

**ENSINAR, APRENDER E DIVULGAR CIÊNCIA: DO CLUBE DE CIÊNCIAS
EXPERIMENTAIS À CRIAÇÃO DE UM CENTRO DE RECURSOS**

TEACH, LEARN AND SCIENCE DIVULGATION: FROM THE EXPERIMENTAL SCIENCES CLUB TO THE
CREATION OF A RESOURCE CENTER

ENSEÑAR, APRENDER Y DIVULGAR LA CIENCIA: DEL CLUB DE CIENCIAS EXPERIMENTALES A LA
CREACIÓN DE UN CENTRO DE RECURSOS

José Jorge Teixeira¹, Lígia Teixeira¹ & Armando A. Soares²

¹Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, Portugal

²Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal

jjsteixeira@gmail.com

RESUMO | O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) nasceu em 2006 para aproximar a ciência aprendida na escola da comunidade e melhorar os conhecimentos/competências experimentais dos alunos. A partir das parcerias estabelecidas e dos prémios obtidos com o CEEC criou-se, em 2019, um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) que tem por finalidades promover a integração, a flexibilização curricular, o acesso a recursos experimentais, etc. Este trabalho tem como principais objetivos fazer uma revisão da metodologia e das atividades implementadas no CEEC, divulgar e partilhar as atividades promovidas pelo CRALM e apresentar o impacto que o CRALM e o CEEC têm na comunidade e na aprendizagem dos alunos. Os resultados mostram que os alunos participantes do CEEC e do CRALM melhoraram os resultados académicos e que as atividades implementadas na comunidade são motivadoras, contribuem para a aprendizagem de quem as realiza e têm tido destaque nos *media* nacionais/locais.

PALAVRAS-CHAVE: Educação CTEM, Comunidade, Projetos, Ensino não formal, Metodologia.

ABSTRACT | The Experimental Science Teaching Club (ESTC) was born in 2006 to bring science learned in the school closer to the community and to improve students' experimental knowledge/skills. From the established partnerships and the awards obtained with the ESTC, a Resource Center of Mobile Laboratory Activities (RCMLA) was created in 2019, which aims to promote integration, curricular flexibility, access to experimental resources, among others. The main objectives of this work are to review the methodology and activities implemented at ESTC, disseminate and share the activities promoted by RCMLA and to show the impact that RCMLA and the ESTC have in the community and student learning. The results show that the students participating in the ESTC and RCMLA improved academic results and that the activities implemented in the community are motivating, contribute to the learning of those who perform them and have been highlighted in the national/local media.

KEYWORDS: STEM Education, Community, Student Projects, Nonformal Education, Methodology.

RESUMEN | El Club de la Enseñanza Experimental de las Ciencias (CEEC) nació en 2006 para acercar las ciencias aprendidas en la escuela a la comunidad y mejorar los conocimientos/habilidades experimentales de los estudiantes. A partir del CEEC, se creó un Centro de Recursos de Actividades de Laboratorio Móviles en 2019 (CRALM) con el propósito de promover la integración, la flexibilidad curricular, el acceso a recursos experimentales, entre otros. Este trabajo tiene como objetivos revisar la metodología y las actividades implementadas en el CEEC, difundir y compartir las actividades promovidas por el CRALM y presentar el impacto que ambos tienen en la comunidad y en el aprendizaje de los estudiantes. Los resultados muestran que los estudiantes que participan en el CEEC y el CRALM han mejorado los resultados académicos y que las actividades implementadas en la comunidad son motivadoras, contribuyen para el aprendizaje y han tenido destaque en los medios de comunicación nacionales/locales.

PALABRAS CLAVE: Educación CTEM, Comunidad, Proyectos, Educación no formal, Metodología.

1. INTRODUÇÃO

O Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) nasceu, em 2006, na Escola Secundária Fernão de Magalhães em Chaves, num contexto em que o ensino das ciências estava centrado nos conteúdos, na realização de testes de avaliação e nos exames nacionais. Simultaneamente, o ensino não formal era pouco valorizado, a ligação dos conteúdos ao mundo real dos alunos era quase inexistente e raramente o processo de ensino-aprendizagem era realizado fora da sala de aula. Infelizmente, a partir da nossa experiência, a nível local e da participação em várias conferências sobre educação, a nível nacional, este contexto não sofreu alterações significativas no ensino secundário.

O CEEC foi criado, no ensino secundário, com as finalidades de aproximar a ciência aprendida na escola da comunidade e dar resposta a um número significativo de alunos que manifestou interesse em aprofundar conhecimentos experimentais, relacionados com os conteúdos do ensino formal e com os problemas locais/nacionais/mundiais (Teixeira & Soares, 2010, 2015a; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b). O CEEC funciona semanalmente durante o período das atividades letivas e em algumas interrupções letivas, de acordo com o interesse dos alunos e a cronologia das atividades. As atividades e projetos desenvolvem-se em ambiente não formal em articulação com o ensino formal. O CEEC utiliza uma metodologia centrada nos alunos, é facultativo, interdisciplinar, transversal, aberto à comunidade e às iniciativas dos alunos e/ou professores, articula conteúdos e atividades desde o pré-escolar ao 12.º ano, desenvolve projetos com universidades portuguesas (por exemplo, existe uma parceria com mais de uma década com o Departamento de Física da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro) e participa em olimpíadas, prémios e iniciativas relacionadas com a ciência. A maioria das atividades/projetos desenvolvidos têm baixo custo (~0,01 euros/aluno/hora). O trabalho desenvolvido permitiu a obtenção de 20 prémios nacionais/internacionais atribuídos a alunos e professores, destacando-se o Global Teacher Prize Portugal 2018, o CASIO Innovative STEM Teacher 2019 e o prémio Visibilidade 2019, na II Gala do Empreendedorismo e das Empresas do Alto Tâmega (Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).

