

ATICA 2019

Aplicación de Tecnologías
de la Información y Comunicaciones
Avanzadas

OBRAS COLECTIVAS
TECNOLOGÍA 30

UAH

Jorge Finochietto
José A. Gutiérrez de Mesa
Carmen Rodriguez
Luis Bengochea
(Editores)

ATICA2019

Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

Obras Colectivas de Tecnología 30

*Jorge Finochietto
José Antonio Gutiérrez de Mesa
Carmen Rodríguez
Luis Bengochea
(Editores)*



Universidad
de Alcalá



Universidad
Nacional
de Córdoba

ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas

Libro de Actas

X Congreso Internacional sobre Aplicación
de Tecnologías de la Información y
Comunicaciones Avanzadas

10th International Congress on Application of
Advanced Information and Communications
Technologies

**Universidad Nacional de Córdoba
Córdoba (Argentina)
20 al 22 de noviembre de 2019**



El libro “**ATICA2019: Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas**” en el que se recogen las Actas del *X Congreso Internacional sobre Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicaciones*, editado por Jorge Finochietto, José Antonio Gutiérrez de Mesa, Carmen Rodríguez y Luis Bengochea, se publica bajo licencia Creative Commons 3.0 de reconocimiento – no comercial – compartir bajo la misma licencia. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Universidad de Alcalá
Servicio de Publicaciones
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares
www.uah.es

ISBN: 978-84-18254-52-9

Edición digital

Imagen de la portada: “*Best Internet Concept of global business from concepts series. Elements of this image furnished by NASA*”. Techsmith Assets. (Subscription UNC).

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina), la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del congreso.

O estudo da ondulatória: A aprendizagem Baseada em Projetos com Recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação em situações significativas.

Ramón Vieira Araujo¹

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
CLN/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
araujo.v.ramon@gmail.com

Ederson Staudt¹

¹Departamento Interdisciplinar
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
ederson.staudt@ufrgs.br

Karen Taucedal

¹PPG Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brasil)
ktauceda@gmail.com

Resumo. Uma sequência didática foi proposta, visando amenizar as dificuldades dos estudantes no estudo de ondulatória, em especial o conceito de ondas sonoras em tubos abertos. Utilizaram-se metodologias ativas para a abordagem do tema, a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e recursos de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e, como referencial teórico didático, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gérard Vergnaud. Através dessa sequência didática, coube aos estudantes construir um instrumento musical, e a partir dessa construção, apresentaram-se situações de ensino e situações-problema, que promovessem observações e formulações de hipóteses. Estas explicitações, indicam os conhecimentos prévios dos mesmos, possibilitando a mediação do professor por meio do uso de meios digitais, applets de física e aplicativos para celular, visando promover a ressignificação destes conhecimentos. Os resultados obtidos evidenciam uma melhor compreensão dos estudantes sobre os conceitos de física relacionados à sequência didática proposta, , indicando então que esta sequência, apresenta potencial para tornar mais acessível à compreensão dos estudantes, conceitos de física que usualmente são tidos como difíceis.

Palavras-chave: Sequência didática – Física - Ondulatória - Campos conceituais- ABP ou TIC

1. Introdução

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e os recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foram utilizados para elaborar uma sequência didática, parte constituinte do produto educacional relativo ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física [1]. Visando o estudo de tópicos em ondulatória, principalmente, ondas sonoras em tubos abertos, tópico este, na experiência profissional do autor, considerado particularmente difícil pelos estudantes do ensino médio. A sequência didática consiste na consideração dos conceitos científicos de física, por meio da construção de um instrumento musical utilizando tubos de policloreto de polivinila (PVC), intermediado pelo uso de recursos digitais, para investigação dos conceitos abordados, como applets de física e aplicativos para celular.

Assim, procurou-se apresentar ao estudante um maior número de diferentes situações relacionadas ao assunto de acústica e ondulatória. Possibilitando ao estudante testar e explorar seus modelos explicativos e, dessa forma, proporcionar que, em diferentes contextos e situações, os campos conceituais possam ser reformulados ou enriquecidos.

