

ENSINO DE FÍSICA EM CURSOS DE ENGENHARIA E ATIVIDADES PRÁTICAS SUPERVISIONADAS: UMA PROPOSTA DE ENSINO BASEADA NA APRENDIZAGEM POR DESAFIO

Pedro José Gabriel Ferreira¹, Leonardo André Testoni², Túlio Cearamicoli Vivaldini³, Iara Batista de Lima⁴, Thais Cavalheri dos Santos⁵, Lilian Nunes Pereira⁶, Alexandre Frugoli⁷

Abstract - *Experimental practices concerning the physics education are well-established methodologies which support the development of scientific thinking skills in the university environment. In the last years this subject is increasingly recurring for researches at many grade levels. In order to provide an initial contact of the students with practical issues, relating the fundamentals concepts studied during the basic cycle of Engineering graduation - which covers the first two years of the course - the development of a specific project is proposed each semester by means of the Supervised Practical Activities (SPA or APS in Portuguese). The aim of these activities is to offer an environment for the student cognitive evolution, by proposing legitimate challenges, focusing on teamwork as a key factor for its development. In the present work the activities performed with the undergraduate students of Universidade Paulista (São Paulo/Brazil) during the last years are shown.*

Keywords: *Engineering education, practical activities, building scientific knowledge.*

INTRODUÇÃO

O aprimoramento de metodologias para o Ensino de Física vem como tema cada vez mais recorrente na área de pesquisa em diversos níveis de ensino [1-4]. Estes métodos ajudam a compreensão de conteúdos de física por parte dos estudantes visando a construção do conhecimento científico dos mesmos [5-6]. Deste modo, diversas práticas didáticas são inseridas no cotidiano escolar [7], tais como a confecção de vídeos, teatro e histórias em quadrinhos [8] e, com caráter investigativo mais profundo, as práticas experimentais [9-11]. Consequentemente, pode-se explorar a física no âmbito experimental pontuando aspectos conceituais e reflexivos sobre a dada atividade científica. Neste contexto, inserem-se as aulas experimentais nos laboratórios da Universidade Paulista (UNIP), situada no município de São Paulo (Brasil), sendo totalmente desenvolvidas na mesma,

possuindo suporte ao aluno nas partes de mecânica dos fluidos, elétrica e processos de fabricação (onde são desenvolvidos projetos pelos alunos). Esta estrutura é favorável para o aprendizado do aluno e fornece respaldo para as abordagens teóricas. A contribuição para a construção do conhecimento no laboratório vem principalmente através da vivência com o mundo empírico por meio do levantamento de hipóteses e discussão dos problemas levantados em sala de aula.

O presente trabalho busca oferecer uma contribuição à área de pesquisa educacional ligada ao ensino de Física no curso de Engenharia, propondo uma Atividade Prática Supervisionada (APS) pela Universidade Paulista.

A APS é constituída por um manual técnico pré-elaborado por professores para a realização de um projeto com regras estabelecidas, propondo a integralização dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso de forma a contemplar o caráter inter, multi e transdisciplinar [12-13]. Esta tríade resume-se em práticas pedagógicas interativas agregando diferentes áreas do conhecimento e englobando as principais disciplinas do curso de Engenharia na Universidade.

Com a APS busca-se o desenvolvimento de um projeto, que inclui a montagem de um protótipo durante cerca de quatro meses por parte de um grupo de alunos, sob a orientação de professores e da coordenação do curso. O desafio é estabelecer intercâmbios por meio de conceitos e metodologias compartilhadas sem instaurar fronteiras entre as disciplinas, de forma a valorizar a cultura científica e preparar os alunos para a resolução de problemas comuns da vida profissional do Engenheiro. Nas palavras de [14]:

Elas consistem em fornecer aos alunos, aos adolescentes que vão enfrentar o mundo do terceiro milênio uma cultura que lhes permitirá articular, religar, contextualizar, situar-se num contexto e, se possível, globalizar, reunir os conhecimentos que adquiriram.

