

A UTILIZAÇÃO DO CBR™ NAS AULAS DE FÍSICA – UMA ABORDAGEM AO MOVIMENTO

Pedro Miguel Marques da Costa¹

Marcelo Borges Rocha²

RESUMO

A tecnologia e a inovação estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano e, como tal, também devem ser uma referência na sala de aula. Neste trabalho pretendemos estudar o impacto do uso de sensores e da calculadora gráfica em atividades de Física, no ensino secundário, em Portugal. Foi adotada a metodologia de realização de atividades laboratoriais, recorrendo ao método tradicional e ao uso do sensor e da calculadora gráfica, no sentido de verificar as diferenças na aprendizagem dos alunos, o envolvimento e a motivação em sala de aula. Primeiramente, através de uma avaliação diagnóstica, verificou-se os pré-requisitos essenciais para a realização das atividades laboratoriais e abordagem dos conteúdos, assim como o levantamento das concepções alternativas relacionadas com o tema movimento. No final, os alunos responderam a um questionário sobre o uso da tecnologia e verificou-se que se sentem muito mais motivados e interessados na aprendizagem, que as aulas se tornam diferentes e bem mais interessantes. Sendo assim, infere-se que o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação motivam os alunos para a aprendizagem, despertam o interesse e tornam as aulas mais dinâmicas e interativas, promovendo e facilitando o ensino das Ciências.

Palavras-chave: Ensino. Sensores. Calculadora Gráfica.

1. Introdução

A sociedade tem sofrido constantes mudanças, muitas destas apoiadas na descoberta de novos conhecimentos. Sendo assim, cabe à escola desenvolver competências nos alunos, para que possam compreender e atuar como cidadãos críticos e responsáveis por suas decisões. Segundo Afonso e Antunes (2001), a educação tem sido apontada como um contributo decisivo (nem sempre problematizado e, por isso, aparentemente consensual) para, nos limites de uma economia globalizada, desenvolver nos indivíduos a percepção das mudanças sociais em curso e as suas consequências. Tudo isso, pautado no conhecimento e nas tecnologias da informação.

¹ Universidade de Lisboa/Externato Séneca - Portugal

² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ
Revista Tecnologias na Educação – Ano 10 – Número/Vol.25 –Julho 2018
tecnologiasnaeducacao.pro - tecedu.pro.br

Nesse contexto, o papel do professor de Física passa a ser orientar e ajudar os seus alunos no desenvolvimento de conhecimentos científicos e hábitos mentais de que necessitam para se tornarem intelectualmente independentes e capazes de pensar e agir por si mesmos. Não há explicações verbais nem demonstrações suficientemente claras e eficazes que levem à compreensão e ao domínio dos conceitos ou de formas abstratas de raciocínio por parte dos alunos.

“Ser professor é ser um guia, ser um orientador que tem de apoiar os alunos em todos os aspetos. Atribui-se-lhe o papel de facilitador das aprendizagens, o que significa poder ajudar, orientar. Ser professor [...] é fazer com que os alunos sejam competentes para ultrapassar situações, nomeadamente, problemáticas, o que significa formá-los e orientá-los” (Mesquita, 2011, p. 86-87)

É essencial envolver a mente dos alunos em pensamento e raciocínio ativos. Segundo Wittgenstein (1953, p. 110) “As pessoas não compreenderão algo apenas porque lhes foi mostrado que é verdadeiro. Temos de situar-nos no seu ponto de vista e fazê-los progredir a partir daí.”

“[...] a prática pedagógica tendente a gerar espaços para produzir conhecimento através de diversos métodos, o que quer dizer que é a prática pedagógica o elemento decisivo para fazer de novos modelos e do uso das novas tecnologias propostas inovadoras para a aprendizagem, inovações educativas além de tecnológicas” (Aedo, Garcia e Fadruga, 2001, p.1)

Um dos maiores desafios colocados aos professores está relacionado a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na sala de aula, especialmente no ensino das Ciências, e neste caso específico no ensino da Física. O conhecimento científico necessita de uma intervenção planejada por parte do professor, a quem cabe a responsabilidade de sistematizar, tornar simples e claro, sem perder o rigor científico e tendo sempre presente a faixa etária dos alunos, os seus pré-requisitos, os recursos de que dispõe e os contextos escolares. De forma implícita ou explícita todos os programas do Ensino Básico e Secundário no âmbito da Física e da Química dão ênfase à utilização das novas tecnologias da comunicação, nomeadamente a utilização de sensores, calculadoras gráficas e computadores.

