

# Iluminação do Centro Histórico da Aldeia de Casteição: Proposta de Intervenção

Patrícia Santos e Abreu, Cristina Faustino Agreira  
& Manuel Travassos Valdez

Artigo integrado na  
**Parte 4 "Domínio das Engenharias"**  
da publicação.

**Páginas do artigo**  
235-255

**Título da Publicação**  
Ciências Aplicadas: Coletânea de Estudos

**Coordenação**  
Susana Gonçalves, Helena Almeida, Paula Fonseca, Cândida Malça,  
Fátima Neves, Carlos Dias Pereira e Marco Veloso

**Data de publicação**  
Fevereiro de 2017

**Editor**  
CINEP/IPC

**ISBN (impresso)** 978-989-99463-0-9

**ISBN(ebook)** 978-989-99463-1-6

## Nota biográfica

### Patrícia Santos e **Abreu**

Licenciada em Engenharia Electrotécnica e Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, tendo concluído estes graus em 2008 e 2011, respetivamente. Desde 2012 que frequenta o Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, na área de especialização de Energia. A nível profissional é assistente convidado, a tempo parcial, desde 2010, no IPC/Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e exerce o cargo de formadora noutras entidades. Os seus interesses de pesquisa prendem-se com os sistemas elétricos de energia, as smartgrids, os sistemas de proteção elétrica das redes e a luminotecnia. Publicou alguns artigos de pesquisa em conferências internacionais, bem como artigos em revistas internacionais.

### Cristina Faustino **Agreira**

Licenciada em Engenharia Electrotécnica e Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia pelo Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, tendo concluído estes graus em 2008 e 2011, respetivamente. Desde 2012 que frequenta o Doutoramento em Engenharia Electrotécnica e de Computadores na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, na área de especialização de Energia. A nível profissional é assistente convidado, a tempo parcial, desde 2010, no IPC/Instituto Superior de Engenharia de Coimbra e exerce o cargo de formadora noutras entidades. Os seus interesses de pesquisa prendem-se com os sistemas elétricos de energia, as smartgrids, os sistemas de proteção elétrica das redes e a luminotecnia. Publicou alguns artigos de pesquisa em conferências internacionais, bem como artigos em revistas internacionais.



## Manuel Travassos **Valdez**

Recebeu o seu diploma e grau de Mestre em Engenharia Eletrotécnica pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), Portugal, em 1980 e em 1995, respetivamente. Recebeu o seu diploma de Doutoramento em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Portugal, em 2013. Em 1981, entrou para o Instituto Politécnico de Coimbra (ISEC) e atualmente ocupa o cargo de Professor Adjunto. Atualmente é docente responsável por unidades curriculares de análise de circuitos elétricos e projetos de sistemas de energia elétrica da licenciatura. O seu interesse principal de pesquisa inclui TIC no ensino, e-learning, realidade virtual, laboratórios virtuais. Publicou vários artigos de pesquisa em congressos nacionais e internacionais, assim como capítulos de livro e artigos em revistas internacionais.



## **Iluminação do Centro Histórico da Aldeia de Casteição: Proposta de Intervenção**

Patrícia Santos e Abreu, Cristina Faustino Agreira & Manuel Travassos Valdez

A luz condiciona a maneira de ver e sentir o mundo, é fonte de iluminação, inspiração e sentido (Olliveira, 2015). É o parâmetro mais importante a ter em atenção quando é necessário realizar projetos de iluminação. Com o aumento da popularidade da sustentabilidade e eficiência energéticas torna-se vital adaptar os espaços exteriores, respeitando a sua componente histórica, para que possam ser admirados, não apenas de dia. A preocupação com o conforto, segurança e estética são aspetos importantes.

A iluminação pública decorativa é sem dúvida, uma área que deve ser explorada e alvo de alguma exigência tanto pelo projetista, como pelo dono da obra e evidentemente por quem dela usufrui. Durante anos esta exigência não se verificou e observam-se, agora, zonas históricas, parques, jardins e monumentos, que apresentam uma carência de iluminação que provoca o afastamento das pessoas desses mesmos locais.