A partir da experiência adquirida, das parcerias estabelecidas e dos prémios obtidos com o CEEC criou-se, em 2019, um Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM), na Escola Secundária Dr. Júlio Martins, em Chaves, ao qual se associaram os alunos do CEEC para criar kits de ciências e realizar voluntariado ligado à ciência. O CRALM está a ser utilizado para realizar eventos na comunidade relacionados com CTEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), levar a componente prática da ciência às escolas remotas da região, promover a integração, desenvolver projetos com impacto na comunidade, promover a literacia científica desde o pré-escolar aos seniores, apoiar o ensino à distância, incentivar o ensino das ciências pelos professores de Educação Especial, investir em material das áreas da ciência e da tecnologia, em que as escolas da região são carentes, etc. (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b). Salienta-se que a Inspeção-Geral da Educação e Ciência, no relatório Gestão do Currículo: Ensino Experimental das Ciências, reconheceu o CRALM como um dos aspetos mais positivos do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins (IGEC, 2019).

Assim, este trabalho tem como principais objetivos fazer uma revisão da metodologia e das atividades implementadas no CEEC, divulgar e partilhar as atividades promovidas pelo CRALM, referir as parcerias estabelecidas, mostrar o impacto que o CRALM e o CEEC têm na

comunidade e na aprendizagem dos alunos e apresentar a solução encontrada para os alunos continuarem a desenvolver atividades durante o confinamento, devido à Covid-19.

2. FUNDAMENTAÇÃO E CONTEXTO

É fundamental que os alunos como futuros cidadãos desenvolvam ao máximo as suas competências de forma a participarem ativamente na vida pública (científica, política, económica, social, cultural e ambiental) (Teixeira, 2020). Gago et al. (2005) apelam, num relatório da Comissão Europeia, à articulação das ciências, da tecnologia, da engenharia e da matemática nas aulas. Também referem que a ciência da escola está separada do quotidiano e que é necessária mais experiência prática, especialmente nos ensinamentos básico e secundário, que devem ser projetados para atender às necessidades e interesses dos jovens. A articulação dos domínios das ciências, da engenharia, da tecnologia e da matemática (CTEM) tem a potencialidade de aludir à curiosidade natural do aluno, de como as coisas funcionam e a raciocínios que se direcionam para a resolução de problemas próximos de contextos do mundo real (Crippen & Antonenko, 2018; Moore et al., 2015). Rennie (2015) defende que um currículo de ciências deve providenciar um balanço entre um conhecimento disciplinar e um conhecimento integrado, estabelecidos em problemas locais, criteriosamente escolhidos de modo a poderem ser aplicados em problemas mais globais. A investigação em educação tem mostrado que a perspetiva integradora CTEM tem potencialidades para a aprendizagem de conceitos científicos, a motivação dos alunos e o desenvolvimento de várias competências como a criatividade, a resolução de problemas e o pensamento crítico (Rahm & Moore, 2015).

Deste modo, a literatura publicada mostra que as finalidades que conduziram à fundação do CEEC (realizar projetos com articulação de ciência, tecnologia, engenharia, matemática e até arte, ligar a ciência ao quotidiano e à comunidade e aprofundar conhecimentos experimentais relacionados com os conteúdos do ensino formal, de acordo com os interesses dos alunos e com os problemas locais), apesar de inovadoras em 2006 ainda se mantêm atualmente. Tendo em conta a fundamentação descrita e o contexto do ensino das ciências e das tecnologias, criou-se um espaço de ensino não formal nos laboratórios das Escolas Secundárias Fernão de Magalhães, em 2006, e Dr. Júlio Martins, em 2017, onde o ensino e a aprendizagem estão focados nas ideias e interesses dos alunos e na comunidade. O espaço está aberto a todos os alunos de ciências do ensino secundário e tem carácter facultativo, cabendo ao professor o papel de supervisor e de dinamizador desse espaço (Teixeira & Soares, 2010, 2015; Teixeira, Soares, & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b). As parcerias estabelecidas e as atividades e projetos realizados levaram à criação do CRALM em 2019, que conta com um espaço físico próprio (Figura 1).

O CRALM tem como parceiros a CASIO, a Câmara Municipal de Chaves, as Mentas Empreendedoras, o AKI, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, a Einhell, a Consurema, a Robert Mauser Lda. e o E.Leclerc.



Figura 1 Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis (CRALM) com alguns kits e pôsteres de projetos apresentados em encontros de ciência nacionais/internacionais.

3. DESCRIÇÃO DA PRÁTICA EDUCATIVA E SUA IMPLEMENTAÇÃO

Para articular conhecimentos de várias áreas do saber, ligar a ciência ao quotidiano dos alunos e à comunidade e aprofundar conhecimentos experimentais relacionados com os conteúdos do ensino formal de acordo com os interesses dos alunos utiliza-se, no CEEC, uma metodologia/abordagem baseada nos seguintes tópicos (Teixeira, Soares & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b):

- debate de ideias, dentro e/ou fora da sala de aula, moderado pelo professor;
- escolha de trabalhos práticos, pelos alunos, com o objetivo de manter o seu interesse pelas atividades e de promover a criatividade e a exploração de ideias;
- trabalhos práticos, propostos pelo professor, com o objetivo de orientar e fornecer os conhecimentos necessários à concretização dos trabalhos escolhidos pelos alunos;
- desenvolvimento dos projetos em ambiente não formal;
- realização de ciclos de palestras com a participação de investigadores do ensino superior;
- articulação dos projetos com o ensino formal/currículo;
- apoio individualizado aos alunos que não estejam a atingir os objetivos propostos;
- obtenção de produtos finais e apresentação dos produtos (protótipos e kits) à comunidade com humor científico.