“Com as tecnologias o ensino torna-se um prazer e serve para educar enquanto professores e alunos estão entretidos. O que envolve o computador, a internet, o chat, email, videoconferência ou qualquer outra utilização tecnológica pode ter um papel importante e colaborar no ensino aprendizagem de forma mais eficaz, envolvente e motivadora.” (Moran *et al*, 2000)

Diante disso, o presente estudo teve o objetivo de investigar as contribuições do uso do sensor de movimento e da calculadora gráfica nas aulas de Física. Sendo assim, foram desenvolvidas quatro atividades numa perspetiva investigativa que inclui uma fase pré-interativa de reflexão e discussão e uma fase pós-interativa de análise e crítica de resultados.

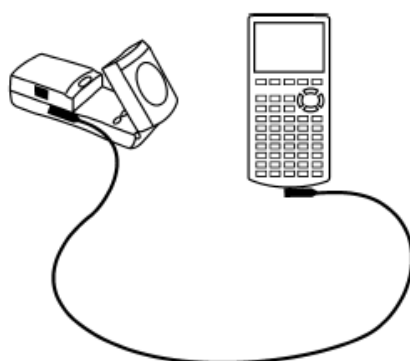
2. Embasamento Teórico

2.1. O uso de sensores de movimento e da calculadora gráfica em sala de aula

O uso de sensores e da calculadora gráfica, em contexto de sala de aula, é contemplado no programa atual das disciplinas de Física e Química, do Ensino Secundário, para a abordagem e estudo de determinados conteúdos. Na sequência das diretrizes da Direção Geral da Educação Portuguesa (2016), de acordo com os programas em vigor, na disciplina de Física e Química, a utilização de máquinas de calcular gráficas nas aulas deverá ser uma prática habitual em muitas atividades nas quais se utilizam sensores, bem como no tratamento de dados experimentais, incluindo o traçado de gráficos.

Nas atividades experimentais exploradas utiliza-se um sensor de movimento (CBR) e o respectivo software de aquisição e tratamento de dados e uma calculadora gráfica (Fig. 1). Estas atividades podem facilitar a interdisciplinaridade, por exemplo entre a Matemática e a Física, e ajudam alunos e professores a familiarizarem-se com as novas tecnologias. Pretende-se, portanto, que adquiram alguma experiência e confiança na utilização das TIC, sobretudo no uso do CBR e da calculadora gráfica.

Figura 1 – Ligação do sensor (CBR) à calculadora gráfica.



Fonte: <https://education.ti.com>

A utilização de sensores e de máquinas de calcular na sala de aula pode também resultar numa fonte de motivação, especialmente na resolução de problemas e na realização de atividades experimentais. Permite igualmente uma melhor gestão do tempo de aula, ou seja, com a utilização de sensores diminui-se o tempo despendido durante a aquisição de dados, maximizando o tempo para a análise e discussão dos resultados.

“Com algumas características semelhantes às dos computadores, as calculadoras gráficas vieram trazer um novo fôlego à integração da tecnologia no ensino das Ciências. São menos poderosas que os computadores e não os substituem, mas permitem alcançar benefícios educacionais extremamente semelhantes”(Barley, 1994 *apud* Rocha, 2001)

A utilização da calculadora gráfica, como instrumento pedagógico, permite aos alunos que, durante a construção dos gráficos avaliem e reavaliem as suas hipóteses possibilitando assim, um método empírico de aprender Física. Neste sentido é aconselhável que os alunos trabalhem em pequenos grupos enquanto que o professor deve prestar o apoio necessário a cada um dos grupos durante a realização das atividades. Assim, os alunos têm oportunidade de debater ideias, formular hipóteses e construir o seu próprio conhecimento num ambiente de experimentação. Morgado e Carvalho (2004, p. 107) salientam a importância dos alunos desenvolverem “competências que lhes permitam continuar a aprender ao longo da vida”. Segundo Erduran e Osborne (2005), desenvolver as competências de argumentação, o pensamento crítico, a capacidade reflexiva e de abstração dos alunos torna-se essencial já que têm sido referidas como competências fundamentais numa educação científica que pretenda promover a educação para a cidadania.

Este tipo de atividade, com o sensor de movimento ou qualquer outro tipo de sensor, com calculadoras gráficas, ou eventualmente com computadores, permitem melhorar o

processo de ensino/aprendizagem e, portanto, não podem ser desprezadas pelo professor, quando leciona os conteúdos e define as estratégias de ensino e aprendizagem.