Um projeto de iluminação de uma fachada ou monumento é uma atividade também artística, exigindo um estudo detalhado desses locais. Uma das tarefas do projetista de iluminação é a de decidir que características do prédio são mais atraentes e assim desenvolver o projeto tentando realçar essas mesmas características. A técnica correta de se iluminar uma fachada não se encontra, somente, baseada em princípios de engenharia de iluminação, é também necessária uma compreensão a respeito dos valores estéticos da arquitetura do local.

Com o avanço da tecnologia podem-se obter diversas formas eficientes e eficazes de se elaborar um projeto luminotécnico, visando a eficiência energética e a sustentabilidade dos sistemas de iluminação (Cabrita, C., Tavares, B., Bento, V., 2008).

A iluminação do centro histórico da aldeia de Casteição, do concelho de Mêda, distrito da Guarda, foi um trabalho de investigação desenvolvido no âmbito de um protocolo assinado em 2008 entre o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra/DEE, a Câmara Municipal de Mêda e a Junta de Freguesia de Casteição, com vista à recuperação da iluminação do centro histórico. Este trabalho, inserido na unidade curricular de Projeto de Sistemas de Energia Elétrica, do 3º ano da Licenciatura em Engenharia Eletrotécnica, teve como principal objetivo a iluminação direcionada para os monumentos e fachadas mais importantes da aldeia de Casteição, integrando os alunos na utilização da aprendizagem baseada em problema (PBL- *Problem Based Learning*).

Atualmente, as Instituições de Ensino Superior devem saber preparar o aluno para enfrentar um mercado altamente competitivo, no qual as soluções para problemas devem assentar sobre conceitos científicos perfeitamente formados. A aprendizagem cooperativa envolvendo os alunos a trabalhar em equipa, proporciona o desenvolvimento de novas competências, tais como a interdependência positiva, a responsabilidade individual, a promoção da interação face-a-face, o uso apropriado de capacidades de colaboração assim como o “*self-assessment*” da própria equipa.

O presente trabalho de investigação foi realizado através do recurso ao *software* DIALux 4.3, um dos principais softwares de simulação luminotécnica, bastante utilizado por arquitetos, engenheiros, decoradores e estudantes. Este *software* permite criar uma visualização tridimensional realística dos ambientes, selecionar luminárias e simular o ambiente, com a presença de luz natural e artificial e com a possibilidade de produzir filmes para apresentação.

### **Estratégia de Ensino e Aprendizagem**

Na unidade curricular de Projeto de Sistemas de Energia Elétrica, foi incluída uma nova forma de ensino e aprendizagem, o PBL. Nesta metodologia os alunos desempenharam um papel importante, no cenário apresentado, através de um ambiente virtual muito semelhante ao mundo real. Os objetivos de

aprendizagem da simulação foram pré-definidos e disponíveis para estudantes, que foram obrigados a criar estratégias para atingir esses objetivos. O cenário que eles receberam levantou um número de questões e problemas. O desafio foi identificar e abordar as questões e problemas e a sua própria perspectiva e ver como poderiam lidar com eles de forma criativa. Isto é considerado tão importante quanto explorar criativamente outros problemas que o acham que podem estar relacionados com as questões levantadas.

Os alunos foram agrupados em equipas de quatro a fim de maximizar o potencial de aprendizagem desta simulação, mantendo a dinâmica de grupo, particularmente a comunicação e habilidades interpessoais necessárias. Eles também eram obrigados a tomar em consideração todas as obrigações legais e industriais usadas em contextos de vida real (Bodemer, 2004). No final do semestre, todos os alunos participaram de um fórum presencial para discutir quaisquer questões relevantes levantadas durante o processo. O fórum foi usado para a reunião de estudantes, professores e profissionais interessados no campo do *design* de iluminação. As discussões envolveram os benefícios deste modo ensino em particular e a estratégia de aprendizagem para ambas as partes envolvidas, professores e alunos.

Foi possível adaptar o conteúdo das matérias da unidade curricular e as atividades de aprendizagem em resposta ao desenvolvimento durante a simulação. A avaliação consistiu em rever e refletir sobre o conhecimento conceitual e compreensão do trabalho como engenheiro de *lighting design*, bem como as aptidões, em participar o trabalho em equipa, usando recursos de simulação.

