



REFORMA DE UMA DISCIPLINA INTRODUTÓRIA DE FÍSICA PARA ENGENHARIA COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.3987

Mariana Pojar - mpojar@fei.edu.br

Centro Universitário da FEI

Eliane F Chinaglia - echinaglia@fei.edu.br

Centro Universitário FEI

Sueli Hatsumi Masunaga - sueli.masunaga@gmail.com

Centro Universitário FEI

Roberto Baginski Batista Santos - rsantos@fei.edu.br

Centro Universitário FEI

Resumo: *Apresentamos a reforma de uma disciplina introdutória de Física para Engenharia. O principal objetivo da reforma foi proporcionar uma formação que visa ao desenvolvimento de competências técnicas e socioemocionais desde o início do curso de Engenharia. Explorando a cultura maker, a concepção, o projeto, a construção e a operação de um protótipo, o desenvolvimento de atividades imersivas e a avaliação contínua foram os pontos centrais da reforma. As novas atividades propostas permitem o protagonismo do aluno, que se responsabiliza por compreender, analisar e projetar soluções para problemas mal estruturados. O desenvolvimento das competências foi avaliado através da percepção dos estudantes que responderam ao questionário de pesquisa. Do ponto de vista docente, percebemos que a reforma acarreta mudanças na proximidade entre o professor e o aluno. Os professores tornam-se designers de atividades e de oportunidades de aprendizagem, parceiros facilitadores do aprendizado e mentores e precisam planejar suas intervenções e interagir com seus alunos visando à criação de um ambiente no qual os estudantes se sintam estimulados a desenvolverem as habilidades necessárias para superar dificuldades e obstáculos e encontrem o apoio necessários para descobrirem as estratégias que os levarão ao sucesso.*

Palavras-chave: *atividade imersiva, cultura maker, competências, mecânica*



REFORMA DE UMA DISCIPLINA INTRODUTÓRIA DE FÍSICA PARA ENGENHARIA COM FOCO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

1 INTRODUÇÃO

O primeiro contato dos estudantes de Engenharia com a Física costuma ser uma disciplina, que chamaremos de Física 1, que aborda a Mecânica da Partícula. O objetivo da disciplina é o desenvolvimento discente na capacidade de realizar análises conceituais, de desenvolver e resolver modelos matemáticos simples, de planejar, executar e analisar experimentos. A abordagem tradicional de transmissão do conteúdo da Física com baixa articulação com a Engenharia pode resultar em um curso pouco atrativo para os ingressantes, resultando em taxas elevadas de evasão porque as conexões entre o conteúdo ensinado e as áreas de atuação dos estudantes não são exercitadas, levando a desinteresse por parte dos estudantes (DE MÉO BARREIRO; BAGNATO, 1992, ATKINSON, 2004, RIHS; DICKMAN; LEITE, 2022).

Sobre este problema, inúmeras questões podem ser levantadas: a metodologia de ensino-aprendizagem de Física 1 em um curso de Engenharia deve ser a mesma que a adotada em um curso de Física? Apresentar aplicações e casos reais de Engenharia já seria suficiente para transpor as barreiras de aprendizagem? Como trabalhar efetivamente a interdisciplinaridade entre a Física e a Engenharia de modo que os estudantes sejam protagonistas no desenvolvimento de soluções para problemas complexos, que envolvem as duas áreas? Avaliações de aprendizagem baseadas apenas em provas escritas com séries de exercícios descontextualizados são suficientes para evidenciar se os futuros engenheiros desenvolveram no nível esperado a competência cognitiva de aprender, compreender e estudar fenômenos físicos?

O foco deste trabalho é a reforma de uma disciplina introdutória de Física (Física 1) oferecida para os cursos de Engenharia em uma instituição privada sem fins lucrativos da Região Metropolitana de São Paulo. A disciplina possui carga horária de 100 horas, sendo dois terços referentes a atividades teóricas e um terço de atividades práticas desenvolvidas em laboratório especializado. É importante destacar que elas se complementam e cuja coexistência terão papel fundamental no processo que será detalhado a seguir. Essa disciplina é ministrada no 1º e 2º semestres para alunos no período diurno e noturno, respectivamente.

As mudanças metodológicas que serão descritas foram introduzidas na Física 1 sem que o conteúdo da ementa fosse reduzido de forma a continuar embasando as competências técnicas, que são fundamentais e relevantes na atuação profissional do engenheiro contemporâneo (CARVALHO; TONINI, 2017). A remodelagem na disciplina, que segue em contínua adaptação, é baseada na importância dos conceitos físicos e matemáticos que irão estruturar toda a carreira do estudante. Posto isso, o objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia que tem sido usada na disciplina de Física 1, que tem como meta preparar um engenheiro voltado para as demandas do futuro para resolver problemas mal estruturados de alto impacto científico e tecnológico (MEC, 2019).