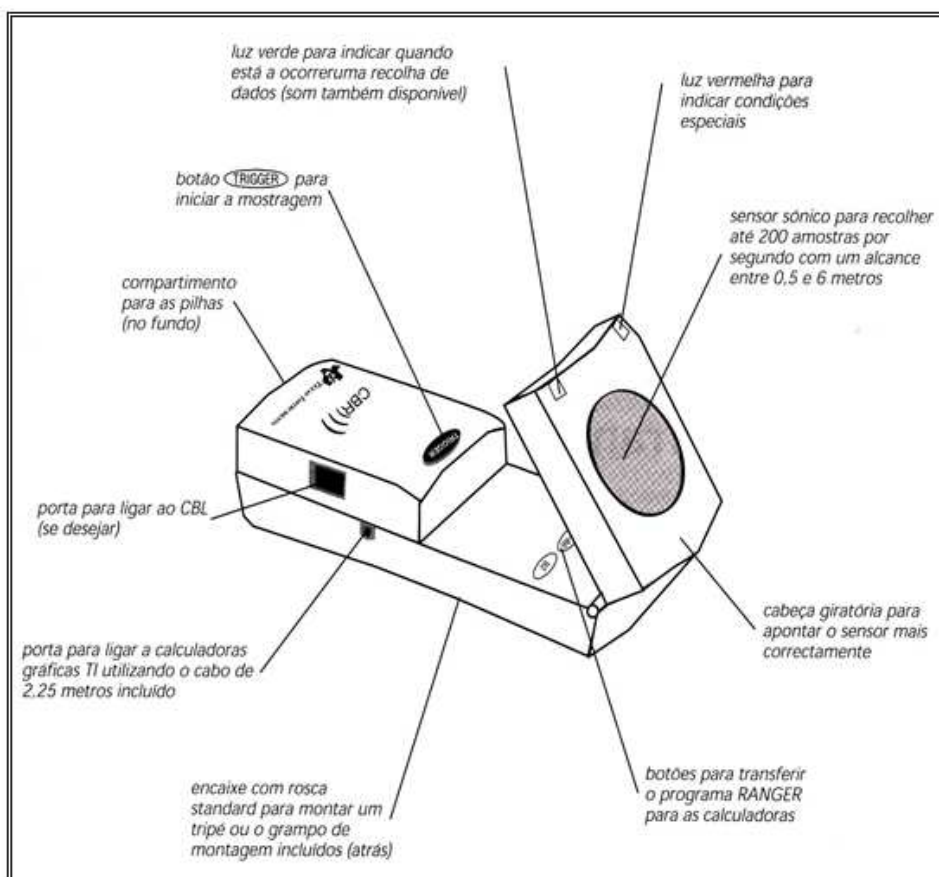
Segundo Sampaio e Simeão (2011), os sensores são cada vez mais utilizados na sociedade atual. O seu uso no ensino, em atividades práticas, pode potencializar a aprendizagem das ciências e proporcionar um melhor conhecimento e explicação dos fenômenos. Porém é também importante realçar que o uso de sensores (e das novas tecnologias em geral) não deve, contudo, ser encarado como uma receita para todos os problemas que afetam o ensino. Em particular nos níveis mais básicos, continua sendo muito importante desenvolver competências experimentais tais como: planejar e efetuar montagens experimentais; utilizar corretamente instrumentos de medida; construir e analisar tabelas de valores experimentais; elaborar e interpretar gráficos.

“O aluno deduz uma ideia com base em resultados obtidos em atividades laboratoriais/experimentais, ou na análise de informação fornecida ou pesquisada por si (textos, tabelas, esquemas, gráficos, etc.)” (Ministério da Educação, 2013)

2.2. O CBR – definição e função

O CBRTM (Calculator Based RangerTM) é um sensor de movimento ultra-sônico (figura 2), que se liga facilmente a uma calculadora gráfica, através do cabo que o acompanha, permitindo aos alunos recolher, ver e analisar dados de movimento. Assim, podem ser exploradas relações matemáticas e físicas entre distância, velocidade, aceleração e tempo através da recolha e tratamento de dados obtidos nas atividades efetuadas. Podem ser explorados conceitos matemáticos e físicos tais como: movimento – distância, velocidade e aceleração; gráficos – sistemas de eixos, coordenadas, declives e interseções; cálculo – derivadas e integrais; estatística e análise de dados – métodos de recolha de dados e tratamento estatístico.