O espaço de experimentação é realizado num dos laboratórios da escola e/ou, mais recentemente, nas instalações do CRALM. As palestras incidem sobre os temas dos projetos a desenvolver e são proferidas por professores e investigadores do ensino superior, que visitam a escola com alguma regularidade. A apresentação dos produtos é efetuada através da realização de laboratórios abertos para a comunidade, apresentações informais, no CRALM, para professores que pretendam utilizar esses produtos com os seus alunos, eventos nacionais e regionais de educação ou em apresentações públicas de determinados projetos.

A Figura 2 ilustra o modelo de atuação utilizado no CEEC, cujo tripé de sustentação assenta no espaço de experimentação e debate de ideias, nos ciclos de palestras e nos produtos finais (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).



Figura 2 Modelo de atuação utilizado no CEEC.

A metodologia utilizada no CEEC e a diversificação das atividades de modo a satisfazer a curiosidade, as necessidades, os interesses e as expectativas dos alunos são fatores que contribuem para o sucesso do clube e para a renovação constante de alunos (Teixeira, Soares & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2018). Desde a sua criação participaram regularmente cerca de 400 alunos do ensino secundário (55% raparigas e 45% rapazes), onde cada aluno se mantém ligado ao CEEC entre um e três anos. Os produtos finais obtidos são, posteriormente, utilizados por outros alunos e professores, desde a educação pré-escolar até ao 12.º ano, em contexto de sala de aula e em eventos realizados na comunidade.

3.1 Projetos e atividades desenvolvidas no CEEC

Nas subsecções seguintes são apresentados alguns exemplos dos mais de 40 projetos e atividades desenvolvidos no CEEC, em várias áreas da ciência (Física, Química, Biologia, Matemática e Informática), alguns dos quais premiados.

3.1.1 Projeto Radiação e Ambiente

Este projeto envolveu alunos, professores, comunidade educativa e a comunidade local em atividades relacionadas com a problemática da radiação ionizante. Neste projeto foram desenvolvidas seis atividades laboratoriais relacionadas com a radioatividade, culminando o projeto com o despiste e monitorização da existência de gás radão, através da colocação de detetores de radão em vários imóveis. Pelo trabalho desenvolvido os alunos obtiveram o 1.º prémio no concurso nacional do Projeto Radiação Ambiente, em 2011 (Figura 3) (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018).

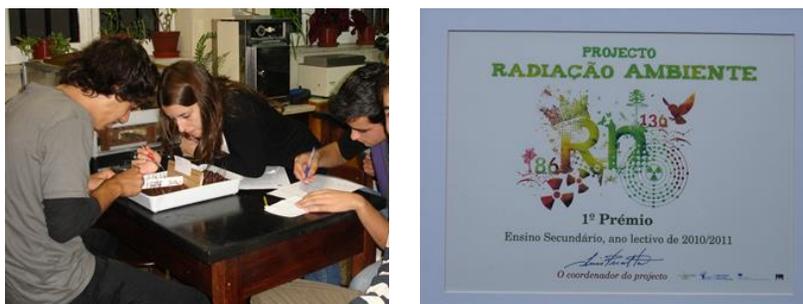


Figura 3 Alunos a realizarem o tratamento de dados da atividade “germinação de sementes irradiadas” e certificado da obtenção do 1.º prémio do concurso.

3.1.2 Efeito Ondulatório no Movimento de um Conjunto de Pêndulos

Este projeto nasceu da ideia de um aluno em estudar o movimento periódico de um conjunto de pêndulos simples, com diferentes comprimentos, depois de ter observado um vídeo na internet (<http://www.youtube.com/watch?v=yVkdJ9PkRQ>), com o referido movimento. Um grupo de alunos construiu um dispositivo experimental semelhante ao observado no vídeo e foi desenvolvido um modelo matemático com o software *Modellus*, capaz de simular o movimento ondulatório descrito pelo conjunto dos pêndulos permitindo, assim, um melhor entendimento da física envolvida (Figura 4). Este projeto envolveu teoria, experimentação e computação que constituem as bases da construção do conhecimento atual. O projeto incorpora todas as vertentes de educação CTEM. Com este projeto os alunos obtiveram uma Menção Honrosa no 21º Concurso Jovens Cientistas e Investigadores, em 2013 (Teixeira, Soares & Caramelo 2013; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a, 2019b).

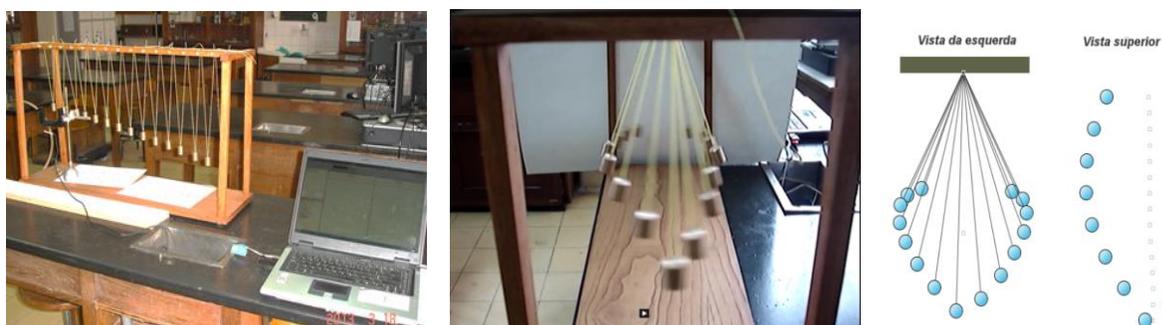


Figura 4 Fotos do instrumento durante o processo de calibração, uma imagem obtida de um vídeo do autor e duas figuras da simulação computacional com o *Modellus*.