2 METODOLOGIA DE REFORMA DA DISCIPLINA FÍSICA 1

A proposta apresentada neste trabalho teve início em 2018 e, nos últimos quatro anos, foi possível acompanhar a evolução da reforma da disciplina, amparada em três pilares: a exploração da prototipagem e da cultura *maker*; a introdução de atividades imersivas no contexto da Engenharia; e a avaliação da aprendizagem.

2.1 Exploração da prototipagem e da cultura *maker*

Tradicionalmente, nas aulas de laboratório eram executadas experiências cujos roteiros pré-definidos ilustravam o conteúdo abordado na teoria. A primeira grande mudança foi estabelecer um forte vínculo entre as aulas de laboratório e as aulas de teoria introduzindo a cultura *maker* (HALVERSON; SHERIDAN, 2014). Esse vínculo é estabelecido quando os estudantes concebem, projetam, constroem e operam protótipos que atendem a requisitos definidos previamente e que precisam atingir certas metas de desempenho durante sua operação. Durante a operação dos protótipos, os estudantes adquirem dados experimentais autênticos que são analisados durante as aulas de laboratório e de teoria. Dessa forma, o projeto *maker* escolhido permeia todo o semestre e o aluno atua como protagonista, desenvolvendo atividades desafiadoras e experimentando situações reais de Engenharia.

Em pesquisa realizada no início do 1º semestre de 2022, 245 de um total de 375 alunos da disciplina de Física 1 responderam a um questionário sobre o desenvolvimento da habilidade *maker* no Ensino Médio. Destes, 199 (81,2%) responderam que não haviam tido este tipo de experiência na escola. Os alunos que tiveram essa experiência (apenas 18,8% dos respondentes) construíram protótipos como foguetes e outros envolvendo eletromagnetismo, mecânica e termodinâmica.

Esses dados foram relevantes para estabelecer a familiaridade dos estudantes com a cultura *maker* e constatar dos relatos dos alunos que o foco esteve nas fases de construção, não tendo havido envolvimento significativo com concepção ou projeto nem exploração da operação como experimento real capaz de produzir dados e conduzir reflexões e aprendizagens. No contexto da Física 1, as atividades vinculadas à cultura *maker* têm o potencial de promover o engajamento dos alunos com ou sem experiência prévia com essa cultura, pois os protótipos permitem, além da demonstração de conceitos, geração de dados experimentais que serão analisados e modelados analiticamente e computacionalmente.

Uma das premissas da atividade, desenvolvida em pequenas equipes, é que os alunos construam todas as etapas do dispositivo, não sendo possível utilizar peças ou partes previamente prontas. Para a montagem dos protótipos devem ser utilizados materiais recicláveis ou de baixo custo, indo ao encontro dos objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas (ONU, 2022). O tema do projeto e a meta a ser cumprida são divulgados no início do semestre letivo, indicando que o objetivo vai além da simples construção. Para um engenheiro, todo objeto deve ter uma aplicabilidade.

Em termos da aprendizagem, na fase de construção são trabalhadas as competências de gestão de materiais e de tempo, planejamento, organização, criatividade e inovação. Quando aprimoramentos nos protótipos se fazem necessários são trabalhadas as competências de resolução de problemas complexos, perseverança, flexibilidade, capacidade analítica, motivação e resiliência às frustrações. Além disso, o desenvolvimento do projeto propicia desafios de trabalho em equipe, onde os alunos devem ter empatia, responsabilidade, disciplina e, ao longo do processo, ganhar maturidade nas relações humanas.



Inúmeras temáticas para aplicação da cultura *maker* já foram trabalhadas na disciplina: carrinho de propulsão elástica, foguete com propulsão de ar comprimido e um dispositivo lançador com controle de ângulo e velocidade inicial. Neste trabalho, iremos focar na construção de um carrinho por propulsão elástica e um dispositivo lançador com controle do ângulo de lançamento conforme mostram as Figuras 1 e 2, respectivamente.

Figura 1: Implementação da cultura *maker* com a construção de carrinhos por propulsão elástica.



Fonte: Autores

Figura 2 – Protótipos do dispositivo lançador com ajuste do ângulo de lançamento.