Figura 2 – Constituição do sensor CBR



Fonte: <https://education.ti.com>

Para a coleta de dados, o CBR envia um impulso ultra-sônico e em seguida conta o tempo que esse impulso demora a regressar depois de se ter refletido no objeto mais próximo. Usando este intervalo de tempo e a velocidade de propagação do som, a interface pode determinar a distância a que se encontra o objeto, ou seja, a sua posição em relação ao detetor. O CBR recolhe dados de distância em função do tempo, envia os dados para uma calculadora gráfica, onde depois são tratados e apresentados graficamente. Em seguida, calcula a primeira e segunda derivadas, dos dados da distância em função do tempo, para obter os valores da velocidade e da aceleração e guarda estes valores nas listas L1, L2, L3 e L4 da calculadora gráfica (Quadro 1). O CBR é fácil de utilizar, autônomo e não necessita de programação.

Quadro 1 – Dados e grandezas obtidas nas listas da calculadora gráfica.

L1 (Lista 1)	L2 (Lista 2)	L3 (Lista 3)	L4 (Lista 4)
Tempo	Distância	Velocidade	Aceleração

3. Metodologia

Com o objetivo de implementar e analisar o uso de sensores e da calculadora gráfica, em atividades laboratoriais de Física do Ensino Secundário, foi selecionada uma turma do 11º ano de escolaridade, constituída por vinte e sete alunos, de uma escola da região Norte, sub-região do Tâmega, de Portugal, situada em Penafiel, distrito do Porto.

Os alunos desta turma realizaram as atividades laboratoriais recorrendo ao método tradicional e usando o sensor, calculadora gráfica e computador, no sentido de se investigar a motivação, interesse e empenho dos alunos na realização das atividades.

Previamente, durante duas aulas, foi realizado um levantamento dos pré-requisitos necessários e efetuada uma avaliação diagnóstica com os alunos. Para esta avaliação diagnóstica, os alunos responderam, individualmente, a um questionário, com questões relacionadas com os conteúdos lecionados, em anos anteriores, na disciplina de física e também matemática. Da análise das respostas, dos alunos, foi possível aferir os pré-requisitos existentes e lembrar os que estavam ausentes ou inexistentes. Esta avaliação diagnóstica permitiu, também, trabalhar em sala de aula, estes pré-requisitos, necessários para a realização e exploração, com sucesso, das atividades laboratoriais. Em simultâneo, foram debatidas diversas situações, recorrendo a diferentes recursos, como por exemplo, notícias atuais, que permitiram identificar várias concepções alternativas existentes dado que a mecânica, e o estudo do movimento, um dos temas em que as concepções alternativas se têm demonstrado mais frequentes e difíceis de alterar através do ensino tradicional.

No final da realização das atividades, que decorreram durante oito aulas, foi recolhida a opinião dos alunos, através da aplicação de um questionário individual, sobre o uso do sensor e da calculadora gráfica, na realização das atividades laboratoriais de Física e as principais diferenças, vantagens e desvantagens na realização das atividades, pelo método tradicional e com recurso ao sensor e calculadora gráfica. Para análise dos dados coletados foi utilizada a Análise de Conteúdo, por ser considerada, para este estudo, a mais adequada para uma pesquisa qualitativa que busca de forma interpretativa validar os dados coletados (BARDIN, 2009).

4. Análise e Discussão dos Dados

Para a implementação das atividades experimentais é necessário que os alunos possuam os pré-requisitos que se encontram no quadro 2. A avaliação diagnóstica realizada,

previamente, permitiu aferir quais os pré-requisitos adquiridos pelos alunos e os que estavam ausentes e/ou não lembrados.

Quadro 2 – Pré-Requisitos necessários, por disciplina e ano.

Disciplina	Pré-Requisitos
Matemática	<ul style="list-style-type: none"> - Estabelecer relações de proporcionalidade; - Converter unidades de espaço e de tempo; - Realizar cálculos utilizando equações do 1.º e do 2.º grau; - Construir, interpretar e analisar gráficos a duas dimensões.
Física (7.º Ano)	Conceito de: <ul style="list-style-type: none"> - Distância e unidades de distância; - Tempo e unidades de tempo; - Rapidez média; - Trajetória.
Física (8.º Ano)	Conceito de: <ul style="list-style-type: none"> - Velocidade média.
Física (9.º Ano)	Conceito de: <ul style="list-style-type: none"> - Repouso e movimento como conceitos relativos; - Referencial; - Posição; - Instante; - Intervalo de tempo; - Espaço percorrido; - Rapidez média; - Velocidade média; - Velocidade instantânea; - Aceleração média; - Gráfico posição em função do tempo; - Gráfico velocidade em função do tempo; - Cálculo de velocidades médias e acelerações médias.
Física (10.º Ano)	Conceito de: <ul style="list-style-type: none"> - Energia cinética e energia potencial gravítica; - Lei da conservação da energia.

