível em: www.cee.uma.pt/droide2/ebook/index.html.
- Freire, P. (1965). *Educação e liberdade*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1974). *Education for Critical Consciousness*. Nova Iorque: Continuum - Crossroad Publishing Company.
- Freire, P. (1985). *Extensão ou Comunicação?*. (8.ª ed.). Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática docente*. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Freire, P. (1997). *A la sombra de este árbol*. Barcelona: Hipatia Editorial.
- Lopes, P. C. & Fernandes, E. (2020). Robots para a construção de significados estatísticos e para a reconstrução de *foregrounds*. In C. Duarte; N. Cristovão (Orgs). *Educação, Artes e Cultura - Discursos e Práticas* (pp. 173-187). Funchal: Centro de Investigação em Educação - CIE – Universidade da Madeira.
- Lopes, P. C. (2016). *Aprender Matemática com Recurso a Tecnologias: Robots na sala de aula*. PhD Thesis. Universidade da Madeira.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), pp. 1017-1054.
- Pedro, A., Piedade, J. & Matos, J. F. (2019) Práticas na formação inicial de professores de informática com cenários de aprendizagem. In *Práticas na Docência da Pós-Graduação: tecnologias e significâncias*. São Luiz, Brazil: EDUFMA - Universidade Federal do Maranhão. Consciência Crítica e Marketing Social