### **Envolvimento dos alunos**

Neste trabalho de investigação um grupo de alunos mostrou-se interessado no tema proposto. Com base no objetivo proposto integraram uma equipa, focaram-se no problema, planejaram e determinaram a metodologia mais apropriada para o alcançar. Foi necessário avaliar e discutir o problema em

grupo e analisar os aspetos mais significativos. Os alunos foram orientados por dois docentes e todos eles tiveram acesso a recursos experimentais, de teste assim como recursos de computação, tendo sido integrados num Laboratório.

Neste projeto, os alunos participaram como agentes ativos no processo de aquisição de conhecimento, aprendendo a comandar as diferentes ferramentas e recursos disponíveis. Assim, estavam ativamente envolvidos nos seus papéis. Foi utilizado um instrumento de avaliação anónimo no final do curso, a fim de obter um feedback objetivo dos alunos participantes (J. Zhang, Chen, & Reid, 2000).

A simulação forneceu uma variedade de oportunidades para os alunos interagirem uns com os outros. Com a simulação os alunos foram capazes de “*practice skills*” e explorar áreas sensíveis. A maioria dos alunos classificaram a eficácia da simulação como sendo alta ou muito alta. Estas conclusões deram um feedback muito positivo para o uso de simulações de ambiente virtual para promover a compreensão sobre os conteúdos, competências e valores relevantes para o projeto proposto.

O projeto exigiu que os alunos adquirissem uma reflexão crítica e ampliassem os seus conhecimentos e compreensão das principais questões. O projeto substituiu os tutoriais/seminários presenciais convencionais e promoveu um contato frequente entre os alunos e os professores. Isto exigiu que os alunos examinassem os seus próprios comportamentos e tivessem em consideração os dos outros. O projeto de simulação permitiu um aumento na comunicação e reforçou o senso de comunidade entre os alunos.

Foi considerado muito positivo o facto de que os alunos não tiveram dificuldades em aceitar as opiniões dos colegas, em colaborar/trabalhar com os outros, em ajudar os outros, em ser um amigo e terem conseguido manifestar as suas opiniões e ideias.

Estas estratégias resumem as atitudes fundamentais, para o trabalho cooperativo. Os alunos reconheceram os benefícios destas estratégias, apesar de



terem alguma dificuldade em trabalhar com alguns dos seus companheiros de grupo. O trabalho cooperativo fomentou o trabalho em equipa. O entusiasmo e a capacidade de trabalhar com os outros são aptidões que eles tiveram que desenvolver na escola. De um modo geral, pode concluir-se que a experiência teve um impacto positivo na forma como os alunos aprenderam.

A aprendizagem cooperativa é um processo dinâmico em que os alunos trabalham em equipa, tendo um objetivo comum a alcançar com a realização do trabalho de investigação (Faust & Paulson, 1998).

O método de aprendizagem cooperativo difere substancialmente dos métodos clássicos. Representa um novo paradigma de ensino com muitas vantagens que podem proporcionar uma grande melhoria na aprendizagem ao longo da vida (Felder & Brent, 2001).

O PBL é, pois, uma metodologia que ajuda os alunos a explorar e a utilizar os seus próprios recursos, e pode ser aplicada a um largo espectro de matérias. Os problemas são usados para motivar o interesse dos alunos e iniciar a aprendizagem, trabalhando cooperativamente em grupos na procura de soluções para os problemas (J. W. Zhang, Chen, Sun, & Reid, 2004). A estratégia educativa PBL, sendo uma metodologia de aprendizagem ativa, foi usada e adaptada neste trabalho de investigação. Esta metodologia é considerada uma forma de fomentar a aprendizagem dos alunos, de modo a aumentar a sua aprendizagem e motivação, assim como melhorar o ambiente na sala de aula. É um modo eficaz de aumentar o nível de realização e de atitude dos alunos.

Muitos alunos estavam motivados para aprender e tentaram realizar todas as atividades, esclarecer as suas dúvidas e resolverem todos os problemas que ocorreram. A grande maioria assumiu que adquiriram uma grande quantidade de informações, compreensão e competências sobre o assunto, e que foi muito útil. Alguns alunos pediram aos seus colegas ajuda para resolver alguns problemas, promovendo uma aprendizagem *peer-to-peer* (Mazur, E. 1997). Alguns alunos sentiram que as estratégias de cooperação nem sempre foram muito eficazes.