¹ Coordenador de Laboratórios, do curso de Engenharia e professor da Universidade Paulista (São Paulo/Brasil). pedrojgf@unip.br

² Professor da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). leotestoni@yahoo.com.br

³ Professor da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). tuliovcv@live.com

⁴ Professora da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). iarabl14@hotmail.com

⁵ Professora da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). thais_cavalheri@yahoo.com.br

⁶ Professora da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). liliannunespereira@gmail.com

⁷ Assessor da Diretoria do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET) e da Vice-Reitoria de Planejamento, Administração e Finanças da Universidade Paulista (São Paulo/ Brasil). alefrugoli@unip.br

Neste trabalho, será apresentado um memorial das atividades inter, tras e multidisciplinares desenvolvidas ao longo de três semestres consecutivos do curso com detalhamento do último projeto. Esta sequência tem por objetivo propiciar ao aluno que será entrevistado, uma visão crítica e abrangente do processo por meio da experimentação. No primeiro semestre o projeto proposto visava a elaboração de pontes de macarrão (FIGURA 1a)), que deveriam ser construídas dentro de um conjunto de normas técnicas para suportar uma massa padrão. No semestre seguinte foi proposto o projeto do carro de propulsão a jato de ar (FIGURA 1b) e c)), que deveria percorrer uma distância padrão, carregando uma massa de 2kg. No terceiro semestre a proposta foi a construção de um braço hidráulico (FIGURA 2), utilizando seringas descartáveis e um eletroímã desenvolvido pelos alunos. Todas as atividades tiveram critérios de avaliação específicos, em particular os aplicados no último semestre, que é o nosso objeto de estudo, foram: (I) normas de construção, (II) design, (III) controle e acionamento do sistema hidráulico e (IV) transporte adequado da carga em posições pré-estabelecidas.

A essência da iniciativa em questão, além de promover ao aluno a clara relação do projeto com os conteúdos físicos, reflete aspectos lúdicos da aprendizagem [15]. Segundo [16] deve-se materializar a prática concretizando a ciência na sua cotidianidade tornando a física uma espécie de recreação para o intelecto. Em consonância com a ludicidade das atividades temos a catarse (despojamento de tensão e estresse na realização de uma atividade), dualidade esta que procura retirar o foco do futuro engenheiro do ambiente formal da sala de aula ou laboratório, buscando explorar sua criatividade [17] de forma mais livre e com foco na resolução do problema proposto. Tal resolução deve apresentar significado ao estudante por meio da situação-problema, como no caso da atividade, com a simulação em menor escala de fatores presentes no mercado de trabalho. A atividade (APS) busca motivar o aluno por meio da interação com o protótipo e com o grupo em si, unindo também aspectos ocorrentes no mercado de trabalho atual, como o trabalho em equipe.

Do ponto de vista acadêmico, o trabalho em grupos já era defendido por [18] que retrata a relação social do sujeito colocando-a em primeiro plano delineando características novas para a transformação da estrutura mental do indivíduo. [19] sintetiza Piaget e complementa:

A potencialidade produtiva das relações sociais tem sua máxima expressão nas relações de cooperação, ou seja, na capacidade adquirida pelas ações terem se tornado reversíveis, nas quais o sujeito tem a possibilidade de agir cooperativamente, pois o outro se faz presente como igual, como passível de troca.

Sob a luz dos referenciais de Piaget, Vygotsky seu contemporâneo, pode-se sintetizar o trabalho em equipes [20,21] colocando o contato social do grupo como estímulo para o sujeito obter uma evolução interpessoal no percurso, para o alcance de funções psicológicas superiores. Esse desenvolvimento é alavancado pela troca de idéias e defesa de argumentos entre os integrantes do grupo. Esta troca possibilita que indivíduos com mais experiência em determinadas áreas de conhecimento possam contribuir para o surgimento de melhores compreensões no âmbito do coletivo social. Teoricamente, essa conduta enquadra-se no que se denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) [21]. Para Vygotsky, este desenvolvimento utiliza-se de ferramentas intelectuais para o processo de aprendizagem sendo a mais importante delas a linguagem.