Fonte: Autores

Metas distintas propiciam protótipos com modelagem de construção bem diferentes, estimulando a criatividade e inovação dos alunos. O carrinho da Figura 1(a) tinha como meta percorrer 1,5 m de distância e colidir frontalmente com uma parede. O objetivo era não quebrar um ovo transportado dentro do carrinho. Inúmeras soluções foram propostas, desde a mais simples como um cinto de segurança ou *air bag* para o ovo, até as mais criativas como um sistema de amortecimento. No exemplo mostrado, foi construído um sistema de garras acoplado ao carrinho que diminuía o impacto contra a parede.

Em outro semestre, a meta proposta foi o carrinho por propulsão elástica percorrer inicialmente em linha reta e em seguida ser capaz de fazer uma curva acentuada. Dois exemplos são mostrados nas Figuras 1(b) e (c). Dentre as soluções propostas para que o carrinho fizesse a curva estão: deslocamento gradual do centro de massa, rodas de tamanhos diferentes e carrinhos mais elaborados com sistemas de eixos independentes.

Durante a operação dos protótipos, os estudantes adquiriam dados experimentais usando, por exemplo, videoanálise com o *software Tracker* (BROWN, 2021) de filmes curtos feitos com as câmeras de seus celulares. Assim, a influência do atrito no movimento do carrinho para diferentes pavimentos foi avaliada combinando modelagem analítica do movimento e análise gráfica da cinemática. Da mesma forma, colisões frontais entre os carrinhos permitiram avaliar a conservação de energia e de momento linear e discutir a relevância do trabalho e do impulso associados a forças internas e externas ao sistema.

Na temática de construção do dispositivo lançador com ajuste do ângulo de lançamento, o objetivo era acertar um alvo que estava a 2,5 m de distância. Em uma segunda etapa, o objetivo era discutir a influência do ângulo de lançamento sobre o alcance em situações em que a resistência do ar era relevante. Nesta etapa, os estudantes



comparavam seus dados experimentais com o resultado de simulações computacionais produzidas a partir da modelagem do efeito da gravidade e da resistência do ar sobre um corpo esférico levando em conta termos de primeira e de segunda ordem na velocidade (PALIERINI; CHINAGLIA; MASUNAGA, 2021).

2.2 Atividades imersivas

A tecnologia atual passará por muitas transformações nas próximas décadas, impactando o futuro da sociedade e do trabalho de modo geral (ABENGE, 2020). Como formar o engenheiro do futuro com as metodologias educacionais do presente? Percebemos a necessidade de estimulemos os alunos a pensarem em situações práticas e aplicações com potencial disruptivo desde o primeiro semestre do curso.

A implementação da interdisciplinaridade da Engenharia nas disciplinas de Física é feita pela exposição de possíveis aplicações para os conceitos e técnicas ensinados. Entretanto, são raras as oportunidades para que os estudantes explorem os contextos de aplicação. É nesse sentido que propomos a inserção de atividades imersivas que podem ser definidas como atividades em que o aluno será protagonista ao longo de todo o processo, escolhendo o tema e a área da Engenharia que vai estudar aplicando os conteúdos da disciplina de física dentro de contextos mais realistas.

Assim, a segunda grande mudança na remodelagem da disciplina de Física 1 foi inserir atividades imersivas. Consideramos uma atividade imersiva, uma atividade em que o aluno tem a possibilidade de escolher o problema que vai analisar. O objetivo é criar oportunidades para que os alunos reflitam e analisem problemas reais de Engenharia. As atividades propostas respeitam a ementa do curso e ao mesmo tempo permitem aguçar a curiosidade e a vontade de aprofundar os conhecimentos. Essa abordagem gera uma riqueza de informações, pois não existe um roteiro pronto ou respostas certas, previamente esperadas. O professor torna-se um mentor na condução da atividade.

Na mesma pesquisa já citada feita com os alunos, 153 alunos (62,5%) responderam que tiveram a oportunidade de analisar problemas de Física baseados em casos reais no Ensino Médio. O número alto de respostas positivas mostra a evolução na forma de ensinar na Educação Básica, com conceitos sendo correlacionados com o dia a dia dos alunos. As atividades imersivas se destacam ao introduzir um nível de complexidade maior, superando as questões fechadas e bem estruturadas para aplicação imediata de fórmulas.

Neste trabalho destacaremos dois tipos de atividades imersivas que se complementam devido ao enfoque que é dado em cada uma delas. Na primeira, os alunos são colocados em contato com bases de periódicos técnico-científicos especializados. Na atividade proposta, os alunos devem correlacionar uma aplicação recente de Engenharia publicada em um periódico com um tópico de Física 1 e explicar a relação observada. Trata-se de um grande desafio para primeiranistas, que têm pouca familiaridade com a literatura técnico-científica, com seus repositórios e com as ferramentas de busca especializadas. Como exemplo dos trabalhos apresentados, podemos mencionar: mecanismo de verificação da resistência do solo para cultivo, força requerida para colheita industrial de tomate, polimento de materiais e coeficiente de atrito, acionamento pneumático para reabilitação física, veículos elétricos, próteses para joelhos distribuição do peso do carregamento de ônibus, aviões e caminhões para evitar desbalanceamento e aumento da força de arraste. A riqueza dos temas escolhidos e nas mais diferentes áreas da Engenharia é um termômetro do sucesso da atividade imersiva. Os alunos tiveram um papel protagonista na seleção e análise dos temas que lhes interessavam.