<p>Física (11.º Ano)</p>	<p>Conceito de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Posição: coordenadas geográficas e cartesianas; - Instante; - Intervalo de tempo; - Trajetória; - Espaço percorrido; - Deslocamento; - Rapidez média; - Velocidade média; - Velocidade instantânea; - Aceleração média; - Gráfico posição em função do tempo; - Gráfico velocidade em função do tempo; - Movimento retilíneo uniforme e uniformemente variado; - Altura; - Força gravitacional e força de atrito; - 2.ª Lei de Newton.
------------------------------	---

Em relação às concepções alternativas, foi possível perceber que os alunos apresentaram diversas opiniões dentro desta temática, que podem surgir no decorrer da realização das atividades laboratoriais, das quais se destacam:

- A representação gráfica, da posição em função do tempo, mostra a trajetória descrita pelo corpo;
- Uma velocidade constante resulta de uma força constante;
- Velocidade e rapidez são sinônimos. Quer a velocidade quer a rapidez de um objeto têm sempre o mesmo valor;
- É necessária a atuação de uma força para que um corpo se mova;
- Forças produzem movimentos e movimentos implicam forças;
- Não atuam forças num objeto em repouso;
- Há destruição de energia quando esta se transforma de um tipo para outro;
- Os conceitos de força, energia e velocidade representam a mesma coisa;
- Mesmo recordando o Princípio de Conservação da Energia, pensam que a energia fica armazenada no objeto, não se transformando;

- A energia está se esgotando.

No que diz respeito à realização das atividades laboratoriais, com recurso ao sensor e à calculadora gráfica, verificamos, sem dúvida, melhorias na aprendizagem e na motivação dos alunos, quer no envolvimento quer na realização das atividades, e uma mais valia na utilização da tecnologia, em contexto de sala de aula. Estas ilações são corroboradas por outros estudos semelhantes. Segundo Torres, Coutinho e Fernandes (2008), os resultados obtidos tornam claro que a utilização da calculadora gráfica e dos sensores foi determinante na abordagem e exploração das atividades. Os alunos usaram as potencialidades dos sensores para obterem dados resultantes de experiências por eles realizadas, bem como usaram os recursos gráficos da calculadora gráfica e tiraram partido das traduções entre tabelas, gráficos e fórmulas. Os alunos partilham desta opinião, pois referem “é muito mais motivante aprender com recurso à inovação e tecnologia, a calculadora gráfica tem muitas potencialidades.”

É notório, também, que a utilização da tecnologia, como o sensor e a calculadora gráfica, torna as aulas mais dinâmicas, interativas e motivadoras, facilitando ainda a aprendizagem dos alunos, pois os alunos salientam que “as aulas se tornam bem mais dinâmicas e motivadoras, afinal a Física pode ser aprendida de várias formas”; “aprender com a tecnologia é bem mais interessante, tudo parece diferente, as aulas bem diferentes, prefiro aprender assim”. Os alunos sentem-se muito mais entusiasmados e motivados para a aprendizagem “acho mais interessante e motivante as atividades com a calculadora e com sensores”; “gostei muito mais de usar o sensor e a calculadora gráfica, é bem diferente do que costumamos fazer”.

Segundo Werner da Rosa e Trentin (2016), a inserção de sensores pode mostrar-se como uma atração para a realização das atividades, assim como para o desenvolvimento da curiosidade dos estudantes no que diz respeito ao funcionamento dessas tecnologias. O uso dos sensores, na realização das atividades laboratoriais, pode atuar como um instigador da curiosidade dos alunos e servir como fomento à busca por pesquisar e discutir ciência. Além disso, o uso de tecnologias, ainda que de forma demonstrativa, remete o aluno a uma aproximação da escola com as situações vivenciais e cotidianas.

O uso da tecnologia, em sala de aula e na área das Ciências, é uma boa forma de trabalhar as conceções alternativas que os alunos possuem. As conceções que os alunos trazem para a aprendizagem da mecânica são bastante sólidas e difíceis de alterar. Vários escritores têm afirmado que é mais difícil mudar as ideias dos alunos nesta área de introdução

à mecânica que em qualquer outra área da ciência. Martins (2006); Tenreiro-Vieira e Magalhães (2006) e Pires (2009) consideram que uma boa forma de familiarizar os estudantes com os conceitos científicos é aproximando-se a aprendizagem da Ciência dos seus interesses e das suas vivências, numa abordagem da Ciência feita em contexto do mundo real.