A possibilidade de criação de ZDP também é uma contribuição deste trabalho realizado com estudantes de engenharia, afinal, o intercâmbio de novas informações é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e profissional do indivíduo, possibilitando aberturas de horizontes para a solução de situações-problema expostas em seu cotidiano.

Alicerçados pelas alusões teóricas expostas até o momento, explanaremos, com maior detalhamento, sobre os instrumentos de pesquisa utilizados, bem como um maior delineamento sobre os sujeitos observados.

METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa desenvolveu-se sob uma metodologia qualitativa e exploratória sendo baseada na análise de conteúdo [22] das falas dos futuros engenheiros e professores do curso.

Deste modo, optamos por transcrever entrevistas e episódios considerados de interesse acadêmico, ocorridos durante o período de confecção dos protótipos para o projeto denominado APS. Tais situações foram gravadas, mediante autorização de todos os estudantes e professores, no formato de vídeo.

Para um maior aprofundamento da discussão analisou-se a entrevista de um grupo composto por seis estudantes regularmente matriculados no 4º semestre do ciclo básico de Engenharia da Universidade Paulista. Já na entrevista com professores, escolheu-se uma fala padrão sintetizando a maioria das dúvidas e questões levantadas pelos alunos a partir de relatos.

A análise a seguir representa a interpretação das colocações expostas pelos estudantes e professores durante a realização do projeto. Em concordância com as normas éticas de pesquisas qualitativas, não serão citados os nomes reais dos entrevistados, sendo que todas as falas serão expostas através de sujeitos fictícios denominados “aluno” e “professor”.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Durante a análise das transcrições identificaram-se situações-problema expostas pelos estudantes, que apresentavam profunda preocupação com a realização do projeto, conforme exposto a seguir.

Aluno: A gente tentou fazer uma inovação... o projeto pedia que o eletroímã ficasse ligado a um guindaste...e a gente quis fazer uma grua.

Pesquisador: Mas...por que uma grua?

Aluno: Esteticamente ficaria melhor. E em termos reais, a segurança seria melhor...entendeu? Se eu estivesse em uma situação real, a segurança iria contar muito...

No trecho anterior tem-se em destaque o grupo de estudantes envolvido com o a realização do projeto, que propôs, espontaneamente, a troca do sistema de fixação do eletroímã visando uma simulação mais próxima da realidade da profissão. Tal visão infere uma forte ligação psicológica entre os graduandos e o desafio proposto. Esta ligação é feita por meio da vivência e da interação do sujeito (estudante) com o mundo concreto dos objetos. Este processo é destacado por [23] como a aprendizagem pela ação, sendo que o sujeito aprende e constrói seu conhecimento para que sua ação, neste caso, o resultado da atividade prática (protótipo) seja alcançado.

Durante a confecção do protótipo, observou-se uma interação positiva entre os membros do grupo, de acordo com o episódio abaixo.

Pesquisador: E a questão do grupo?

Aluno: O grupo foi fundamental... O [nome do integrante do grupo] sabia bem a parte de elétrica...ele trabalha com isso...então ele nos deu um suporte muito grande nesta área. Aprendemos muito...

Pesquisador: Então houve essa questão de troca de aprendizagens?

Aluno: Sim... O [nome do integrante do grupo] mexe com estruturas metálicas, então ensinava a gente o que fazer para obter o equilíbrio...porque tinha que ser aquele tipo de desenho...pela segurança.

A situação exposta anteriormente apoia-se na visão vigotskiana sobre a positividade do meio social como propulsor de desenvolvimentos cognitivos superiores mediante a criação das Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Piaget reitera a questão do outro nos processos de cognição, onde podemos observar a grande importância da interação entre os integrantes do grupo para o processo de construção do conhecimento científico. Os trechos citados exploram claramente tais características, sendo possível

observar o desenvolvimento conceitual narrado devido às especialidades que os futuros engenheiros possuíam.

A questão do trabalho em grupo ainda é bem avaliada pelos integrantes, face à ampla e equânime participação de todos os integrantes.