3.1.3 Museu de História Natural, de Ciências e Tecnologias

A Escola Secundária Fernão de Magalhães, em Chaves, com 117 anos, possui no laboratório de física um acervo de instrumentos antigos que podem ser explorados no ensino não formal. Este projeto teve como objetivo a recuperação desses instrumentos e a elaboração de uma ficha descritiva por instrumento onde consta, por exemplo, a descrição/funcionamento e a referência em manuais, faturas e catálogos antigos. Os instrumentos depois de recuperados foram, posteriormente, utilizados no dia do laboratório aberto e em atividades do projeto Física e Química para os + Pequenos, destinado à educação pré-escolar e ao 1.º ciclo do ensino básico. Estes instrumentos foram, para alguns alunos, um fator motivacional para a aprendizagem da física e constituem um espólio importante da memória da escola. Com as fichas descritivas construiu-se um museu virtual (<https://museu.aefm.pt/>) (Figura 5). O projeto foi apresentado no 26º Encontro Ibérico para o Ensino de Física e ganhou o prémio de melhor comunicação em forma de poster (Teixeira, Teixeira & Soares, 2016a, 2018).

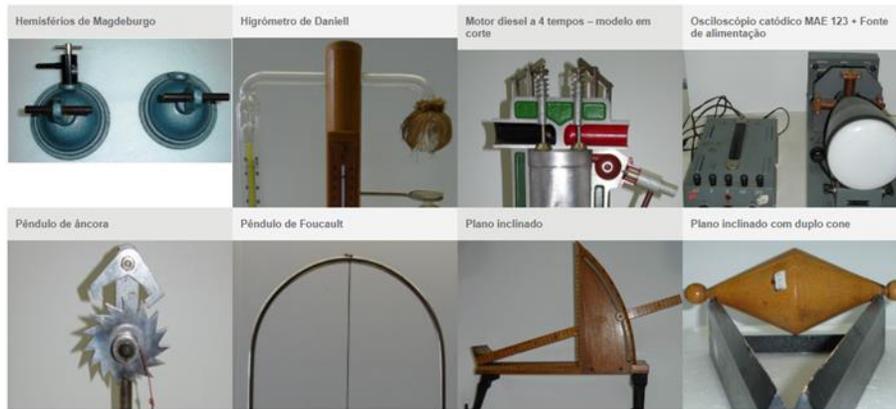


Figura 5 Página da Escola Secundária Fernão de Magalhães sobre o Museu Virtual de História Natural, de Ciências e Tecnologias.

3.1.4 Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA)

O projeto Sistema de Abrigo e Rega Autónoma (SARA) nasceu em 2017 quando a Europa sofreu uma seca severa (Figura 6). O assunto foi debatido no CEEC e levou os alunos a desenvolverem um projeto para economizar água na rega, de plantas e árvores, e que aproveitasse a água da humidade do ar (chuva, orvalho e vapor). O sistema é autossuficiente, ecológico e energeticamente autónomo. O protótipo é constituído por um sistema de caixas que permitem o desenvolvimento de plantas e árvores em zonas de seca extrema. A água é retirada da humidade do meio ambiente por condensação. O sistema de condensação é constituído por uma Pastilha Termoelétrica Peltier e sucata de computadores, sendo alimentado por um painel fotovoltaico. O condensador é silencioso e produz até 250 mL de água por dia, em testes realizados na cidade de Chaves (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019a, 2019b). Foi apresentado em 2019 nos Estados Unidos, na Minnesota Schoolyard Gardens Conference e obteve um Diploma de Mérito no Prémio Fundação Ilídio Pinho, Ciência na Escola, em 2018.



Figura 6 Construção dos instrumentos do SARA e apresentação pública do projeto.

3.1.5 Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica

O projeto Evitar os Incêndios em Portugal: Uma Contribuição Pedagógica nasceu no contexto do incêndio florestal em Pedrogão Grande e do desafio de aproximar as atividades do CEEC de outros níveis de ensino. O CEEC esteve envolvido na preparação e organização de 10 atividades laboratoriais (Figura 7). A partir destas atividades foi elaborado um guião, original e

validado, destinado aos professores. As atividades que constam do guião foram aplicadas com sucesso em nove grupos da educação pré-escolar e 16 turmas do 1.º ciclo do ensino básico. Elaborou-se, ainda, um calendário onde se conciliou ciência com arte e cuja venda contribuiu para reflorestar 9000 m² de terreno. Com este projeto obteve-se uma Menção Honrosa no Prémio Fundação Ilídio Pinho, Ciência na Escola, 2019 (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019b).

