



PROJETO APLICADO NO LABORATÓRIO DE FÍSICA II E EVIDÊNCIAS PARA AVALIAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3766

RODRIGO CUTRI - RODRIGOCUTRI@HOTMAIL.COM
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

AIRTON EIRAS - airton-eiras@maua.br
Instituto Mauá de Tecnologia

Resumo: *Este artigo apresenta o planejamento metodológico docente e exemplos das atividades desenvolvidas, pelos estudantes, na disciplina Física 2 dos cursos de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, por meio de projetos experimentais aplicados à Engenharia visando ao desenvolvimento de competências de modelagem físico-matemática e análise dos dados experimentais em sintonia com as demandas das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia.*

Palavras-chave: *Avaliação por competências; Física*



PROJETO APLICADO NO LABORATÓRIO DE FÍSICA II E EVIDÊNCIAS PARA AVALIAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

Ao se observar atentamente o texto das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para Engenharia (MEC, 2019), vemos um grande destaque dado à avaliação por competências, ressaltando a importância do reconhecimento pelo próprio estudante de seu desenvolvimento profissional e pedagógico ao longo de seu curso de graduação. As atividades desenvolvidas na disciplina EFB206 Física 2 do Centro Universitário Instituto Mauá de Tecnologia tem como objetivo alinhar-se com os instrumentos de avaliação do MEC (Inep, 2017), os quais incentivam as disciplinas de um curso de graduação a trabalhar conhecimentos vindos de periódicos científicos e as novas DCNs da Engenharia que demandam a avaliação por competências.

Assim, visando promover o desenvolvimento de competência junto aos estudantes, a disciplina de Física, com base em experiências acadêmicas anteriores (Baracat, et al, 2013), (Cutri, et al, 2015), (Cutri, et al, 2016) e (Cutri, et al, 2019) e numa abordagem de aprendizagem ativa (Dori; Belcher, 2005) (Du.; De Graaff; Kolmos, 2008), (Fraser; et al 2014), propôs projetos experimentais restritos ao conteúdo do Plano de Ensino da disciplina de Física 2 (Eletromagnetismo e Ondas) aplicada aos estudantes do 2º ano dos cursos de Engenharia. Como requisito, todos os projetos deveriam apresentar modelagem matemática e análise dos dados experimentais.

Ao se falar em avaliação por competências, geralmente prevê-se uma avaliação baseada em projetos e conduta (Purzer, S., et al 2017), (George Mason University, 2019), (AAES, 2019), (C. Whitcomb, R. Khan, C. White, 2014), (Purdue University, 2019), (Balascio, C., & Brumm, T., & Mickelson, S., 2010) e (Dym, C. L, et al, 2006). Ao se observar as novas DCNs de Engenharia pode-se de modo geral depreender as seguintes competências:

- criar e sintetizar conhecimento;
- dominar habilidades de comunicação escrita e oral ;
- pensar de forma crítica e reflexiva;
- demonstrar habilidades de engenharia;
- aplicar seus conhecimentos na resolução de problemas de maneira apropriada;
- desenvolver habilidades interpessoais (soft skills)

Ao se tratar de competências, como evidenciá-las? Quais seriam evidências destas competências pelo corpo discente? Apresentam-se exemplos por meio do Quadro 1 (Cutri, et al, 2020):

Quadro 1 – Exemplo de evidência para o desenvolvimento de competências

Competência	Exemplo de Evidência
Desenvolver conhecimento	Realizar um projeto de minipesquisa individual ou em colaboração com colegas ou professores
Sintetizar Conhecimento	Escrever um artigo científico com base nas diretrizes de publicação de um periódico nacional ou comparável Escrever um relatório do projeto com base em um projeto de pesquisa