A utilização desta gama de materiais e de abordagens busca disponibilizar para o professor, um projeto instigante e que mantenha acurácia científica, mesmo que de forma simplificada, visando o estudo com a profundidade que o ensino médio requer. Esta preocupação se fez presente para que fosse evitada a abordagem de forma reducionista e/ou distorcida do tema.

2. Aprendizagem baseada em projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos – ABP (Project-based Learning – PjBL) ressalta que o principal atributo é a construção coletiva do conhecimento interdisciplinar e centrada no estudante. Desse modo,

“A ABP é um método de ensino sistemático que engaja estudantes na aprendizagem de conhecimentos importantes e no desenvolvimento de competências do século 21, através de um processo estruturado de investigação influenciado pelo aluno com questões autênticas, produtos projetados cuidadosamente e tarefas de aprendizagem.” [2].

A ABP “oferece aos alunos a oportunidade de aprender a trabalhar em grupo e a realizar tarefas comuns. Exige que os alunos monitorem seu próprio desempenho e as suas contribuições ao grupo” [3]. Paralelamente, a ABP proporciona situações onde os estudantes podem desenvolver habilidades que as aulas, realizadas de um modo mais convencional, não viabilizam, como por exemplo a capacidade de questionamento e solução de problemas [4]; a necessidade da comunicação e da cooperação entre o grupo [5]; bem como o desenvolvimento da argumentação, da reflexão crítica sobre os assuntos abordados e a visão sistêmica para a solução de problemas [6], também é possível destacar o caráter de interdisciplinaridade [7] da ABP.

Através da ABP os estudantes, são instigados a explorar um problema significativo do mundo real [8], e a procurar soluções, pois, geralmente é solicitado um resultado prático. Sendo esta uma das grandes possibilidades para que os estudantes interfiram,

interajam e desenvolvam soluções para o mundo fora da sala de aula [9], permitindo que os estudantes confrontem as questões e os problemas que consideram significativos, determinando como abordá-los e agindo cooperativamente em busca de soluções.

Desse modo, o professor oferece aos alunos o projeto como peça central da abordagem metodológica, diferentemente das abordagens mais tradicionais, onde o projeto acaba se tornando uma atividade elaborada após o estudo de determinado tema. O projeto passa então a assumir uma roupagem totalmente diferente: é a partir dele que são solicitadas necessidades para gerar os conceitos, os quais se pretende aprofundar, o que assumimos aqui como sendo a definição de tema gerador.

3. Teoria dos campos conceituais

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC), formalmente designada assim por Gérard Vergnaud, em 1990, possui ascendência nas pesquisas do autor na área da matemática, especificamente na aprendizagem das estruturas aditivas e multiplicativas. Mas a TCC não se restringe apenas ao campo da matemática, tendo importante papel quando oferece novas ideias sobre o desenvolvimento cognitivo, adotando como fundamental a análise da complexidade própria de cada conteúdo.

Vergnaud [10] destaca:

“A ideia principal de TCC considera uma visão do processo cognitivo em termo de formação de conceito, em relação uns com os outros. Esta relação ocorre de duas maneiras: primeiro porque há filiações e a seguir porque formam sistemas. Há filiações porque essencialmente há continuidade no processo cognitivo, mas há também rupturas. Por isso, a TCC, é um meio para analisar filiações e rupturas, durante um longo período de tempo.”

4. Metodologia

Neste projeto foi abordada a construção de instrumentos em PVC, como um eixo estrutural do estudo de acústica. Os instrumentos construídos inspirados no estudo de ondas em tubos abertos, foram inteiramente pensados e executados pelos estudantes.

A execução e montagem, baseou-se na teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud, utilizando as metodologias ativas supracitadas. A utilização de recursos digitais como applets e aplicativos para celulares na construção, significação e ressignificação dos conceitos estudados.