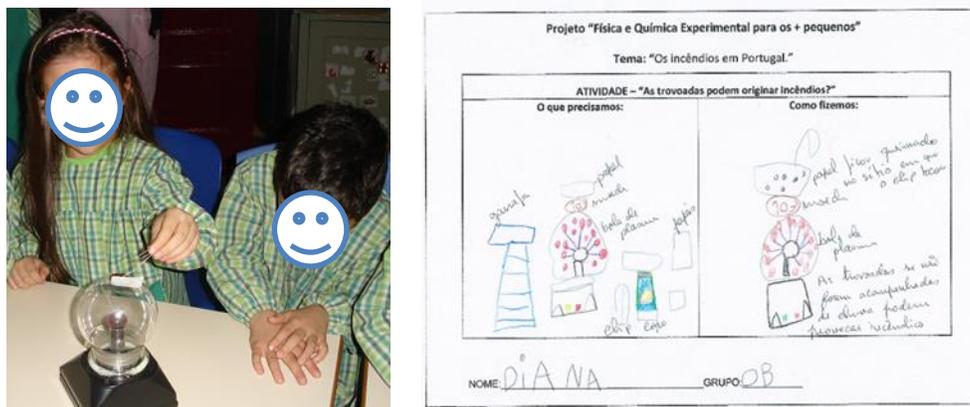


Figura 7 Crianças da educação pré-escolar a realizarem uma atividade que relaciona os relâmpagos com os incêndios e o respetivo registo.

3.1.6 Determinação da Aceleração da Gravidade

Com o projeto Determinação da Aceleração da Gravidade, o CEEC procurou dar resposta ao desafio proposto no concurso Atlas do Saber, construir um dispositivo para medir a aceleração da gravidade com a maior precisão possível, com um limite orçamental máximo de cinco euros. Foram construídos dois pêndulos (gravítico e físico) dentro do limite orçamental e foi realizado um estudo comparativo da aceleração da gravidade obtida com o pêndulo gravítico e com o pêndulo físico, por alunos dos 9.º e 10.º anos. Foram obtidos os seguintes valores para a aceleração da gravidade de $9,79 \pm 0,03 \text{ m/s}^2$, para o pêndulo gravítico e $9,802 \pm 0,007 \text{ m/s}^2$, para o pêndulo físico. Com este projeto os alunos obtiveram o 2.º lugar neste concurso, tendo sido o prémio entregue pelo Nobel da Física 2016, Michael Kosterlitz (Figura 8) (Teixeira, Teixeira & Soares, 2018, 2019b).



Figura 8 Apresentação pública do projeto e entrega do 2º prémio Atlas do Saber Física 2018 pelo Nobel da Física 2016, Michael Kosterlitz.

3.1.7 Combustão de uma Vela dentro de um Copo Invertido Parcialmente Imerso numa Tina com Água

A combustão de uma vela dentro de um copo invertido parcialmente imerso numa tina com água é uma atividade clássica com referência em muitos manuais escolares. Contudo, é frequente encontrar a explicação errada do fenómeno observado, ao associarem a subida da água na tina à combustão total do oxigénio. Os alunos do CEEC realizaram uma atividade investigativa onde comprovaram, entre outros aspetos, que a combustão da vela termina quando o nível de oxigénio é reduzido para 17%. O principal fator da explicação desta atividade está relacionado com a dilatação do ar durante o aquecimento e com a sua contração, no arrefecimento. (Teixeira & Soares, 2015b; Vera, Rivera & Núñez, 2011).

A partir da experiência da vela, foi elaborado um guião de atividades validado e construídos alguns instrumentos para explicar a variação do volume de ar dentro do copo e o facto de a vela se apagar (Figura 9). As atividades foram realizadas por 453 alunos da educação da pré-escolar e do 1.º ciclo do ensino básico (Teixeira, Teixeira & Soares, 2016b).



Figura 9 Montagem experimental para medir a concentração de oxigénio durante a combustão e instrumento que permite verificar a dilatação e contração do ar.

3.1.8 Bomba de Hidrogénio

A atividade Bomba de Hidrogénio realizada no CEEC consiste na produção de hidrogénio gasoso através de uma reação química e na sua acumulação no interior de uma garrafa de plástico transparente, para posterior ignição. Como resultado da combustão rápida é produzido um forte estrondo (Figura 10). Esta atividade permitiu sensibilizar os alunos para novas fontes de energias e motivá-los para os conteúdos da disciplina de Física e Química (Soares, Teixeira & Caramelo, 2015; Teixeira, Teixeira & Soares, 2019a).



Figura 10 Quatro imagens de um vídeo da combustão do hidrogénio obtidas em intervalos consecutivos de 0,033 s.

3.2 Construção de kits e algumas atividades promovidas pelo CRALM

O CRALM tem por principal finalidade disponibilizar às escolas da região material para a realização de atividades relacionadas com CTEM. Para facilitar a utilização desse material, o CRALM tem um plano de formação para professores, tendo-se realizado várias formações informais de partilha de saberes e uma ação de formação creditada, promovida pela CASIO, sobre recolha e tratamento de dados usando sensores e calculadoras gráficas. Para além disso, os alunos são incentivados a construir kits de ciência/tecnologia com o objetivo de criar atividades laboratoriais motivadoras, inusuais, inovadoras e levar a ciência às escolas da região. Com os kits participou-se em eventos nacionais e regionais de educação como, por exemplo, a 1.ª Edição do Fórum da Educação e Inovação, em Chaves, e a 12.ª Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego, na EXPONOR, em Matosinhos. Também se realizaram atividades denominadas Ciência em Ação em lares de idosos e na Universidade Sénior de Chaves (Figura 11). Os professores de Educação Especial utilizaram os kits no Centro de Apoio à Aprendizagem para trabalhar com os alunos para os quais foram mobilizadas medidas adicionais. Para além do ensino das ciências, os kits também foram usados para melhorar determinadas competências dos alunos como, por exemplo, a motricidade fina.



Figura 11 Atividades com kits realizadas no lar Casa Santa Marta e na 12.ª Edição da Feira de Educação, Formação, Juventude e Emprego.

