

# Promoção do Sucesso na Aprendizagem em Física: proposta de um Ecossistema Digital para a Gestão do Conhecimento [EDGC]

Jorge Fonseca e Trindade, Ph.D. †  
Cassiano Zeferino de Carvalho Neto, Ph.D. ‡

† Instituto Politécnico da Guarda (IPG)  
Centro de Física Computacional (CFC)  
jtrindade@ipg.pt

† Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE)  
Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)  
carvalhonetocz@gmail.com  
www.carvalhonetocz.com

---

## Resumo

A unidade curricular de Física faz parte integrante da generalidade dos currículos das licenciaturas em engenharias, sendo habitualmente leccionada nos primeiros anos dos cursos, por se tratar de uma disciplina subsidiária de outras nucleares das licenciaturas. Por uma multiplicidade de fatores, que convergem para uma divergência abismal entre as expectativas que os sistemas educativos têm sobre a aprendizagem que os alunos deveriam ter realizado e aquela que efetivamente demonstram ter realizado, é muito baixo o aproveitamento escolar em Física.

É do maior interesse de ambas as partes (alunos e instituições) encontrar estratégias que ajudem a superar este problema. Apresentamos uma proposta tecnológica, centrada no aluno, para o aluno e adequada às reais necessidades do aluno, capacitada para a resolução deste tipo de problemas e testada em larga escala no meio educacional brasileiro e que se encontra em fase final de implementação para a sua validação no contexto do ensino superior nacional.

**Palavras-Chave:** Física, aprendizagem, Ecossistema Digital para a Gestão do Conhecimento.

---

## 1 Contexto

A unidade curricular (UC) de Física faz parte integrante da generalidade dos currículos das licenciaturas em engenharias (para além de alguns Cursos de Especialização Tecnológica e de alguns Cursos Técnicos Superiores Profissionais). Na Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda, contexto em que se enquadra o presente estudo, a UC é leccionada nas licenciaturas em Engenharia Informática, Engenharia Civil, Engenharia Topográfica e ainda na licenciatura em Energia e Ambiente.

Tratando-se de uma UC subsidiária de outras disciplinas nucleares da estrutura curricular daquelas licenciaturas, a Física é habitualmente leccionada no primeiro ano das

licenciaturas, podendo ser lecionada no primeiro ou no segundo semestre, como acontece nas licenciaturas em Engenharias Informática e Civil e nas licenciaturas em Engenharia Topográfica e em Energia e Ambiente, respetivamente, devendo ser da maior importância o aproveitamento na sua aprendizagem. Mas, na generalidade, não é assim. Apesar dos conteúdos programáticos de Física daquelas licenciaturas integrarem conceitos de banda larga (sem qualquer nível de especialização) não é incomum um elevado nível de insucesso na aprendizagem na UC. De facto, são recorrentes as dificuldades dos alunos na compreensão de conceitos fundamentais de Física, com as inevitáveis dificuldades daí resultantes: desde as limitações no acesso ao ensino superior (pelos fracos resultados obtidos na disciplina e/ou no exame nacional de Física do ensino secundário) até aos encargos financeiros para o Estado (pelo persistente insucesso na aprendizagem), passando pela dificuldade na compreensão conceptual com a consequência inaptidão para a resolução de problemas (não de exercícios!), pela baixa taxa de assiduidade às aulas de Física ou mesmo pela desistência dos alunos da frequência do ensino superior.

Esta situação não é um caso excepcional. Por exemplo, um dos estudos mais recentes (2010) sobre esta temática e num contexto universitário mais amplo e transversal (envolvendo sete universidades de Argentina, Espanha, Chile, Cuba e México), com uma amostra de 2109 alunos, conclui que o conhecimento conceptual de Física dos alunos é muito pobre (quando se compara com as expectativas que os sistemas educativos têm sobre a aprendizagem que os alunos deveriam ter realizado) e que este parco conhecimento é homogéneo em alunos de diferentes sistemas educativos (Pérez de Landazábal et al., 2010). No presente caso, para além da inadequada preparação de base (em Física e em Matemática) acresce a emergência de uma população estudantil que, não raras vezes, teve pouco ou nenhum contacto com aquelas disciplinas (devido a percursos escolares sinuosos) ou teve-o há muito tempo (no caso do concurso dos maiores de 23 anos).