Comunicar Conhecimento	Apresentar os resultados de um projeto de estudo na forma de um seminário Enviar um artigo para uma revista apropriada
Explicar soluções de problemas	Desenvolver materiais instrucionais que comuniquem informações a diversos usuários finais
Pensar de forma crítica e reflexiva	Preparar um artigo crítico e reflexivo sobre tópicos específicos Projeto de pesquisa com reflexão crítica sobre os métodos aplicados e resultados obtidos
Demonstrar habilidades de engenharia	Passar em um exame de qualificação na disciplina Concluir com êxito os mini-cursos apropriados sobre fundamentos de Física com problemas de engenharia

Fonte: (Cutri, et al, 2020)

O quadro 2 a seguir apresenta quais as evidências, definidas pela equipe docente de Física, que o projeto proposto em Física 2 pretende coletar em relação às competências que pretende desenvolver:

Quadro 2 – Evidência coletada junto ao projeto de Física 2

Competência	Evidência
Desenvolver conhecimento	Os estudantes irão realizar uma minipesquisa em colaboração com colegas ou professores para definir o tema do projeto
Sintetizar Conhecimento	Os estudantes devem escrever um relatório do projeto com base científica
Comunicar Conhecimento	Os estudantes apresentarão os resultados e explicarão a solução encontrada por meio de um vídeo elaborado pelos próprios estudantes numa linguagem acessível voltada ao público em geral
Pensar de forma crítica e reflexiva	O vídeo deve apresentar um comparativo e crítico do resultado esperado com o modelo teórico e o resultado experimental obtido
Demonstrar habilidades de engenharia	O trabalho deve envolver aplicações do conteúdo trabalhado na disciplina e, portanto, envolve a aplicação do conceito físico em problemas de Engenharia

2 METODOLOGIA

Os projetos deveriam se ater as seguintes características:

- serem desenvolvidos, de forma extraclasse, pela equipe de laboratório (cerca de 4 estudantes) ao longo do semestre letivo;
- serem relacionados ao conteúdo abordado na disciplina (Oscilações, Ondas e Eletromagnetismo);
- terem propostas de trabalho previamente aprovadas pelo professor de laboratório;
- apresentarem seus objetivos, metodologia, resultados e análise na forma de relatório científico e vídeo de apresentação de até 05 minutos de duração;

Os estudantes tinham total liberdade de proposta, mas o projeto deveria ter coleta e análise de dados que permitisse uma modelagem matemática. De modo a permitir um melhor desenvolvimento, os estudantes foram incentivados pelos docentes a reproduzir experimentos já publicados em revistas científicas, tais como Revista Brasileira de Ensino de Física, Caderno Catarinense de Ensino de Física, etc.

Nos experimentos os estudantes podem utilizar qualquer dos equipamentos disponíveis no laboratório, incluindo os sensores da PASCO (Pasco, 2022), tais como medidor de campo magnético, sensores de força e distância que permitem a coleta de dados de forma automática. Ao mesmo tempo que a equipe deve elaborar vídeo explicativo

desenvolver também um relatório técnico objetivando a apresentação dos procedimentos, diagrama, resultados obtidos e análise dos dados levantados. Todo trabalho deve obrigatoriamente apresentar dados experimentais coletados e promover a devida reflexão com a teoria estudada, dessa forma evitou-se a apresentação de temas que tivessem meramente o objetivo de demonstração experimental.

3 AVALIAÇÃO DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS

O levantamento e tabulação das notas e a pesquisa qualitativa com os docentes, permitiu avaliar como os estudantes trabalharam a metodologia científica, por meio da modelagem matemática e dados experimentais gerados pelos seus respectivos experimentos. Em cada avaliação conduzida, os docentes não simplesmente emitiam uma nota final, mas davam a devida devolutiva aos grupos permitindo-os que identificassem seus pontos fortes e de melhoria. Considerando um universo de cerca de 150 trabalhos avaliados numa nota NP de 0,0 à 10,0, de acordo com a estatística de resultados verificaram-se: 34,6% muito satisfatórios (NP > 8,0), 59,3 % satisfatórios (6,0 < NP ≤ 8,0) e 6,1% medianos (NP ≤ 6,0).