## **Trabalho de Investigação: a Aldeia de Casteição**

Na conceção de uma instalação de iluminação é exigido ao projetista o cumprimento integral dos níveis de iluminação adequados a cada situação, evitando assim o efeito “poluição luminosa”.

Este efeito é hoje bastante visível nos grandes centros urbanos, e vai no sentido contrário às exigências europeias e mundiais quanto à racionalização energética. É nesta área que a utilização de equipamentos mais eficazes se traduzirá em reduções significativas de consumos energéticos. Hoje em dia, o principal objetivo é instalar equipamentos que proporcionem níveis de iluminação necessários ao desempenho das atividades, reduzindo quer o consumo de energia eléctrica quer os custos de manutenção dos sistemas.

As diversas iluminações, hoje presentes nas nossas ruas, podem ser divididas em diretas e indiretas. Diretas são aquelas que estão implementadas no espaço público e que podemos classificar em iluminação pública, iluminação patrimonial, iluminação comercial, iluminação operativa, iluminação artística, e iluminação efémera. Já a iluminação indireta fornece um ambiente agradável que permite enquadrar as formas arquitetónicas, podendo reforçar as construções resistentes e pesadas que podem ser atenuadas graças ao efeito indireto, para que todos os elementos sejam evidenciados. A criação de cadeias de iluminação indireta longas e sem sombras fornece uma sensação extra de espaço.

Uma iluminação pública que tem como função primordial garantir um nível de luz das ruas, praças, vias, jardins e que torne viável e confortável utilizar estes locais durante a noite. É um tipo de iluminação com relevo urbanístico e arquitetónico pois, quando devidamente trabalhada e articulada com as outras formas de iluminação tem capacidade para, além de garantir níveis de iluminação suficientes para a utilização do espaço público, fomentar percursos, assinalar pontos relevantes, distinguir locais e gerar interesse. No caso da iluminação pública, esta deve assentar nos seguintes pontos:



- Desencorajar assaltos, roubos e agressões;
- Proporcionar a sensação de segurança;
- Ser economizadora de energia;
- Ter índices mínimos de falha e de manutenção;
- Ser o embelezamento das cidades e conforto dos cidadãos.

Quanto à iluminação patrimonial, presente neste trabalho, é a que incide sobre monumentos e edifícios relevantes (pela sua história, arquitetura, ou pelas suas funções) de forma a enfatizar essa relevância e as suas qualidades arquitetónicas e/ou esculturais. É uma iluminação com grande potencial artístico e de atração. É sobre este tipo de iluminação que se debruçam a maioria dos trabalhos de *design* de iluminação de exteriores (Neto, 2009).

Um projeto de iluminação deve referenciar a promoção do brilho, os elementos entendidos como mais importantes da composição. Esta relação de valor de um elemento perante o todo e, conseqüentemente, o destaque pela luz define o direcionamento do olhar dentro do campo visual no período noturno, já que somos atraídos pelo seu brilho. Assim, o projeto de iluminação deve estabelecer um critério hierárquico para garantir que o observador seja atraído por algo que justifique a sua atenção, caso contrário a solução perde valor e a cena torna-se frustrante (Cabrita, C., Tavares, B., Bento, 2008).

Além do uso de luz branca na iluminação de edifícios, o uso da luz colorida é cada vez mais frequente, seja com a aplicação de filtros ou usando fontes que emitem luz num único comprimento de onda, como o LED (*Lighting Emitting Diode*). Estas soluções produzem transformações controversas no objeto e com um significado gráfico intenso que deve ser fundamentado com a tipologia da arquitetura. Muitos profissionais questionam a aplicação da luz colorida na iluminação de edifícios, pois o efeito final pode facilmente tornar-se excessivamente apelativo e desorientar o observador, já que distorce a compreensão natural dos materiais. Na maior parte dos casos, este uso da luz fica restrito a situações específicas, como demonstrações temporárias e iluminação para eventos (Varandas et al, 2007).