No contexto deste trabalho, as estratégias que têm sido usadas para colmatar esta situação vão desde a adoção de novas metodologias pedagógicas (Fonseca e Trindade, 2014), a adequação das metodologias de avaliação por forma a estimular um trabalho contínuo, a oferta de cursos paralelos de fundamentos de Matemática, a possibilidade de repetição da unidade curricular no mesmo ano letivo, entre outros. Contudo, os resultados obtidos com estas estratégias não têm surtido o efeito desejado. É, indubitavelmente, uma situação insustentável, para a qual urge encontrar uma solução, que deverá incorporar metodologias ativas que, por um lado, detetem precocemente o problema, incorporem metodologias corretivas que envolvam e comprometam o aluno na superação das dificuldades e que adequem as estratégias às reais necessidades de cada aluno. Falamos de uma proposta de metodologia centrada *no aluno* (gestão autónoma do seu progresso), *para o aluno* (utilização individual e autónoma) e adequada às reais necessidades *do aluno* (atendendo à especificidade das suas lacunas). Naturalmente que será insubstituível o papel de relevo que o aluno comprometidamente deverá ter na adopção desta metodologia. Não havendo soluções mágicas para este problema e descartando qualquer possibilidade de facilitismo (mesmo que camuflada), a única via é incentivar o aluno a trabalhar um pouco mais (Ferreira e González, 2000). Este artigo visa relatar o processo de contextualização que inspirou e propiciou o desenvolvimento de uma solução educacional aberta e personalizada, de base totalmente digital, dedicada à Educação Científica e Tecnológica com ênfase nas áreas de Física e Matemática. Ao conjunto de software integrado numa estrutura sistémica, em nuvem, contando com dispositivos de gestão, comunicação e avaliação online e de um repositório de recorrência onde estão depositados e organizados objetos educacionais digitais intitulou-se Ecosistema Digital para a Gestão do Conhecimento (EDGC). Trata-se de uma solução iniciada num contexto socioeducativo igualmente complexo e diversificado (no Brasil), que tem sido refinada e aprimorada, fruto da boa receptividade que encontrou junto dos alunos (e instituições), da constante preocupação em se adaptar às reais necessidades e níveis educacionais dos alunos e da sua flexibilidade.

## 2 Descrição da prática pedagógica

A concepção original de um modelo teórico para hipermedia complexa (Complexmedia) e de uma Plataforma Complexmedia (Carvalho Neto, 2011) voltada à gestão do conhecimento, propiciou o quadro de fundo necessário e suficiente para o desenvolvimento de objetos educacionais digitais (OED) concebidos e estruturados como unidades granulares estocadas e organizadas em repositórios digitais próprios. Os recursos para o desenvolvimento deste conjunto de medias digitais dedicadas à área de Física, com recorrência a pré-requisitos de Matemática, foram obtidos por ocasião de um programa de grande envergadura designado Condigital, levado a efeito conjuntamente pelos Ministérios da Educação (MEC) e Ciência e Tecnologia (MCT) do Brasil, durante o período de 2007 a 2010. A partir de 2010 passou-se a investigar as possibilidades de contribuição de sistemas conhecidos por *Learning Management System*, ou LMS, modelados para o atendimento a programas educacionais abertos dos quais participam professores e estudantes, com atendimento a diversas áreas do conhecimento.