Até à presente data já foram desenvolvidos 35 kits replicados, em média, três vezes. Alguns dos kits disponíveis são os seguintes:

- O kit Eletropickle permite colocar um pequeno pepino a emitir luz. A cor da luz emitida depende da solução salina onde o pepino esteve mergulhado. As peças que sustentam o pepino foram projetadas e construídas pelos alunos do CEEC (Figura 12). Este kit é para ser utilizado pelo professor como kit de demonstração, tendo em conta as condições de segurança que a sua utilização exige.

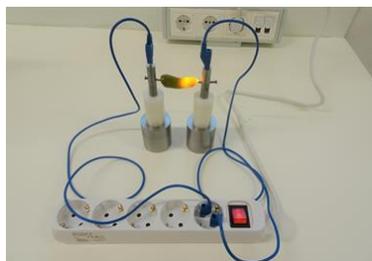


Figura 12 Kit que permite o estudo de circuitos elétricos e espectros de emissão.

- No kit Pêndulo Elétrico são carregadas duas latas metálicas com cargas de sinais contrários. Quando se coloca um pêndulo entre as duas latas, este oscila durante vários minutos (Figura 13).



Figura 13 Kit que permite relacionar o transporte de cargas elétricas com o movimento de um pêndulo.

- O kit Mãos no Fogo possibilita a colocação de fogo nas mãos sem que o executante se queime. Com este kit é estudada a capacidade térmica mássica da água (Figura 14). Embora a atividade realizada com este kit pareça necessitar de condições especiais de segurança, ela apenas exige que o executante tenha as mãos molhadas e afastadas da cara. A combustão da pequena quantidade de gás utilizado não é suficiente para queimar a pele e fazer disparar detetores de incêndio.



Figura 14 Kit que possibilita o estudo da capacidade térmica mássica da água.

- O kit Bobine de Tesla permite acender uma lâmpada fluorescente, até à distância de 20 cm, sem estar ligada a qualquer fio ou fonte. Com este kit os alunos aprendem a montar circuitos eletrônicos e têm contacto com o fenómeno da indução eletromagnética (Figura 15).

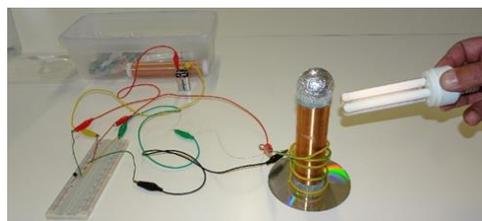


Figura 15 Kit de construção de Bobines de Tesla.

- Kit de Ótica Laser para o estudo do olho humano, câmara fotográfica, telescópio, aberração esférica, refração, reflexão, propagação retilínea da luz, lentes, espelhos, determinação de índices de refração, defeitos visuais e sua correção, etc. Todas as peças foram

construídas e projetadas por alunos do CEEC. O kit inclui uma caixa de lasers para a obtenção de um a cinco feixes paralelos (Figura 16).



Figura 16 Kit de Ótica Laser.

O CRALM investiu na área da astronomia porque as escolas não tinham equipamentos. Para o efeito adquiriram-se cinco telúrios, três binóculos e três telescópios, sendo dois deles motorizados. Com estes materiais fizeram-se observações astronómicas diurnas e noturnas com impacto na comunidade. Destas, destacamos a observação do trânsito de Mercúrio, em novembro de 2019, e um Encontro de Leitura com Astros (Figura 17).



Figura 17 Observação do trânsito de Mercúrio e observação noturna.

De março a maio de 2019, promoveu-se a construção de carros solares de baixo custo em quatro grupos da educação pré-escolar, com 85 crianças e 17 turmas do 1.º ciclo do ensino básico, com 415 alunos. Em maio, realizou-se uma corrida de carros solares na Escola Básica Santa Cruz Trindade estando presentes, para além de toda a comunidade escolar, elementos da associação de pais e representantes da autarquia (Figura 18). Em 2020 os alunos do ensino secundário desenvolveram carros solares e elétricos telecomandados.



Figura 18 Corrida de carros solares na Escola Básica Santa Cruz Trindade.

No 1.º ciclo do ensino básico iniciou-se o Projeto CASIO STEM Labs onde são realizadas atividades laboratoriais, com sensores, que potenciam as perceções sensoriais que os alunos têm

do meio circundante (velocidade do ar, som, temperatura, peso, etc.) ou de si próprios (força muscular, temperatura corporal, etc.). A medição da velocidade do ar projetado pelas ventoinhas de um motor, num circuito elétrico, e a medição das quantidades de oxigénio e de dióxido de carbono do ar inspirado/expirado, são exemplos de atividades realizadas.

Antes da Covid-19 estavam a ser desenvolvidos, no CRALM, barcos controlados remotamente para recolha de água em lagoas e rios e transporte de sensores que medem as propriedades da água *in loco* (Figura 19).



Figura 19 Barco controlado remotamente com sistema de recolha de água para análise.

Desde março de 2020, o CEEC disponibilizou micro:bits e kits a 25 alunos do 10.º ano de escolaridade (~25%), do Curso de Ciências e Tecnologias, para realizarem atividades experimentais à distância, durante o confinamento devido à Covid-19. As atividades realizadas promoveram a articulação dos conteúdos de várias disciplinas, a programação, a robótica e os problemas relacionados com a Covid-19. Algumas das atividades realizadas foram: programação do micro:bit para que possa ser utilizado como um cronómetro; programação de músicas; programação do micro:bit para detetar a abertura de um frigorífico, o número de vezes que foi aberto, a temperatura e se mexeram nos alimentos; construção de um termómetro médico; criação de um sistema que deteta a aproximação da mão à cabeça, como forma de prevenção da Covid-19, etc. (Figura 20).