Aluno: O legal foi saber que, durante a apresentação a gente ia ser avaliado individualmente...que iam [os professores do curso de engenharia] fazer perguntas sobre o trabalho para cada um de nós...tipo um TCC [Trabalho de Conclusão de Curso]. Isso foi muito bom...fiz com que todos participassem... se interessassem por cada parte do trabalho.

A fala descrita frisa novamente a importância do trabalho em grupo descrito pelos próprios alunos, salientando o desenvolvimento individual e coletivo dos mesmos. A possibilidade de ser indagado acerca do projeto (Figuras 1 e 2) durante sua apresentação tornou-se um desafio legítimo pelos estudantes, que a partir de seus protótipos compreenderam a influência dos conceitos teóricos na prática, sentindo-se capacitados para responder possíveis questionamentos sobre o próprio trabalho. Assim, pode-se concluir, de acordo com [10], que as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

As falas dos professores entrevistados expõem e reiteram a importância do caráter inter, trans e multidisciplinar da atividade (APS).

Professor: É realmente importante o envolvimento de todos os professores do curso de Engenharia em todos os níveis, além do suporte teórico, isso passa mais segurança aos alunos, pois desta maneira estamos trabalhando em rede, todos juntos. E no final é realmente muito gratificante ver os alunos orgulhosos do trabalho que eles próprios desenvolveram.

Verificam-se aspectos construtivistas com a fala do professor, pois a troca de conhecimentos entre os pares aluno-professor, em todos os níveis, torna todos atores atuantes na construção do conhecimento pessoal e do outro.

Em outro trecho da fala de um professor observa-se como os alunos encaram os protótipos que não funcionaram durante a apresentação final.

Professor: Os alunos ficavam realmente muito decepcionados quando o protótipo não funcionava como eles esperavam. Eles tinham preocupações, pois tinham medo de serem prejudicados na avaliação. Mas, ao explicar para eles (alunos) que o trabalho poderia ser enriquecido com as possíveis causas dos erros, eles se animavam e em

seguida ficavam questionavam-se para um conclusão final do projeto.

Esse relato do professor evidencia a importância do caráter investigativo no processo de construção dos protótipos. [10] descreve que as atividades experimentais permitem o controle do meio ambiente, a autonomia frente a objetos técnicos, o aprendizado de técnicas de investigação, possibilitando um olhar crítico sobre os resultados. Até o presente momento, conclui-se que os alunos passaram por mais uma etapa no processo de construção do conhecimento científico, dando os primeiros passos para se tornarem profissionais preparados para o mercado de trabalho.



FIGURA 1

a) Pontes de macarrão construídas no primeiro projeto (APS). b) Carrinho a propulsão a jato construído no segundo projeto APS. c) Detalhes internos do carrinho, onde se visualizam as garrafas pet utilizadas no protótipo.

Ao longo de todas as falas dos alunos e professores, pode-se observar o grande envolvimento de ambos os lados durante a construção dos protótipos. Para o ambiente educacional esta relação é substancial, sendo uma ferramenta poderosa para o ensino-aprendizagem. Com a saída do ambiente formal e a liberdade dada aos alunos pode-se observar o florescimento criativo dos mesmos, o que se torna importante para que a ponte entre o mundo abstrato (mundos dos conceitos) e o mundo real (mundo empírico) seja construída por eles.



FIGURA 2

Braço hidráulico com seringas descartáveis, construído por alunos para a terceira APS.