Para superar algumas dificuldades editoriais concebeu-se um sistema de gestão editorial, que antecede do ponto de vista sistêmico, o LMS, propiciando fomentar um processo de gestão, desenvolvimento, criação e entrega editorial estruturado, dinâmico, escalável e possível de ser integrado ao LMS. A este sistema chamou-se *Knowledge*, abreviando-o pela letra 'K'. Desse modo houve uma ampliação expressiva da solução normalmente em uso pelas instituições de ensino que realizam educação a distância, a partir da concepção do *Knowledge Learning Management System* (KLMS). Vale ressaltar ainda que um KLMS contempla um subsistema de gestão da entrega de conteúdo de conhecimento a cada destinatário, de modo a tornar o processo fortemente personalizado. A este subsistema chama-se 'Gestão de Usuário Final', ou 'e-GUF', parte integrando do KLMS.

Mas, a partir de 2012 apresentou-se um novo desafio. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM/Brasil) representa na atualidade para os jovens brasileiros o principal processo de avaliação para ingresso dos mesmos em universidades públicas (e privadas). Por conta dessa demanda foi apresentado o contexto de uma necessidade a qual se referia a responder, por meio de um sistema digital de gestão do conhecimento, à possibilidade de que estudantes de todo o país pudessem aceder a um ambiente dedicado a esta finalidade, e realizar uma avaliação diagnóstica. A partir dos resultados obtidos na avaliação era apresentado ao estudante um Plano de Estudo o qual apontava para objetos educacionais digitais específicos, dando suporte ao processo de ensino-aprendizagem online. Foi a partir de pesquisa e desenvolvimento do sistema acima referido que se construiu um novo módulo de gestão e soluções que viria a comunicar-se com o KLMS. O módulo de avaliação diagnóstica, integrado ao KLMS, levou à formalização de uma solução ubíqua mais ampla para a educação, permitindo que processos de ensino-aprendizagem fossem levados a efeito totalmente online, integrando-se as tecnologias descritas. É neste contexto que nasce o Ecossistema Digital para Gestão do Conhecimento (EDGC). Atualmente, trabalha-se na integração final dos sistemas apresentados. O módulo de avaliação diagnóstica estará conectado ao KLMS e a uma rede que permite interação social entre estudantes, tutores, professores e gestores e será integrada ao EDGC propiciando a criação de Grupos de Estudo, de base socio colaborativa.

### 2.1 Objetivos e público-alvo

O objetivo geral deste projeto é propiciar a consolidação do EDGC para que o mesmo propicie uma base essencial em operação ubíqua, e as condições operacionais para

metodologias ativas de aprendizagem que, por um lado, ajudem a uma deteção precoce de conceitos não aprendidos, incorporem metodologias corretivas que envolvam e comprometam o aluno na superação dessas dificuldades e que adequem as estratégias às reais necessidades de cada aluno. O objetivo específico deste projeto é que estudantes vinculados ao EDGC possam realizar os seus estudos neste ambiente aberto, porém de forma personalizada. Espera-se que possam perseguir um processo de aprendizagem que os conduza ao desenvolvimento de competências, habilidades e conhecimento específico nos temas afeitos à Física e à Matemática, neste nível de ensino.

O público-alvo da iniciativa ora apresentada são estudantes que neste contexto da pesquisa estão inscritos no Ensino Superior (Portugal) e no Ensino Médio (Brasil). Constituem-se em alunos que podem ter sido reprovados, ou que apresentem dificuldades mais severas quanto ao conhecimento da Física e Matemática e não têm obtido sucesso por via de processos educacionais tradicionais, com aulas presenciais.