5. Conclusões

A partir da análise das respostas dos alunos, percebe-se que a motivação e o interesse dos alunos para a aprendizagem com o uso da tecnologia, neste caso em específico, o sensor e a calculadora gráfica aumentou consideravelmente. Todos consideraram que as aulas se tornaram mais dinâmicas, interativas e despertaram um maior interesse e envolvimento nas atividades propostas na aula de Física.

A era tecnológica, a que os alunos estão habituados no seu cotidiano, não pode ser desprezada, em contexto de sala de aula. As novas tecnologias devem ser um recurso utilizado em estratégias de ensino e aprendizagem por parte do professor. Assim, a utilização de sensores e da calculadora gráfica, em atividades laboratoriais ou outras, são uma importante mais valia para a adesão e envolvimento dos alunos no processo de aprendizagem e aquisição de competências. Estes recursos potencializam a aquisição e o tratamento de dados, em tempo real, e motivam os alunos para a execução das atividades e aprendizagem da Física e outras áreas das Ciências.

Desta forma, o uso de sensores e da calculadora gráfica devem ser encarados como uma excelente e disponível ferramenta, tanto para professores como para alunos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem e proporcionando uma aprendizagem ativa, dinâmica e motivadora.

6. Referências Bibliográficas

- AEDO, RAÚL R. F.; GARCIA, PEDRO M. S. & FADRAGA, ELIANIS C. El aprendizaje con el uso de las nuevas tecnologías de la información e las comunicaciones. **Revista Iberoamericana de Educación**, 2001.
- AFONSO, ALMERINDO J. e ANTUNES, FÁTIMA. A redefinição do papel do estado e as políticas educativas. **Revista Sociologia, Problemas e Práticas**, 37, pp. 33-48, 2001.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, 255p. LDA, 2009.

- ERDURAN, S. e OSBORNE, J. Developing arguments. In Alsop, S, Bencze, L. & Pedretti, E. (Eds). **Analysing Exemplary Science Teaching**, Maidenhead: Open University Press, pp. 106-115, 2005.
- FIOLEAIS, C. et al. **Metas Curriculares do 3º ciclo – Ciências Físico-Químicas**. Ministério da Educação e Ciência, 2013.
- FIOLEAIS, C. et al. **Programa de Física e Química A, 10º e 11º anos**. Ministério da Educação e Ciência, 2014.
- MARTINS. **Educação em Ciências e Ensino Experimental, Formação de Professores**. Ministério da Educação, 2006.
- MESQUITA, E. **Competências do Professor, representações sobre a formação e a profissão**. Lisboa: Edições Sílabo, 2011.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T., e BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógicas**. Campinas: Papirus, 2000.
- MORGADO, J. C e CARVALHO, A. A. A. Usufruir das Mudanças Curriculares para a Integração das Tecnologias da Informação e Comunicação. **Revista de Estudos Curriculares**. Ano 2, Número 1, pp. 85-120. Braga: Associação Portuguesa de Estudos Curriculares, 2004.
- PIRES, D. M. Textos de Apoio não editados. ESEB, Bragança, 2009.
- ROCHA, H. Calculadoras gráficas: Que utilização? In **Actas do XII Seminário de Investigação em Educação Matemática** (pp. 233-252). Lisboa: APM, 2001.
- SOUSA, A. S.; e SIMEÃO, P. Utilização de sensores no ensino das Ciências. **Gazeta de Física**. Volume 34, números 3 e 4, pp. 1-6, 2011.
- TENREIRO-VIEIRA, C.; e MAGALHÃES, S. I. Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento Crítico: um programa de formação de Professores. **Revista Portuguesa da Educação**, 19(2). Braga, 2006.
- TORRES, T.; COUTINHO, C.; e FERNANDES, J. Aplicações e Modelação Matemática com recurso à calculadora gráfica e sensores. **Revista Iberoamericana de Educación Matemática**, Número 15, pp. 26-31, 2008.
- WERNER DA ROSA, C. T.; TRENTIN, M. A. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Volume 33, número 1, pp. 292-305, 2016.
- WITTGENSTEIN, L. **Philosophical Investigations**. Basil Blackwell Ltd, 1953.

Recebido em abril 2018
Aprovado em junho 2018