Na sequência, serão pontuadas as considerações finais sobre a proposta de ensino aplicada e analisada neste artigo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as atividades propostas pela APS desenvolvida na Universidade Paulista, alunos e professores têm vivências únicas no campo cognitivista. O professor no papel de mediador faz parte de uma rede interligada de cunho inter, trans e multidisciplinar, traçando caminhos legítimos para a construção do conhecimento científico no meio acadêmico. É importante salientar a troca e compartilhamento de ideias e conceitos entre alunos e professores durante a construção dos protótipos, face a vivência no âmbito experimental com a utilização do conhecimento prévio dos estudantes. Ao interagir com o universo empírico os alunos vivenciam genuinamente o funcionamento e a dinâmica dos objetos técnicos - processo muito importante para o curso de engenharia - por meio da investigação e questionamento com a percepção da relação prático-teórica. De fato, frente ao apresentado, a atividade APS vem a enriquecer o ensino de física em nível superior, preparando e capacitando os estudantes e reforçando seus processos cognitivos por meio da experimentação e das relações sociais e interpessoais. Com esta formação diferenciada seguramente o discente habilita-se mais para o mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] REZENDE, F.; OSTERMANN, F. *A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação*. Caderno Brasileiro de ensino de Física, v. 22, n. 3, p. 316-337, 2005.
- [2] BARROS, A. J.; et al. *A aplicação de uma Nova Metodologia de Ensino de Física: O Aprendizado Colaborativo*. Coletânea da IV Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Biologia, Física, Química e Áreas afins. Ed. UFF, 2003.
- [3] COSTA, L.; NASCIMENTO, J. V. *O ensino da técnica e da tática: novas abordagens metodológicas*. Revista da Educação Física/UEM, v. 15, n. 2, p. 49-56, 2008.
- [4] RODRIGUES, M.; CARVALHO, A. M. P. *Professores-pesquisadores: reflexão e mudança metodológica no ensino de física-o contexto da avaliação*. Ciência & Educação (Bauru), v. 8, n. 1, p. 39-53, 2002.
- [5] MORTIMER, E. F. *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos*. Investigações em ensino de ciências, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- [6] NEVES, M. C. D. *Memórias do visível: Uma Reflexão sobre a História no Ensino de Física*, EDUEM, 2ªEd., 2006.
- [7] HOSOUME, Y., MENEZES, L., ZANETIC, J., *Grupo de Reformulação do Ensino de Física*, Edusp, 1995.
- [8] TESTONI, L., DE PAULA, S., *A Utilização de Histórias em Quadrinhos no Ensino de Física*, Simpósio Nacional de Iniciação Científica, 2013.
- [9] COELHO, S. M.; NUNES, A. D.; WIEHE, L. C. N. *Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.
- [10] SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. *O papel da experimentação no ensino da física*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2008.
- [11] NEVES, M. C. D.; SAVI, A. *De Experimentos, Paradigmas e Diversidade no Ensino de Física: Construindo Alternativas*. Ed. MASSONI. 1ªEd, 2005.
- [12] LUCISANO, F. R.; NEVES, M. C. D. *Uma análise das perspectivas inter e transdisciplinares na história da ciência*. Revista Práxis, n. 8, 2013.
- [13] DA SILVA, I. B.; TAVARES, O. O. A.. *Uma pedagogia multidisciplinar, interdisciplinar ou transdisciplinar para o ensino/aprendizagem da física*. HOLOS-ISSN 1807-1600, v. 1, p. 4-12, 2007.
- [14] MORIN E. *Educação e Complexidade: Os Sete Saberes e outros ensaios*. Ed. CORTEZ, 4ªEd., 2007.
- [15] RAMOS, E.M., *Brinquedos e Jogos no Ensino de Física*, Dissertação de Mestrado, IFUSP, 1990.
- [16] NEVES, M. C. D. et al. *Divulgando a Ciência: de brinquedos, jogos e do voo humano*. Ed. MASSONI, 1ª Ed, 2006.
- [17] TESTONI, L. *Caminhos Criativos e Elaboração de Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo na Formação Inicial do Professor de Física*, Tese de Doutorado, FEUSP, 2013.
- [18] PIAGET, J. *O Trabalho por Equipes na Escola: bases psicológicas*. Trad. Luiz G. Fleury. Revista de Educação. São Paulo: Diretoria do Ensino do Estado de São Paulo. vol. XV e XVI, 1936. p. 4-16.
- [19] REAL, L. C. *Aprendizagem Amorosa na interface Escola, Projetos de Aprendizagem e Tecnologias Digitais*. Tese de Doutorado, UFRGS, 2007.
- [20] VIGOTSKY, L., *Imaginação e Criação*, Ed. Vozes, 2009.
- [21] _____, *Pensamento e Linguagem*, Ed. Vozes, 2001.
- [22] BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- [23] WEIL-BARAIS. *L'homme cognitif*. Presses universitaires de France, 1998.