O desafio é maior na segunda atividade imersiva, em que os alunos têm de selecionar uma aplicação de Engenharia no contexto de uma Megatendência, identificar e

explicar o conteúdo de Física 1 que a embasa. Esta atividade imersiva permite que os estudantes reflitam sobre os impactos da tecnologia e os estimula ao pensamento disruptivo nas áreas de tecnologia.

A segunda atividade imersiva se insere dentro dos objetivos formativos da instituição, que é capacitar os alunos para serem solucionadores de problemas, cujas soluções devam contribuir para a melhoria da condição humana. Para isso, na disciplina de Física 1, foram abordadas as Megatendências, que é um conjunto de assuntos tecnológicos que terão grande impacto em nossas vidas, em nossos modos de produção ou de consumo nas próximas décadas. Portanto, essa atividade também promove o exercício da visão do futuro, importante para o desenvolvimento tecnológico e científico, em que a engenharia desempenha um papel fundamental nesse processo.

A proposta da atividade é que seja produzido um vídeo de 5 a 10 minutos, onde cada grupo versa sobre uma Megatendência indicando qual problemática será resolvida, qual a relação com a Engenharia, deixando evidente a contribuição para melhoria da condição humana, que associamos aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Dentre os trabalhos entregues obtivemos a abordagem da mobilidade urbana (carros voadores elétricos - eVTOL; pneus do futuro à prova de furo e motores movidos a hidrogênio); das cidades inteligentes (cidades dentro de domos; casas com a impressão 3D e cidades sustentáveis focando no biometano); da saúde e o bem-estar (desenvolvimento de roupas e tênis sustentáveis e biotecnologia agregada à saúde), das energias do futuro (energias alternativas com foco na ondomotriz e na maremotriz).

2.3 Avaliação

O terceiro pilar da reforma da disciplina foi a metodologia de avaliação. Destacamos que ocorreu de forma natural após a inserção das atividades *maker* e das imersivas. Ao avaliar a construção de um protótipo ou a evolução de uma atividade imersiva, não era mais possível "atribuir uma nota" somente no final do processo a partir de uma prova tradicional. Todo o decorrer do desenvolvimento tornou-se importante, o que propiciou a realização de avaliações contínuas. Como consequência, também passamos a avaliar outras competências que vão além das cognitivas de aprender, compreender e estudar fenômenos físicos.

Entre as novas competências avaliadas estão as de comunicação e as socioemocionais em conformidade com novas exigências de um mundo em rápida transformação (ABENGE, 2020, MARIN et al., 2017). Desta forma, a disciplina passa a promover o desenvolvimento integral do aluno, numa visão holística, deixando de aplicar apenas avaliações somativas tradicionais, relacionadas com a aprendizagem do conteúdo proposto na ementa do curso.

As competências a serem desenvolvidas ao longo do semestre são divulgadas no início das aulas, juntamente com o Plano de Ensino e com o cronograma da disciplina. A comunicação dessas informações é relevante para que o aluno compreenda que o seu papel é fundamental no desenvolvimento deste processo. Além disso, é importante informar os estudantes que as competências de comunicação e socioemocionais vêm sendo requisitadas no mercado de trabalho tanto quanto as competências cognitivas (CARVALHO; TONINI, 2017).

As atividades de avaliação têm sido realizadas em equipes, exceto as avaliações escritas tradicionais. Nota-se que é interessante mudar a composição dos integrantes do grupo nas aulas de teoria e de laboratório para que sejam aprimoradas as competências socioemocionais de trabalho em equipe e empatia, onde são trabalhadas a colaboração, a

sociabilidade, a gestão de conflitos e a compreensão, que inclui saber ouvir e aceitar opiniões diferentes e compreender e aceitar os outros. Além disso, nas atividades desenvolvidas em equipes, são usadas estratégias de avaliações pelos pares para permitir que os estudantes atuem no processo de avaliação em vez de serem apenas objetos de avaliação.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A introdução de metodologias ativas em uma disciplina requer um tempo de adaptação por parte dos professores e dos alunos. Atividades como as descritas acima demandam mais dedicação por parte dos alunos e exigem acompanhamento mais próximo dos professores, que passam a desempenhar mais o papel de mentores do que de transmissores de conteúdo. Não se pode descartar os resultados que indicam que os estudantes tendem a perceber que aprenderam menos com uma metodologia ativa mesmo que os resultados objetivos indiquem o contrário (DESLAURIERS, 2019).