A percepção qualitativa levantada junto ao corpo docente mostrou que trabalhos que foram baseados em artigos científicos onde os estudantes deveriam minimamente desenvolver um experimento semelhante ao descrito no artigo e obter resultados semelhantes, tiveram avaliações muito satisfatórias, ao mesmo tempo em que se pode observar a satisfação e o orgulho dos estudantes em se sentirem capazes dar repetitividade à um experimento publicado em revistas científicas. Em trabalhos futuros, pretende-se ampliar as formas de avaliação dos projetos com a obtenção de entrevistas num grupo focal de estudantes e um maior detalhamento por meio de rubricas específicas explicando ao estudante como será sua avaliação e assim propiciar a busca por esforços para atingir seu máximo desempenho (Holt, 2004) e (Arribas, 2019).

A seguir são apresentadas amostras dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes:

EXEMPLO 1 - Modelamento matemático: Fator de amortecimento e densidade do meio – link: <https://www.youtube.com/watch?v=loH6Aqy2OwU>

Figura 1 – Exemplo de Projeto produzido pelos estudantes

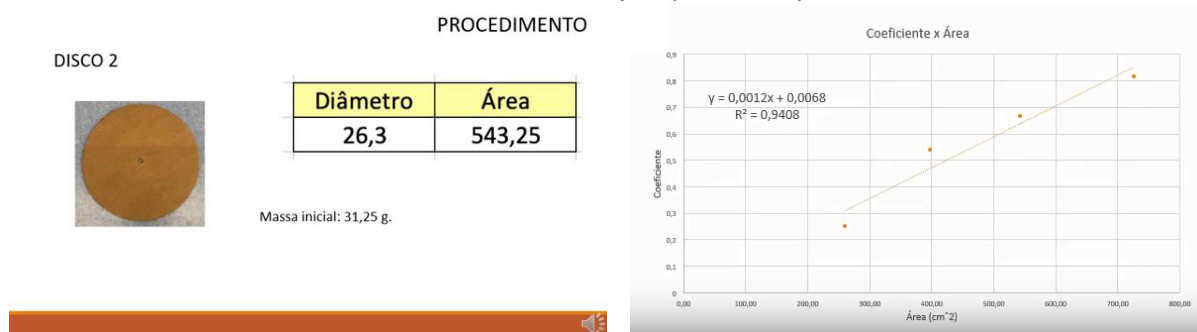


Fonte: Autores



EXEMPLO 2 Modelamento matemático: Fator de amortecimento e área do disco – link:
<https://www.youtube.com/watch?v=3HpsVPmcJak>

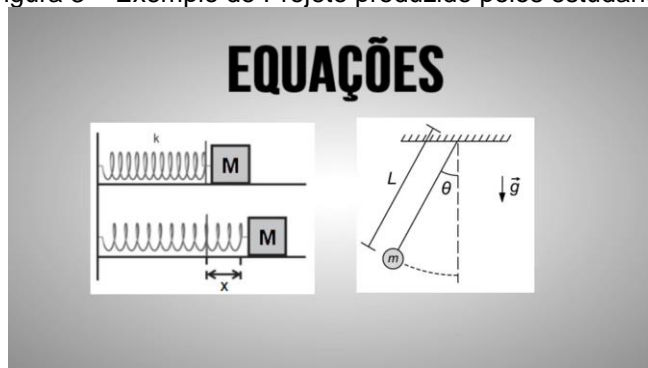
Figura 2 – Exemplo de Projeto produzido pelos estudantes



Fonte: Autores

EXEMPLO 3 - Aproximações lineares para grandes amplitudes de oscilações do período de um pêndulo simples – link:
<https://www.youtube.com/watch?v=PgXgnvd5keQ&feature=youtu.be>