## 2.2 Metodologia

A utilização desta plataforma obedece a um conjunto de requisitos assim discriminados:

- Registo inicial do aluno no EDGC com e-mail da instituição de ensino a que pertence e senha definidos pelo participante;
- Constituição do perfil de identificação e sócio-cognitivo do aluno com o objetivo de o situar no contexto educacional apropriado;
- Realização de uma avaliação diagnóstica preliminar. Do ponto de vista sistêmico, o EDGC apresentará um conjunto aleatório de questões de múltipla escolha, as quais deverão ser resolvidas, online, pelo estudante;
- No final da avaliação diagnóstica será gerado um plano de estudo adequado a cada aluno. Um subsistema recorrente de *Score* acompanhará e registrará os resultados de um processo continuado de avaliação diagnóstica;
- No final de cada módulo o aluno realiza uma nova avaliação de verificação de aprendizagem. Os resultados que vão sendo registrados pelo subsistema de *Score* vão sendo processados e novos ajustes de correção de rota são disponibilizados no plano de estudo, de modo que o estudante somente avance para novos tópicos de conhecimento se para os anteriores houver alcançado o nível mínimo de competência, habilidade (conhecimento tácito) e conhecimento teórico (explícito).
- No final da realização das avaliações diagnósticas parciais, o estudante é convidado a realizar uma avaliação final. Tendo obtido o mínimo de domínio esperado para uma área, subárea, temas e conteúdos o EDGC libertará novos canais, de modo que o aluno possa prosseguir com outras áreas, subáreas, temas e conteúdo de conhecimento, reiniciando o processo, conforme o modelo descrito.

## 2.3 Avaliação

A avaliação deste projeto está prevista no início do ano letivo 2015-16, com uma amostra estimada de 100 a 120 alunos, do universo de estudantes do Ensino Superior (Portugal) e do Ensino Médio (Brasil), que voluntariamente queiram participar da pesquisa e que frequentem a disciplina de Física. Aspectos relacionados à operação ubíqua e funcionalidade do EDGC serão analisados de modo a acompanhar-se a resposta funcional do sistema, a existência de *bugs* e outros indicativos que possam levar a uma primeira avaliação do comportamento do sistema e seu contínuo aprimoramento.

Até ao momento, os sistemas apresentados (em separado) têm sido utilizados por grupos de estudantes do Ensino Médio (Brasil). As plataformas complexmedia têm recebido, espontaneamente, um número suficiente de visitantes que permitem inferir alguns indicadores do processo, conforme apresentado na Figura 1.

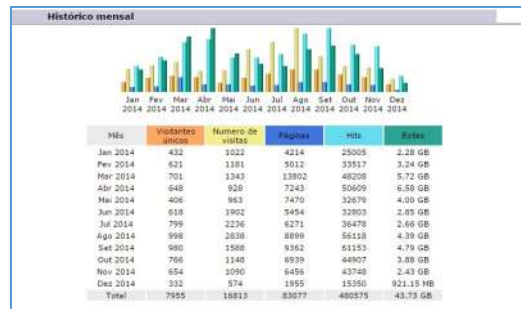


Figura 1: Registro do número de visitantes espontâneos no [www.fisicavivencial.pro.br](http://www.fisicavivencial.pro.br), durante o ano de 2014.

No ambiente da Digital Education, em modalidade aberta ao público, os números estimados durante o ano de 2014 foram de aproximadamente 30 mil visitantes espontâneos, mas deve-se ter em conta que ali não constam somente as áreas de Física e Matemática, mas outras 13 áreas do conhecimento. Portanto a estimativa é que, em média, dois mil visitantes tenham espontaneamente acesso a cada área do conhecimento.

### 3 Transferibilidade

A versatilidade do KLMS, sistema central do EDGC tem sido demonstrada por casos profissionais e experimentais. No primeiro grupo pode-se citar o Projeto Cidepe Digital. Cidepe é uma empresa brasileira especializada na concepção, fabricação e fornecimento de equipamentos para ensino e pesquisa, com mais de quinhentos modelos disponíveis. As dificuldades enfrentadas pela empresa no que dizia respeito ao atendimento aos seus clientes, dada a complexidade na identificação de componentes de um equipamento educacional, sua montagem e processos de realização de experimentos, levou à concepção do Projeto Cidepe Digital (Figura 2).