Uma reflexão que não pode ser menosprezada é como mensurar o efeito das modificações introduzidas na disciplina no desenvolvimento as competências desejadas, agregando valor significativo para o aprendizado e o desenvolvimento dos alunos. De outro modo, como aferir o quanto a aprendizagem ficou mais significativa acrescentando um vínculo maior com a carreira de engenharia escolhida.

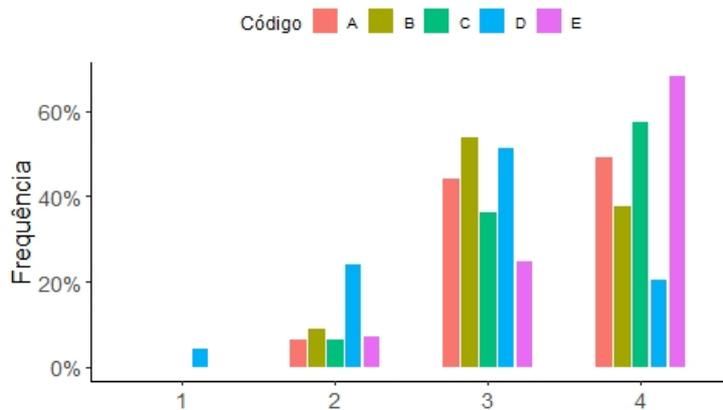
Como forma qualitativa de verificação da percepção dos alunos sobre o seu desenvolvimento em função das metodologias aplicadas, questionários de *feedback* têm sido respondidos pelos alunos ao final de cada atividade proposta. Vale ressaltar que o modo de avaliar as competências desenvolvidas em uma determinada disciplina ou projeto ainda é um tema aberto na comunidade. No entanto, o uso desses questionários de *feedback* realizando um levantamento da própria percepção dos alunos sobre seu aprendizado é um dos métodos mais utilizados (CRUZ, 2020).

3.1 Projeto *Maker* – dispositivo lançador

Alguns *feedbacks* socioemocionais são verificados durante as aulas. Na apresentação dos protótipos é possível ver o brilho nos olhos dos alunos, os sorrisos, o orgulho de apresentar seu primeiro projeto. Muitos desses protótipos acabam tendo valor sentimental tão grande, onde os alunos comentam que irão guardá-los para sempre por ser o primeiro projeto que construíram.

Para avaliar a percepção dos alunos sobre o desenvolvimento das competências de projetar, modelar, construir e testar protótipos com suas próprias mãos, os alunos responderam a um questionário de autoavaliação com 9 perguntas. Nas Figuras 3 – 6 apresentamos os resultados compilados de 138 respostas, cerca de 37% do total, as quais estão diretamente correlacionados ao desenvolvimento das competências propostas. Esse questionário foi respondido pelos alunos após a 1ª etapa do desenvolvimento do dispositivo lançador, ou seja, quando o objetivo era projetar, construir e fazer com que a esfera atingisse um alvo a 2,5 m de distância.

Figura 6 – Autoavaliação das competências.



Fonte: Autores

Após realizar a 1ª parte do projeto, como você avalia o SEU DESEMPENHO em cada uma das competências:

A: Idealizar, projetar, construir e testar um determinado protótipo

B: Aplicar métodos científicos (observar, fazer e rever hipóteses, analisar resultados, avaliar a teoria) para estudar um fenômeno físico

C: Conduzir um experimento e interpretar os resultados

D: Modelar matematicamente um fenômeno físico (montar e interpretar as equações analisando o fenômeno físico em questão)

E: Trabalhar em equipe de forma colaborativa, gerenciando tarefas e desafios.

Em relação ao maior aprendizado, a palavra “lançador” aparece com maior frequência, ou seja, o próprio desenvolvimento do protótipo, assim como as palavras “dispositivo” e “construir”. Assim, as competências de conceber, projetar e executar um determinado experimento certamente foram trabalhadas, assim como as competências associadas ao trabalho em equipe. Outro ponto de destaque são as palavras “equipe” e “trabalho”. O trabalho em equipe também é destaque nas respostas obtidas para a pergunta 3: “Como equipe, você considera que o projeto se desenvolveu:”. A Figura 4 mostra que mais que 80% dos alunos consideram que o trabalho se desenvolveu de forma *satisfatória* e *totalmente satisfatória*, indicando mais uma vez que essa competência foi trabalhada nessa 1ª etapa do projeto.