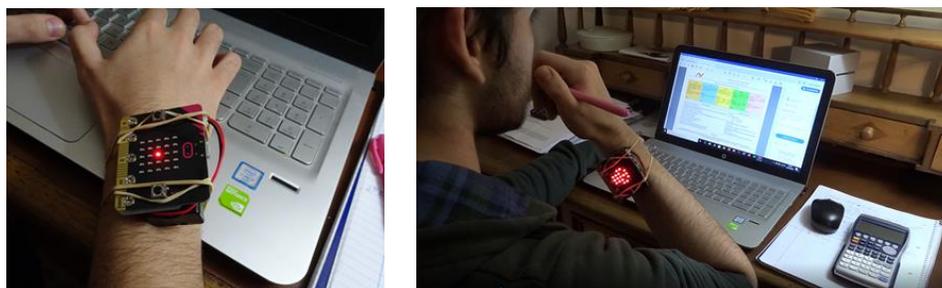


Figura 20 Comportamento do micro:bit quando se aproxima da cara.

4. AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA PRÁTICA E PRINCIPAIS RESULTADOS

Ao nível da avaliação da aprendizagem dos alunos, verificou-se que as classificações médias internas na disciplina de Física e Química A, dos alunos que frequentaram o CEEC foram sempre superiores, entre 1,3 (ano letivo 2012/2013) e 5,1 valores (ano letivo 2008/2009), às classificações dos alunos que não o frequentaram, mas que pertenciam à mesma turma. No Exame Nacional de Física e Química A (prova 715), os alunos que frequentaram o CEEC obtiveram classificações médias superiores, entre 1,6 (ano letivo 2011/2012) e 5,8 valores (ano letivo 2008/2009), comparadas com as classificações obtidas, no mesmo exame, por alunos que não frequentaram o CEEC, mas que pertenciam à mesma turma. O estudo foi realizado para os anos letivos de 2006/2007 a 2013/2014 com alunos de duas turmas (aproximadamente 54 alunos) onde participaram, anualmente, nas atividades do CEEC 14 a 35 alunos (Teixeira & Soares, 2010, 2015a; Teixeira, Soares & Caramelo, 2015).

A avaliação da implementação das atividades desenvolvidas e realizadas pelo CEEC e no CRALM pode ser analisada, do ponto de vista qualitativo, através do mediatismo e destaque que têm tido nos meios de comunicação social, que ultrapassa em muito as expectativas iniciais. Desde 2017 foram realizadas cerca de 90 entrevistas e reportagens para revistas, rádios, jornais e televisão, tendo sido algumas delas exibidas em horário nobre. A obtenção de 20 prémios por alunos e professores, alguns dos quais referidos anteriormente, parecem ser uma garantia da qualidade da prática utilizada.

Outras formas de avaliação das atividades desenvolvidas são os relatórios dos professores intervenientes e os inquéritos de opinião. Destes destacamos os seguintes:

- Nas comemorações do Centenário do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins em 2019, o CEEC e o CRALM marcaram a sua presença com a atividade Laboratório Aberto com Kits, onde foram apresentados 30 kits. Na atividade estiveram presentes vários professores, entidades regionais e nacionais e cerca de 1450 alunos de várias escolas. Da aplicação de um questionário de opinião a 850 visitantes (alunos, encarregados de educação e outros membros da comunidade) constatou-se que 100% dos visitantes consideraram a atividade interessante, motivadora e que contribuiu para a aprendizagem de vários temas de ciência. Para o ano letivo seguinte, 91% dos visitantes pretendiam repetir esta atividade (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b);

- O relatório dos professores de Educação Especial, que utilizaram os kits no Centro de Apoio à Aprendizagem, identificaram uma evolução de cerca de 60% na oralidade e 50% na cooperação/autonomia dos alunos (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b);

- A atividade da construção de carrinhos solares associada à corrida foi a que teve maior número de participantes na Escola Básica Santa Cruz Trindade, maior impacto na comunidade e a melhor avaliação, em 2019 (Teixeira, Teixeira & Soares, 2019b).

Na avaliação das aprendizagens dos alunos relativamente às atividades realizadas à distância, durante o confinamento devido à Covid-19, foi utilizada a seguinte categorização: "Não resolve", "Resolve incorretamente", "Resolve com falhas graves", "Resolve com falhas ligeiras" e "Resolve corretamente". Os resultados mostraram que nas atividades com grau de dificuldade mais baixo (1 em 3), todos os alunos obtiveram soluções corretas ou soluções com pequenas falhas. Um exemplo de uma atividade com grau de dificuldade 1 em 3 é a programação do micro:bit para que possa ser utilizado como um cronómetro. Para atividades com grau mais

elevado (3 em 3) como, por exemplo, criar um programa que detete a aproximação da mão à cabeça, como forma de prevenção da propagação da Covid-19, quatro alunos em 25 apresentaram resoluções com falhas graves ou incorretas. Com os quatro alunos que não conseguiram atingir a totalidade dos objetivos estabelecidos inicialmente realizaram-se videoconferências de apoio individualizado. Deste modo, garantiu-se que a totalidade dos alunos atingiu os objetivos propostos e que estavam preparados para fazer a apresentação do produto final à turma. Nestas atividades utilizou-se a mesma metodologia de ensino/aprendizagem do CEEC, adaptada às ferramentas do ensino à distância.

5. CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Neste trabalho é feita uma revisão de algumas atividades mais impactantes realizadas no CEEC, desde o início da sua implementação até à criação do CRALM. O CEEC é um clube com uma metodologia própria que se tem revelado eficaz na captação constante de alunos e na divulgação das dimensões CTEM. Os resultados obtidos pelos alunos que frequentam regularmente o CEEC sugerem que a metodologia utilizada contribui para a melhoria do rendimento escolar no ensino presencial. Para as atividades realizadas à distância e indicadas neste trabalho a metodologia também apresenta resultados positivos. A realização de atividades abertas à comunidade tem sido muito bem aceite pelos intervenientes e tem tido destaque nos media locais e nacionais.