5. Relato

Inicialmente os estudantes do segundo ano do ensino médio durante a aula da disciplina de física, com duração de cinquenta minutos, foram convidados a construir um instrumento musical. Esta construção, diferentemente de uma aula de música, onde,

possivelmente, o foco seria o instrumento em si. Na aula de física é a compreensão dos conceitos necessários para o entendimento dos fenômenos naturais responsáveis pelo surgimento das ondas sonoras, ou seja, que o empreendimento dos esforços seria no sentido de buscar a compreensão acerca de tópicos do estudo da acústica.

Ao nomearmos a proposta como sendo uma sequência didática, foi necessário explicitar que, naquele momento, os estudantes utilizariam uma metodologia denominada de ABP e que seriam os protagonistas de sua aprendizagem, se afastando das aulas pensadas de modo mais tradicional (meramente expositivo, com quadro e giz/livro didático). Inicialmente foi construído um pequeno mapa mental do projeto, de forma colaborativa com os estudantes, utilizando a plataforma Lucidchart. Nesta plataforma, o professor foi instigando os estudantes a relacionarem os conceitos físicos desde o estudo da mecânica até o estudo da acústica.

Em seguida, os estudantes responderam ao questionário, elaborado na plataforma Google Forms, para levantamento das concepções prévias, permitindo ao professor uma visão geral das carências conceituais dos estudantes, o que permitiu a elaboração dos próximos passos do projeto visando sanar tais carências.

Logo após, foi apresentado o vídeo *Can you hear this?*¹, fomentando o diálogo, a exploração de ideias e concepções dos estudantes sobre os assuntos abordados no vídeo.

Durante esta discussão foram trazidas situações como por exemplo a exploração do *applet* “*Standing Wave Maker Interactive*” onde os estudantes tiveram um momento expositivo dialogado. Neste instante procurou-se extrair da observação, bem como dos questionamentos e discussões precedentes, novas situações que levassem a obtenção de um tal comprimento (l) de um tubo aberto em função do harmônico fundamental.

A possibilidade de explorarmos o conceito de “nó” e “antinó”, perceptíveis visualmente no *applet*, fomentou a ideia de que os instrumentos musicais de tubos abertos, possuem um conjunto de frequências naturais, nas quais o ar, em seu interior, vibra quando uma perturbação, devido a variações locais de pressão, é introduzida em uma das extremidades. Essas frequências naturais são conhecidas como as harmônicas do instrumento; cada harmônico está associado a um padrão de ondas estacionárias. Nesse sentido o termo “padrão de ondas estacionárias” servirá de base para a formalização matemática e, como consequência, quando a equação matemática for apresentada aos alunos, os termos que a compõe podem ser verificados por medida/observação direta no instrumento construído.

Nas etapas subsequentes procedeu-se a construção física do instrumento, organizado como um xilofone. Para que os estudantes executassem ajustes quanto a afinação do instrumento, foi utilizado um aplicativo para smartphone chamado *DaTuner*. Em seguida, os estudantes foram convidados a executarem uma visita guiada pela internet através de *sites* previamente selecionados pelo professor. Esta visita, na literatura é denominada de Webquest. Para Dodge[11], por exemplo,

“O objetivo instrucional de um WebQuest de curta duração é a aquisição e integração do conhecimento [...]. Ao final de uma WebQuest de curto prazo, um estudante estará envolvido com uma quantidade significativa de novas informações às quais dará sentido. Uma WebQuest de curto prazo é projetada para ser completada no período de uma a três aulas.”

¹ https://www.youtube.com/watch?v=7_SXyQRWYZ0

De modo paralelo a esta visita uma série de atividades foi elaborada para que, de forma autônoma, as informações fossem recolhidas dos *sites*, pensadas pelos estudantes, e transformadas em respostas que agregariam as novas informações, que por estarem sendo explicitadas através de situações problema significativas, indicam ressignificação das concepções prévias, após todas as explorações e construções conceituais propostas na sequência didática.