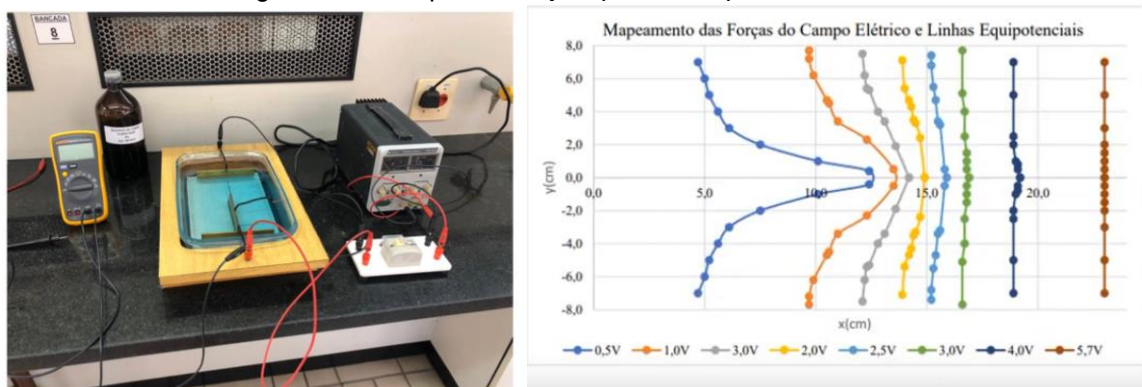
Figura 3 – Exemplo de Projeto produzido pelos estudantes



Fonte: Autores

EXEMPLO 4 Modelo de um para-raios em uma cuba eletrolítica – link:
<https://www.youtube.com/watch?v=HEUNHluzPio>

Figura 4 – Exemplo de Projeto produzido pelos estudantes



Fonte: Autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificou-se um grande envolvimento dos estudantes com o projeto semestral e o desenvolvimento de competências científicas e habilidades de comunicação e trabalho em equipe. Os estudantes sentiam-se orgulhosos por serem capazes de medir, modelar e saber comunicar suas ideias.

Os resultados encontrados apontam a importância da realização de projetos para o desenvolvimento de competências científicas. Em especial, destacaram-se os trabalhos que tiveram por base a utilização de artigos científicos como tema base para os projetos experimentais, reforçando a necessidade do modelamento para melhor compreensão dos dados obtidos. Verifica-se assim que a utilização de artigos científicos deve ser cada vez mais incentivada pois traça um norte de desenvolvimento ao corpo de estudantes permitindo que ao obter o resultado sintam-se capazes de replicar e até mesmo aperfeiçoar os procedimentos e materiais previstos no artigo inicial desenvolvendo melhor suas competências de análise e julgamento.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do Instituto Mauá de Tecnologia no suporte às atividades desenvolvidas.

REFERÊNCIAS

AAES - AMERICAN ASSOCIATION OF ENGINEERING SOCIETIES - **ENGINEERING COMPETENCY MODEL** - Disponível em: <http://www.aaes.org/model> - Acesso em: 29 nov. 2019.

ARRIBAS, E. et al **Development of a laboratory practice for physics introductory courses using a rubric for evaluation by competences**, 2019 J. Phys.: Conf. Ser. 1287 012025

BALASCIO, C.; BRUMM, T.; MICKELSON, S. (2010, June), **Competency Based Assessment Of Engineering Technology Program Outcomes** Paper presented at 2010 Annual Conference & Exposition, Louisville, Kentucky. <https://peer.asee.org/16100>

BARACAT, D. E. ; F.M. Witkowski ; CUTRI, Rodrigo . **Problem Based Learning in Multivariable Differential and Integral Calculus for engineering course**. In: . Eleventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI 2013).

CUTRI, Rodrigo; GIL, H. A. C. ; FREITAS, P. A. M. . **Avaliação por competências : uma proposta de aplicação em disciplinas de Engenharia**. In: XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2020. XLVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2020.