A existência de um Centro de Recursos permite e incentiva a realização de atividades CTEM por outros professores e ajuda a levar essas atividades para escolas remotas e para um público mais alargado.

Os resultados deste trabalho têm implicações pelo menos a dois níveis. Em primeiro lugar, evidenciam a necessidade de dar menos peso aos testes e mais ênfase a atividades que aproximem a escola e a ciência da comunidade. Em segundo lugar, apontam para a necessidade da diminuição dos conteúdos das disciplinas, de modo a que metodologias ativas semelhantes à descrita possam ser utilizadas no ensino formal.

REFERÊNCIAS

- Crippen, K. J., & Antonenko, P. D. (2018). Designing for collaborative problem solving in STEM cyberlearning. In J. D. Yehudit, Z. R. Mevarech, & D. R. Baker (Eds.), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education, innovation in science education and technology* (pp. 89-116). Weston, MA: Springer.
- Gago, J.M., Ziman, J., Caro, P., Constantinou, C., Davies, G., Parchmann, I., Rannikmae, M., & Sjøberg, S. (2005). *Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology*. European Communities.
https://www.researchgate.net/publication/259705752_Europe_Needs_More_Scientists_Report_by_the_High_Level_Group_on_Increasing_Human_Resources_for_Science_and_Technology
- IGEC (2019). Gestão do Currículo: *Ensino Experimental das Ciências* (Relatório do Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins). Inspeção-Geral da Educação e Ciência. https://www.igec.mec.pt/upload/PUBLICACOES/GC-EEC/VILA%20REAL/VILA_REAL_Chaves_GCEEC_AE_Dr_Antonio_Granjo_2018_2019_R.pdf
- Moore, T. J., Tank, C. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 296-318.

- Rahm, J., & Moore, J. (2015). A case study of long-term engagement and identity-inpractice: Insights into the STEM pathways of four under represented youths. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 768-801.
- Rennie, L. J. (2015). Making science beyond the classroom accessible to students. In D. Corrigan, C. Bunting, J. Dillon, A. Jones, & R. Gunstone (Eds.), *The future in learning science: what's in it for the learner?* (pp.151-173). Dordrecht: Springer International Publishing.
- Soares, A. A., Teixeira, J. J., & Caramelo, L. (2015). Combustão livre do hidrogénio. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 153-155). IST Press.
- Teixeira, J. J. (2020, May 21). A pandemia do digital na educação. <https://observador.pt/opiniao/a-pandemia-do-digital-na-educacao/>
- Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2010). Clube do Ensino Experimental das Ciências: Um Espaço de Educação Não-formal e de Exploração de Atividades Ilustrativas. In A. Anjo (Coord.), *Livro de Resumos do V Encontro Afi* (pp. 27-31). Chaves: Universidade de Aveiro.
- Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2015a). Clube do ensino experimental das ciências: um espaço de promoção de ciência e tecnologia. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 183-184). IST Press.
- Teixeira, J. J., & Soares, A. A. (2015b). Combustão da vela dentro de um copo invertido sobre uma tina com água: uma atividade simples com explicação complexa. In M. Gomes, G. Figueira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 185-187). IST Press.
- Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2013). Efeito ondulatório no movimento de um conjunto de pêndulos. In J. Gil, A. Ferreira, C. Portela, P. Abreu, & T. Peña (Eds.), *Livro de Atas da 18.ª Conferência Nacional de Física e 22.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 90-93). Sociedade Portuguesa de Física.
- Teixeira, J. J., Soares, A. A., & Caramelo, L. (2015). Clube do ensino experimental das ciências no agrupamento de escolas Fernão de Magalhães. *Interações*, 11(39), 552-563. <https://doi.org/10.25755/int.8758>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2016a). Utilização de instrumentos antigos no processo ensino/aprendizagem da Física. *Sensos-e*, III(2). <http://sensos-e.esse.ipp.pt/?p=13003>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2016b). Combustão da vela: Atividades realizadas na educação pré-escolar e no 1.º ciclo do ensino básico. In J. A. Moreira, B. G. Almeida, & M. J. Marques (Eds.), *Livro de Atas da 20.ª Conferência Nacional de Física e 26.ª Encontro Ibérico para o Ensino da Física* (pp. 181-186). Universidade do Minho. https://eventos.spf.pt/FISICA2016/pt/Livro_resumos
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2018). Uma proposta metodológica para os alunos gostarem de aprender ciência e tecnologia. In J. B. Lopes, J. P. Cravino, & C. Costa (Eds.), *Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia (VPCT2018)* (pp. 21-30). Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. <http://vpct2018.utad.pt/>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019a). Proposal of a methodology for an active learning in sciences. *Millenium*, 2(10), 55-60. <https://doi.org/10.29352/mill0210.05.00254>
- Teixeira, J. J., Teixeira, L., & Soares, A. A. (2019b). Centro de Recursos de Atividades Laboratoriais Móveis. In C. Vasconcelos, R. A. Ferreira, C. Calheiros, A. Cardoso, B. Mota, & T. Ribeiro (Eds.), *Livro de Atas: XVIII ENEC | III ISSE* (pp. 469-477). U. Porto Edições. <https://enec2019.fc.up.pt/publicacoes>
- Vera F., Rivera R., & Núñez C. (2011). Burning a Candle in a Vessel, a Simple Experiment with a Long History. *Science & Education*, 20(9), 881-893.