## Trabalho desenvolvido

Este projeto de investigação foi alvo de um estudo tendo em consideração o local a iluminar, o tipo de iluminação e a escolha das luminárias, tendo em atenção as vantagens e desvantagens no sentido de evitar o desconforto aos seus utilizadores. Estando a aldeia de Casteição inserida numa zona histórica foi necessário fazer o levantamento histórico do local.

Em primeiro lugar, foi necessário identificar todos os edifícios e espaços que merecessem relevância devido ao seu elevado valor histórico.

Elaborado o registo dos edifícios com maior importância, os alunos procederam a um levantamento da iluminância existente nas zonas escolhidas, através de registo fotográfico e registo luminotécnico com a ajuda de um luxímetro. Verificaram existir uma iluminação deficitária e sombria, que potencializava o êxodo de visitantes e/ou turistas e criava condições favoráveis ao vandalismo e à insegurança.

Sendo a aldeia de Casteição um local de encontro e lazer entre os habitantes e dado o seu elevado valor histórico optou-se por uma iluminação que desse destaque aos principais valores edificados e que, em simultâneo, fosse criado um efeito visual inovador, juntando a harmonia à sobriedade.

Neste projeto foram tidos sempre em conta fatores económicos, nomeadamente, o custo das luminárias e o custo de manutenção. Com tal intuito foram definidas zonas de estudo pormenorizado, onde se localizavam os pontos mais importantes.

Após a realização do levantamento das zonas importantes os alunos procederam ao desenvolvimento e construção das zonas a iluminar na aldeia, com o *software* DIALux, conforme ilustrado nas Figuras 1 a 6. Todas as texturas apresentadas foram desenhadas pelos alunos.

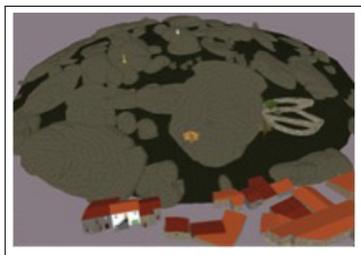


Figura 1. Simulação do Morro do Castelo (DIALux, 2008).



Figura 2. Campanário (DIALux, 2008)



Figura 3. Pelourinho (DIALux, 2008).

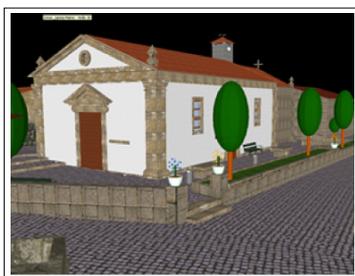


Figura 3. Igreja Matriz (DIALux, 2008).



Figura 5. Torre do Relógio (DIALux, 2008).

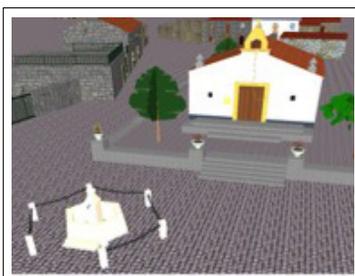


Figura 6. Fontanário e Capela de Santo André (DIALux, 2008).

Tendo em conta toda a sua componente histórica, este projeto deu prevalência aos edifícios/monumentos, nunca esquecendo a vertente lúdica. O presente trabalho foi elaborado segundo os seguintes princípios orientadores:

- Os edifícios considerados de maior relevância tiveram uma iluminação mais incisiva, com o objetivo de dar realce aos seus valores arquitetônicos e históricos;
- Aplicou-se uma distribuição o mais uniforme possível das luminárias ao longo da Praça, de modo a obter um nível constante de luminância;
- O valor médio da luminância situou-se acima de 50 lux, com o intuito de dar uma maior luminosidade à Praça;
- Criou-se um ambiente inovador, através da aplicação de luminárias usando LEDs no pavimento, de forma a criar um “pequeno nevoeiro multicolor”, transmissor de virtualidade.

Na implementação e seleção das luminárias foram tidos em conta o tipo de lâmpada, material da luminária, índice de proteção (IP), classe de isolamento (IK), resistência ao choque, custo das luminárias e de manutenção, no sentido de escolher o tipo de iluminação adequado, bem como garantir a eficiência energética na escolha da iluminação.