6. Respostas nas situações problema

Na tentativa de estabelecer elementos relacionados a aprendizagem dos estudantes, acerca dos conteúdos trabalhados durante a execução da sequência, foi aplicado posteriormente à sequência, um questionário com cinco questões. A análise das respostas dos estudantes, bem como a comparação entre os acertos anteriores e posteriores à aplicação da sequência, se fez de forma direta. Buscando traçar relação entre conceitos que foram expressos de maneira cientificamente aceitável anteriormente e seu paralelo conceitual com questões que suscitam os conceitos trabalhados durante a sequência didática. Abaixo relacionamos o percentual de acertos, traçados entre as questões do questionário de levantamento das concepções prévias dos estudantes, com as questões de investigação, que expressam a mesma base conceitual para a construção de uma resposta cientificamente aceitável.

O objetivo das três primeiras questões do questionário de investigação pós aplicação, é perceber a compreensão dos estudantes quanto a identificação dos componentes básicos de uma onda, do comprimento de onda, bem como a habilidade para calculá-lo dado um padrão de onda e seu comprimento. A primeira questão “Determine o número de cristas e vales e o número de ondas exibidas no padrão de onda transversal mostrado abaixo”, obteve uma margem de 95,8% de acertos dos estudantes participantes. Quanto a determinação do número de cristas e vales, percebe-se nos 4,2% de estudantes que não obteve êxito na questão, foi relacionado à confusão entre os conceitos de cristas e vales.

Do mesmo modo, na segunda questão “Identifique as compressões e as rarefações nos seguintes padrões de onda longitudinais.”, os estudantes obtiveram uma margem de 97,9% de êxito na resposta, sendo que apenas um estudante não respondeu a questão.

A terceira questão, de caráter um pouco mais matemático, tem como objetivo analisar a compreensão do estudante quanto a capacidade de solução matematizada do problema. Para tal, o estudante dispõe tanto do recurso escrito quanto imagético como referencial para elaborar a solução. Nesta questão o índice de acerto foi de 91,6%. Quatro estudantes não lograram êxito na busca pela resposta correta. Indagados, dois dos estudantes trouxeram como argumento a “falta de dados, pois sem a velocidade e a frequência não seria possível calcular o comprimento de onda”. Com isto pode-se inferir o engessamento deste estudante quanto à fórmula matemática “ $v = \lambda f$ ”, mas também a não compreensão do enunciado, tendo em vista que não exige, a priori, a necessidade do uso da velocidade e/ou frequência na conclusão do exercício

Nesta comparação, podemos perceber que os estudantes demonstram uma melhor compreensão dos conceitos quanto à identificação das características de uma onda. É possível inferir que os estudantes compreendem os componentes básicos de uma onda

por exemplo, quando explicitaram conhecimentos sobre a relação entre o comprimento do tubo e a nota musical que se procurava estabelecer, bem como refinaram a habilidade de manipular matematicamente os conceitos.

Nas questões quatro e cinco foca-se na compreensão de como um padrão de onda é afetado por mudanças nas propriedades de uma onda (como frequência e velocidade). Na quarta questão, os estudantes são apresentados a um padrão de onda com um determinado comprimento de onda e amplitude. Eles devem então, identificar entre três opções, o padrão de onda que contém as características do comprimento de onda e amplitude alteradas conforme o enunciado.

O índice de acerto dessa questão ficou em 83,3% o que representa um número elevado de estudantes que obtiveram êxito na identificação das características solicitadas.

Na quinta questão, os estudantes de forma análoga à quarta, são novamente apresentados a um padrão de onda. Pede-se então que os estudantes identifiquem entre três opções aquele que resultaria das alterações para que o padrão inicial tivesse, duas vezes a frequência, mas ainda movendo-se com a mesma velocidade. Nesta questão, o índice de acerto ficou muito próximo ao anterior com 81,2%. Isto pode ser utilizado como um indício da compreensão dos estudantes na diferenciação das características da ondulatória.