Figura 2: Processos de gestão do conhecimento, utilizando o KLMS levaram a uma experiência de sucesso dos clientes no uso dos equipamentos de ensino e pesquisa desenvolvidos pela empresa Cidepe<sup>1</sup>.

Outra iniciativa que está a ser implementada é a criação de um piloto experimental para o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) (Carvalho Neto, 2012), utilizando o sistema KLMS para prover conteúdo editorial e gestão do conhecimento realizado por professores e alunos da instituição, dedicada à formação de engenheiros especialistas na

<sup>1</sup> Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=zxUxHXFtUMI>. Acesso em 23.04.2015

indústria aeronáutica e aeroespacial. Por esta mesma via pode-se destacar também a existência de um projeto piloto na área da saúde. Trata-se da criação do Instituto para a Formação Continuada em Saúde<sup>2</sup>, voltado a desenvolver e prover processos de gestão do conhecimento dedicados a profissionais da saúde, em exercício.

Em função do exposto, o índice de transferibilidade ligado de forma mais específica ao KLMS e de modo mais amplo ao EDGC pode ser considerado elevado, uma vez que esta solução permite, com flexibilidade, que se transite por diferentes áreas do conhecimento, mantendo o foco na perspectiva de uma educação aberta e personalizada.

## 4 Conclusões

O elevado insucesso na aprendizagem de Física, em alunos do ensino superior, tem sido tema recorrente em artigos de investigação nesta área. A justificá-lo está a persistência desta problemática, que assume contornos particularmente preocupantes nalguns cursos de licenciaturas em engenharias.

Da multiplicidade de propostas para debelar este problema destaca-se um denominador comum: a necessidade de detetar precocemente o problema e de propor estratégias corretivas. Juntando a isto uma maior responsabilização do aluno (materializada numa gestão autónoma do seu trabalho e numa adequação diferenciada do trabalho de recuperação necessário) iniciámos o desenvolvimento de uma solução tecnológica, com resultados comprovados no meio educacional brasileiro e que se pretende adaptar e transferir para o ensino superior português. A sua validação experimental está prevista para o arranque do próximo ano letivo, com uma amostra estimada de 100 a 120 alunos que frequentem o primeiro ano de licenciaturas em engenharia com a unidade curricular de Física integrada no primeiro ano do plano curricular das licenciaturas.

## 5 Referências

Carvalho Neto, C. Z. (2011) Educação digital: paradigmas, tecnologias e complexmedia dedicada à gestão do conhecimento. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina/Brasil. Florianópolis. Disponível em <http://www.carvalhonetocz.com/publicacao-academica/>. Acesso em 28.04.2014

Carvalho Neto, C. Z. (2012) Aprendizagem e Autoria em Ensino de Física: análise de um modelo de engenharia e gestão do conhecimento, aplicado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). Estudos de Pós-Doutoramento desenvolvidos no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), vinculado ao Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, do Ministério da Defesa. São José dos Campos, SP. Disponível em <http://www.carvalhonetocz.com/publicacao-academica/>. Acesso em 28.04.2014

Ferreira, A. e González, E. (2000) Reflexiones sobre la enseñanza de la Física universitária, Enseñanza de las Ciências, Vol. 18, 189-199.

Fonseca e Trindade, J. (2014) Promoção da interatividade na sala de aula com Socrative, Indagatio Didactica, Vol. 6, No. 1.

Pérez de Landazábal, M. C. et al. (2010) Comprensión de conceptos básicos de la Física por alumnos que acceden a la universidad en España e Iberoamérica: limitaciones y propuestas de mejora, Lat. Am. J. Phys. Educ., Vol 4, No 3, pp. 705-718.

---

<sup>2</sup> Disponível em: [www.ifcs.com.br](http://www.ifcs.com.br). Acesso em 23.04.2015