Na Igreja Matriz pretendeu-se que a fachada fosse destacada, tendo-se optado pela iluminação rasante. A Figura 7, do lado esquerdo, ilustra a representação tridimensional da distribuição da luz que incide na fachada, através das luminárias utilizadas, bem como a iluminação no largo da Igreja.



*Figura 7.* Simulação da iluminação na Igreja Matriz, na figura da esquerda a frente e lateral e na direita a parte de trás da Igreja, com iluminação rasante (DIALux, 2008)



Outros locais importantes, iluminados, foram o Campanário, Torre do Relógio e Pelourinho.



Figura 8. Simulação da iluminação do Campanário (DIALux, 2008).



Figura 9. Simulação da iluminação da Torre do Relógio (DIALux, 2008).



Figura 10. Simulação da iluminação do Pelourinho (DIALux, 2008).

Com a elaboração deste projeto de iluminação, toda a Aldeia de Casteição fica a ganhar com uma iluminação, que transmite mais vida, mais segurança e mais conforto não só aos seus habitantes como também aos turistas que a visitam, dado que nas zonas centrais já não existem locais sem iluminação e são destacadas, através da iluminação, as partes mais importantes da aldeia.

## Resultados do trabalho de investigação

Os benefícios da aprendizagem ativa e cooperativa são, essencialmente, o melhorar a motivação para a aprendizagem e o aumento do amor-próprio e auto confiança dos alunos. A aprendizagem cooperativa mudou muito as práticas de aprendizagem dos alunos, passando estes mais tempo a estudar e a analisar cada uma das matérias do curso. Este estilo de aprendizagem torna os alunos mais confiantes no modo como apresentam as suas ideias científicas. Os alunos que trabalham nestes projetos são estimulados, compelidos a pesquisarem e promoverem capacidades de pensamento críticas. Neste ambiente cooperativo é esperado um aumento significativo na motivação para aprender e na aprendizagem ao longo da vida.

O ambiente de aprendizagem ativo e cooperativo incentiva alunos a comunicar uns com os outros. Os alunos sabem que os seus colegas dependem do seu desempenho individual. Cada um pode construir e interpretar a realidade, baseada nas suas próprias experiências e conhecimentos. Isto dá-lhes mais responsabilidade para decidir o que aprender, quando aprender e como aprender. Os alunos receberam tarefas idênticas que na prática podem fornecer soluções diferentes.

Com a aprendizagem ativa e cooperativa, os alunos aprendem como discutir, a saber escutar os colegas, a debater e a trabalhar em equipa. Os ambientes de aprendizagem cooperativos incentivam os alunos a expressarem-se aos professores, assim como aos seus colegas. A aprendizagem cooperativa é muito útil para um desempenho futuro da engenharia na indústria, porque enfatiza esforços de grupo e estilos de trabalho e de aprendizagem amigáveis (Agreira, Brandão, & Valdez, 2010).

## **Conclusão**

Neste trabalho foi apresentada uma abordagem prática para a unidade curricular de Projeto de Sistemas de Energia Elétrica. Foi requerido aos alunos a conceção de um projeto de iluminação assistido por computador, utilizando o modelo de aprendizagem baseada em problemas, PBL. Foi possível analisar a vantagem de se usar uma iluminação correta e entender como ferramentas de *software*, como o programa de computador DIALux 4.3, podem ser úteis no estudo de projetos de engenharia de iluminação.

O projeto de simulação serviu para realçar a autenticidade e a aplicação da metodologia de aprendizagem; o projeto de iluminação foi usado para promover aptidões e entendimento para trabalhar colaborativamente. Neste projeto, foi fundamental que os alunos e professores compartilhassem a responsabilidade por manterem-se atualizados com os produtos de aprendizagem provenientes do projeto de simulação. Para além da simulação, a maioria dos contatos entre



os alunos ocorreu espontaneamente ou por acordo mútuo, de acordo com sua própria conveniência.

A integração de PBL gerou o entusiasmo dos alunos a trabalhar em grupos, em problemas do mundo real, beneficiando com esta abordagem a motivação em aprender e a auto estima dos alunos. Os próprios alunos reconheceram o potencial do método. O PBL apoia muitos dos interesses dos professores e das organizações de âmbito profissional. Sobretudo, incentiva os alunos a serem responsáveis pela sua própria instrução. Enfatiza as aptidões de pensamento crítico, compreensão, aprendendo como aprender, e trabalhando de modo cooperativo com outros.