CUTRI, RODRIGO; ROBERTO MARIM, LUIZ ; ROBERTO CARDOSO, JOSÉ . **Using project-based learning to teach electromagnetic and wave concepts.** INTERNATIONAL JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING EDUCATION, v. 1, p. 002072091982899, 2019

CUTRI, Rodrigo; MARTIN, P. A. ; STEM, N. ; SOUZA, K. P. V. . **10 ways to improve learning Physics as part of an Engineering Course.** In: ASEE 123rd Annual Conference, 2016, New Orleans. ASEE 123rd Annual Conference, 2016.

CUTRI, Rodrigo; BARACAT, D. E. ; MARIM, L. R. ; F.M. Witkowski . **Active-learning for Physics (Electromagnetism) teachers in an Engineering Course.** In: ASEE Annual Conference and Exposition, 2015, Seattle, Washington. 122 ASEE Annual Conference and Exposition, 2015.

DYM, C. L.; *et al.* **Engineering design thinking, teaching, and learning.** IEEE Engineering Management Review, 34(1), 65-92, 2006.

DORI, Y. J.; BELCHER, J.; **Learning Electromagnetism with Visualizations and Active Learning. Visualization in Science Education.** Models and Modeling in Science Education. Volume 1, 2005, pp 187-216

DU.X; DE GRAAFF,E.; KOLMOS, A. **Research on PBL Practice in Engineering Education.** Sense Publishers. 2008

FRASER,J.M.; TIMAN,L.A.; MILLER,K. ; DOWD,J.E.; TUCKER,L.; MAZUR,E. IOP Publishing – **Reports on Progress in Physics** – Doi 10.1088/0034-4885/77/3/032401 , 2014.

GEORGE MASON UNIVERSITY **Assessment of Student Learning Template** - Disponível em: <https://www.schev.edu/docs/default-source/about-section/committees-and-groups/virginia-assessment-group/4year/assessgmu.pdf> - Acesso em: 29 nov. 2019.

HOLT RINEHART& WINSTON; HOLT **Science & Technology Assessment Checklists & Rubrics Paperback – Teacher's Edition**, January 1, 2004 disponível em: <http://lp3.unej.ac.id/wp-content/uploads/2017/01/East-Orange-Scoring-Rubrics-more-complete.pdf> - Acesso em: 29 nov. 2021.

INEP - Instrumentos de Avaliação de Cursos de Graduação 2017. Disponível em: <http://inep.gov.br/instrumentos>. Acesso em: 14 fev. 2020.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - **RESOLUÇÃO Nº 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019** - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12991> Acesso em: 29 nov. 2019.

PASCO – Software para coleta e análise de dados - Disponível em: <https://www.pasco.com/>. Acesso em: 23 fev. 2022.

PURDUE UNIVERSITY - **Engineering Education Graduate Competencies** - Disponível em: <https://engineering.purdue.edu/ENE/Academics/Graduate/Competencies> - Acesso em: 29 nov. 2019.

PURZER, Senay; *et al.*, "**An Assessment Framework for First-Year Introduction to Engineering Courses**" School of Engineering Education Faculty Publications. Paper 16. 2017.

WHITCOMB, C.; KHAN, R.; WHITE, C. **Development of a System Engineering Competency Career Development Model: an analytical approach using Bloom's Taxonomy** - 2014 - Disponível em: calhoun.nps.edu - Acesso em: 29 nov. 2019.

APPLIED PROJECT IN THE PHYSICS LABORATORY AND EVIDENCES FOR ASSESSMENT BY SKILLS

Abstract: *This paper presents the teaching methodological planning and examples of the activities developed by students in the Physics 2 discipline of the Engineering courses at the Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, through experimental projects applied to Engineering aimed at the development of physical-modeling skills and analysis of experimental data in line with the demands of the new National Curriculum Guidelines for Engineering.*

Key-words: *Competence Assessment, Physics.*