7. Considerações finais

Proporcionar ao estudante o papel de protagonista, apresentando-o a situações de ensino que o tornem agente ativo no processo de aprender, é o que evidencia-se ser fundamental para que conceitos de física passem a ser aprendidos e, principalmente, compreendidos de forma significativa. Diferentemente do que se percebe atualmente, onde os conceitos e a matematização dos problemas são repetidos pelos estudantes de forma mecânica, visando somente a aprovação.

Urge a necessidade da utilização de metodologias que promovam a autonomia do estudante, visando uma formação de caráter mais amplo e dinâmico, em consonância com o desenvolvimento de habilidades que maximizem as potencialidades do estudante. Potencialidades estas que vão desde a análise de fenômenos até a proposição de soluções para situações-problema que enfrentarão.

É neste aspecto que se propõe fomentar, através desta sequência didática que utiliza a aprendizagem baseada em projetos e as TICs como metodologias condutoras, a motivação dos estudantes para resolver de forma diligente as situações-problema que enfrentarão ao longo da jornada acadêmica e nas suas vivências do cotidiano,—e a capacidade de elaborar argumentações consistentes, munidos dos conhecimentos que possui, sobre os conceitos e fenômenos enfrentados. Percebeu-se durante a aplicação da sequência didática que resultou em uma dissertação de mestrado, maior motivação dos estudantes frente as situações-problema apresentadas, tanto em função da vontade de explicar os fenômenos observados com os conhecimentos prévios já consolidados até o momento, bem como a desacomodação causada pela perda do papel passivo na sala de aula, aspecto este que foi fundamental para o andamento da sequência didática pensada.

Portanto, é possível afirmar que a sequência didática apresentou resultados que indicaram estratégias didáticas facilitadoras das aprendizagens dos conceitos de física desenvolvidos, reconhecendo a importância da utilização da abordagem de trabalho através de uma sequência didática, utilizando a aprendizagem baseada em projetos e TICs, como condutores das dinâmicas em sala de aula, visando proporcionar ao professor e aos estudantes processos que permitam aperfeiçoar propostas de aprendizagem.

8. Referências

1. Araujo, Ramon (2019), Dissertação de Mestrado, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, UFRGS.
2. Boss, S.; Larmer, J.; Mergendoller, John R.; PBL for 21ST Century Success. Buck Institute for Education (BIE). 2013.
3. Markham, T.; Larmer, J.; Ravitz, J. (Org.). Aprendizagem Baseada em Projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 200 p. Tradução Daniel Bueno.
4. Blumenfeld, P. C. et al. Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, v. 26, n. 3, p. 369–398, 1991.
5. Barron, B. J. S. et al. Doing With Understanding: Lessons From Research on Problem and Project-Based Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, v., n. 3, p. 271–311, 1998.
6. Seidel, S.; Aryeh, L. Project-Based and Experiential Learning in After- School Programming. 2002.
7. Andersen, A. S.; Heilesen, S. B. The Roskilde Model : Problem-Oriented Learning and Project Work. [s.l.] Springer International Publishing Switzerland, 2015.
8. Larmer, J.; Ross, D.; Mergendoller, J. R. Pbl starter kit: To-the-point advice, tools and tips for your first project in middle or high school. [s.l.] Buck Institute for Education, 2009.
9. Cook, R.; Weaving, H.; Gordon, J. Key competence development in school: education in Europe: KeyCoNet's review of the literature: a summary. Bruxelas, Bélgica, 2012. Disponível em: <http://keyconet.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=3a7a093c-4c8f-473c-8702-f38ed86bb730&groupId=11028>, Acesso em 25 de junho de 2018.
10. Vergnaud, G. A didática é uma provocação: ela é um desafio. In: GROSSI, E. P. (Org.). Piaget e Vygotsky em Gérard Vergnaud: Teoria dos Campos Conceituais TCC. Coleção Campos Conceituais. Porto Alegre: GEEMPA. 2017
11. Dodge, B. Algumas ideias sobre WebQuests. San Diego State University. Tradução e adaptação: Simão Pedro P. Marinho, 1999