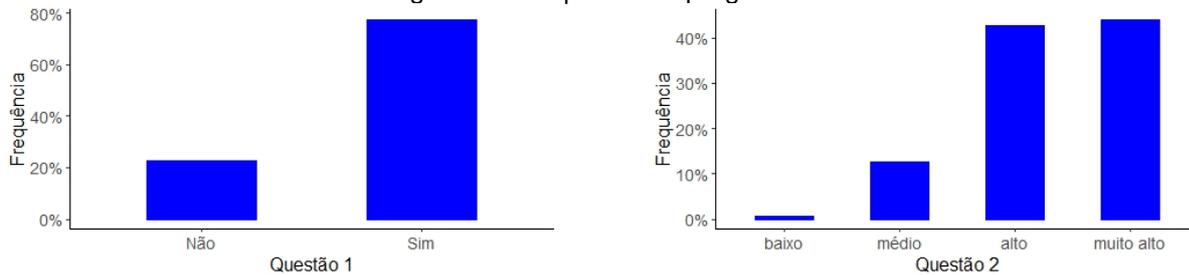
A pergunta 4 foi referente à percepção dos alunos sobre a importância do desenvolvimento de habilidades *maker* para a formação como engenheiro. As respostas “importante” e “essencial” somam 98,5% das respostas (Figura 5). Assim, o desafio apresentado aos alunos traz a percepção que “colocar a mão na massa” de fato faz muita diferença na formação em engenharia, indicando novamente que as competências de projetar, construir, testar e avaliar foram trabalhadas e desenvolvidas.

As perguntas 5 - 9 referem-se diretamente à percepção dos alunos sobre as competências trabalhadas. Neste caso, é solicitado que o aluno faça uma autoavaliação sobre cada uma das competências listadas. As respostas foram dadas de acordo com uma escala *likert* onde “1” é *muito fraco* ou *inexistente*; 4 é a *excelência* e são mostradas na Figura 6. Podemos notar que os alunos percebem que trabalharam muito bem cada uma das competências listadas, sendo que as mais destacadas foram “trabalhar em equipe”, “conduzir um experimento e analisar os resultados” e “idealizar, projetar, construir e testar um determinado protótipo”. Após a finalização da 2ª etapa desse projeto, o mesmo questionário será aplicado novamente para avaliar essa etapa. Com as respostas, esperamos observar a evolução dos alunos nos aspectos mencionados.

3.2 Atividades imersivas – contextos de Megatendências na Física 1

Para a avaliação da percepção dos alunos sobre sua capacidade para serem solucionadores de problemas, cujas soluções devam contribuir para a melhoria da condição humana, foi solicitado que eles respondessem a um questionário com 4 perguntas (Figuras 7 - 9). As perguntas foram respondidas por 150 alunos, cerca de 40% do total.

Figura 7 – Respostas às perguntas 1 e 2.



1. Se fosse solicitado escolher uma aplicação da Engenharia e embasar sua explicação dentro da Física 1, você teria escolhido uma aplicação dentro de contexto de Megatendências 2050? Ou seja, teria escolhido espontaneamente uma aplicação futurística?

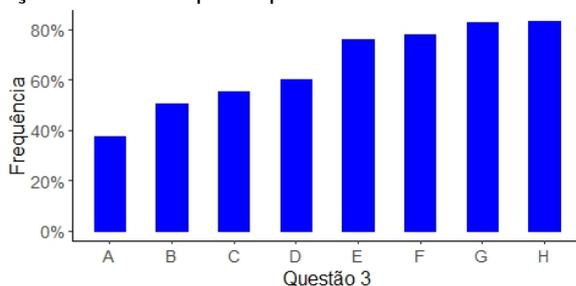
2. Nas diretrizes do trabalho foi solicitado que a Megatendência escolhida deveria estar dentro do Contexto da Sustentabilidade. Qual o grau de importância dessa temática frente as 17 ODS da ONU?

Fonte: Autores

A Figura 7 apresenta as respostas referentes às perguntas 1 e 2. Elas mostram que os alunos se interessam por temas futurísticos, mesmo que o título da atividade já os tenha induzido a essa escolha. O interesse alto e muito alto pelo tema da sustentabilidade, indica uma geração de jovens conscientes e engajados com o tema da sustentabilidade e que poderão propor soluções para o desenvolvimento de um mundo mais sustentável.