Os benefícios de PBL são bem vistos no modo como os alunos melhoraram o estudo e a análise de projetos. Os alunos que usaram esta abordagem atingiram mais altas classificações do que alunos em cursos tradicionais, tendo mesmo a maioria encontrado emprego na área da iluminação. Sem dúvida que foi visível que a participação pessoal e a interação se manterem muito positivas, apresentando um elevado grau de responsabilidade, e desenvolvendo as aptidões necessárias para enfrentar o mundo real.

Este projeto, desenvolvido num semestre, provou ser agradável e desafiador para todos os envolvidos. Entretanto, deve ser reconhecido que requer uma quantidade muito grande de recursos, humanos e outros, quando comparados com a abordagem tradicional.

Foi no sentido de dar uma “nova luz” à Aldeia de Casteição, que este projeto se inseriu. Pretendeu-se que, no final, esta aldeia tenha implementado uma iluminação que esteja de acordo com o seu quadro arquitetónico sem ferir suscetibilidades, realçando os seus monumentos, criando o conforto a harmonia e a segurança a quem por lá se passeie. No entanto, por razões de natureza económica o projeto não pode ser implementado.

Com o presente trabalho de investigação, os alunos envolvidos adquiriram múltiplos conhecimentos sobre iluminação, especialmente na iluminação de

monumentos e fachadas, espírito crítico e de equipa, bem como respeitar os colegas e acima de tudo ganhar a noção de responsabilidade que um projeto pode exigir.

### **Agradecimentos**

Este trabalho de investigação foi desenvolvido pelos alunos: Bruno Tavares, Carmen Cabrita, Daniela Santos, João Abreu, João Santos, Patrícia Santos, Vera Bento, Vera Lopes e Victor Varandas.

## Referências

- Agreira, C. F., Brandão, R. M., & Valdez, M. M. T. (2010). O sucesso da aprendizagem activa e cooperativa nos cursos de especialização tecnológica. XI International Conference on Engineering and Technology Education, INTERTECH'2010.
- Bodemer, D. (2004). Enhancing Simulation-Based Learning through Active External Integration of Representations. In *Proc. 26th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, CogSci*. Chicago.
- Cabrita, C., Tavares, B., Bento, V. (2008). *Projecto Luminotécnico da Aldeia Histórica de Casteição*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- DIALux. (2008). Resultados da simulação do DIALux.
- Faust, J. L., & Paulson, D. R. (1998). Active learning in the college classroom. *Journal on Excellence in College Teaching*, 9(2), 3–24.
- Felder, R., & Brent, R. (2001). Effective strategies for cooperative learning. *Journal Cooperation & Collaboration in College Teaching*, 10(2), 69–75.
- Neto, A. J. N. (2009). *As Luzes da Cidade – Iluminação Arquitectónica e Urbanística Proposta para Caldas da Rainha*. Instituto Superior Técnico- Universidade Técnica de Lisboa.
- Olliveira, C. (2015). Web Site. Retrieved May 15, 2015, from <http://clebeirdesigner.blogspot.pt/2015/02/a-luz-condiciona-nossa-maneira-de-ver-e.html>
- Varandas, V.M., Marques dos Santos, D. A., Jesus Santos, J.P., Faustino Agreira, C.I., Travassos Valdez, M. M. (2007). An improvement of efficient illumination of the facades of historical monuments. In *2o Congresso Internacional de Engenharia Electrotécnica do ISEC*.

- Zhang, J., Chen, Q., & Reid, D. J. (2000). Simulation-based scientific discovery learning: a research on the effects of experimental support and learners' reasoning ability. In Proc. IFIP *World Computer Congress, ICEUT2000 Educational Uses of Communication and Information Technologies* (pp. 344–350). Beijing.
- Zhang, J. W., Chen, Q., Sun, Y. Q., & Reid, D. J. (2004). Triple scheme of learning support design for scientific discovery learning based on computer simulation: experimental research. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20(4), 269–282. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2004.00062.x>