O resultado da pergunta 1 está de acordo com a resposta de 60% dos alunos que consideram a *empatia pelas demandas da sociedade* uma habilidade importante a ser desenvolvida para um profissional responsável pelas tecnologias e soluções de alto impacto para os desafios do futuro (Figura 8). Também parece ser uma geração que reconhece a importância do trabalho em equipe e da criatividade para esse fim. Outras habilidades, mais técnicas, consideradas importantes por mais de 70% dos alunos são *conhecimento científico e tecnológico* e *solução de problemas complexos*. Para 50 a 70%, as habilidades que consideram importantes são a *interdisciplinaridade*, *inteligência emocional* e *empatia pelas demandas da sociedade*. A *autonomia para se tornar protagonista das disrupturas*, foi considerada como uma das mais importantes por menos de 40% dos estudantes, refletindo a imaturidade dos alunos ingressantes, quanto ao papel da autonomia e protagonismo na solução de problemas de alto impacto para a sociedade.

Figura 8 – Respostas à pergunta 3: "Para que você se torne um profissional responsável pelas tecnologias e soluções de alto impacto para os desafios do futuro, quais habilidades considera importante desenvolver?"



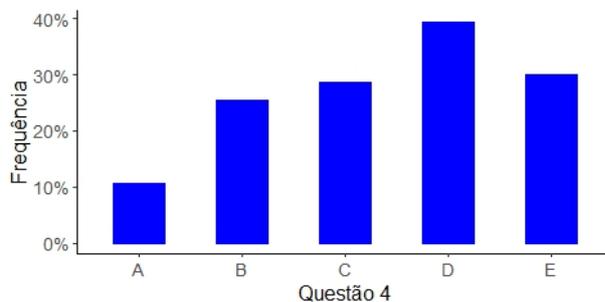
- A: Autonomia para se tornar protagonista das disrupturas.
- B: interdisciplinaridade.
- C: Inteligência emocional.
- D: Empatia pelas demandas sociais.
- E: Solução de problemas complexos.
- F: Conhecimento científico e tecnológico.
- G: Trabalhar em equipe.
- H: Criatividade.

Fonte: Autores

O reconhecimento da importância do trabalho em equipe condiz com as respostas da pergunta 4, em que apenas 10% dos alunos apontaram o *trabalho em equipe* como sendo a maior dificuldade para o desenvolvimento do trabalho (Figura 9). Por outro lado, a maior dificuldade, apontada pela maioria, foi *associar o assunto da megatendência aos*

tópicos da Física 1, como esperado. Outros aspectos que envolvem a produção de material próprio, comunicação e gestão de tempo também foram apontados como dificuldades sentidas no desenvolvimento da atividade, talvez um resultado nada surpreendente, uma vez que ainda desenvolverão esses aspectos ao longo do curso.

Figura 9 – Respostas à pergunta 4: "Qual foi a sua maior dificuldade no desenvolvimento desse trabalho?"



A: Trabalhar em equipe.

B: Gestão de tempo.

C: Produzir material em vídeo onde era solicitada uma habilidade de comunicação oral.

D: Vincular o assunto da Engenharia dentro da Física 1.

E: Desenvolver conteúdo sobre uma Megatendência escolhida, pois não existe material pronto disponível.

Fonte: Autores

O resultado das questões 3 e 4, sobre vincular o assunto da Engenharia dentro da Física 1, mostra a importância das atividades que chamamos de imersivas para que a contextualização tecnológica e de engenharia seja feita tanto pelos discentes quanto pelos docentes, desde os cursos de base do curso de Engenharia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho apresentou os princípios e os métodos de uma reforma da disciplina inicial de Física (Física 1) para cursos de Engenharia visando à formação de Engenheiros capazes de solucionar problemas, aplicando tecnologias e levando o contexto da aplicação em consideração. As modificações na estrutura da disciplina reduziram a distância emocional entre professores e estudantes, sendo que os professores se tornaram parceiros facilitadores do aprendizado e mentores, deixando de ser expositores e avaliadores somativos. Problemas contextualizados, mais complexos e mais realistas exigem mais preparação do professor, que deve ter a atitude de abertura a novos desafios. Além disso, o docente deve propor atividades, planejar suas intervenções e interagir com seus alunos visando à criação de um ambiente no qual os estudantes se sintam estimulados a desenvolverem as habilidades necessárias para superar dificuldades e obstáculos e encontrem o apoio necessários para descobrirem as estratégias que os levarão ao sucesso. Alunos proativos escolhem e buscam a solução sem esperar que ela venha do professor. Gera-se uma relação de parceria, onde ambos contribuem e o aprendizado é mútuo.

O processo de avaliação passa a ser contínuo ao longo de todo o semestre. Isso traz bons resultados para alunos que sofriam de ansiedade nos dias de avaliações de alto impacto (*high-stakes tests*). A avaliação contínua traz uma versatilidade para que sejam considerados os níveis de desenvolvimento de habilidades e de aquisição de conhecimentos de cada um, permitindo que os alunos tenham o tempo necessário para a superação das dificuldades encontradas. O professor está atento nesse processo, auxiliando os alunos. Destacamos que avaliações somativas tradicionais continuam sendo conduzidas de forma individual para avaliar a capacidade de resolução formal de problemas principalmente nos níveis cognitivos de aplicar e de analisar na taxonomia revisada de Bloom (ANDERSON e KRATHWOHL, 2001).

Um ponto positivo para o aluno é a realização das atividades experimentais sem medo de errar, uma vez que a avaliação é feita pelo projeto como um todo e não pontualmente. Isso permite que o aluno arrisque, erre, aprenda com erro e dê o passo seguinte para a correção com mais maturidade e segurança. Um ponto que demanda mais investigação é a criação de uma métrica justa e confiável que permita avaliar a contribuição de cada atividade no desenvolvimento nos níveis esperados de cada competência.

REFERÊNCIAS

- ABENGE. **Documento de apoio à implantação das DCNs do curso de graduação em engenharia**. CNI, Brasília, 2020. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/publicacoes.php>>. Acesso em: 21 abr. 2022.
- ANDERSON, Lorin W.; KRATHWOHL, David (eds.). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. New York: Longman, 2001.
- ATKINSON, Carlos Oswaldo. **O ensino de Física básica no curso de engenharia ambiental: um estudo de caso**. 2004. 53 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Educação de Ciências Humanas e da Comunicação, Itajaí, 2004.
- BROWN, D. **Tracker - Video Analysis and Modeling Tool**. [S.l.]: OpenSource Physics. 2021. Disponível em: <<https://physlets.org/tracker/>>. Acesso em: 17 jan. 2021.
- CRUZ, Mariana Leandro; SAUNDERS-SMITS, Gillian N.; GROEN, Pim. Evaluation of competency methods in engineering education: a systematic review. **European Journal of Engineering Education**, v. 45, n. 5, p. 729-757, 2020.
- DE MÉO BARREIRO, Águida Celina; BAGNATO, Vanderlei S. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 9, n. 3, p. 238-244, 1992.
- DESLAURIERS, Louis; MCCARTY, Logan S.; MILLER, Kelly; CALLAGHAN, Kristina; KESTIN, Greg. et al. Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. **PNAS** v. 116, p. 19251-19257, 2019.
- HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. The maker movement in education. **Harvard Educational Review**, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.
- MARIN, Angela Helena et al. Competência socioemocional: conceitos e instrumentos associados. **Revista Brasileira de Terapias Cognitivas**, v. 13, n. 2, p. 92-103, 2017.
- MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**, Brasília, 23 jan. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 11 set. 2020.
- PALIERINI, Rafael Zacarias; CHINAGLIA, Eliane F.; MASUNAGA, Sueli H. Simulações com Python e videoanálise do movimento balístico com resistência do ar. In: COBENGE



49., 2021, Online. **Anais...** Brasília: ABENGE, 2021. Disponível em:
<http://www.abenge.org.br/sis_submetidos.php?acao=abrir&evento=COBENGE21&codigo=COBENGE21_00253_00003408.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** 2022. Disponível em:
<<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 21 abr. 2022.

RIHS, Arnon Roberto; DICKMAN, Adriana Gomes; LEITE, Cristina. Uma abordagem contextualizada da física no curso de engenharia ambiental e sanitária. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20210335, 2022.

OVERHAULING AN INTRODUCTORY PHYSICS FOR ENGINEERING COURSE WITH A FOCUS IN COMPETENCIES DEVELOPMENT

Abstract: *We present a reform of an introductory Physics for Engineering course. The main objective of the reform was aimed at the development of technical and socio-emotional skills from the beginning of the Engineering course. Exploring the maker culture, the conception, design, construction and operation of a prototype, the development of immersive activities and continuous assessment were the central points of the renovation. The new activities proposed allow the student to play a leading role, taking responsibility for understanding and analyzing poorly structured problems and designing solutions for them. The development of competencies was evaluated through the perception of the students who answered the research questionnaire. From the faculty point of view, we realize that the reform entails changes in the proximity between faculty and students. Faculties become designers of learning activities and opportunities, learning facilitators and mentors, and need to plan their interventions and interact with their students aiming at the creation of an environment in which students feel encouraged to develop the skills necessary to overcome difficulties and obstacles and find the support they need to discover the strategies that will lead them to success.*

Keywords: *immersive activity, maker culture, competencies, mechanics.*

