



PROVÁVEL PERCEPÇÃO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA NO BRASIL: CONSIDERAÇÕES A PARTIR DE PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

PROBABLE ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY PERCEPTION OF ENGINEERING STUDENTS IN BRAZIL: CONSIDERATIONS FROM BIBLIOGRAPHICAL RESEARCH

José Thomaz Mendes Filho¹

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p543-557.2023

RESUMO: Este artigo resulta da busca por dois objetivos. O primeiro objetivo era identificar algumas características de experiências acadêmicas brasileiras em que participavam alunos de engenharia e que incentivavam comportamentos no sentido de sustentabilidade ambiental, e concluir sobre sua adequação, ou não, no contexto de formação de engenheiros. Para alcançar esse primeiro objetivo, o método escolhido foi a pesquisa bibliográfica analítica. Consulta a seis referências (a mais antiga de 2005 e a mais recente de 2020) permitiu concluir ser possível realizar atividades que insiram estudantes de engenharia em contextos que incentivam o desenvolvimento de soluções que promovem ações e comportamentos ambientalmente mais sustentáveis. O segundo objetivo era verificar se em prováveis percepções de sustentabilidade ambiental identificadas em manifestações de estudantes de engenharia no Brasil predominam motivações intelectuais (com base em ideias, e simbolizadas por *I*) ou emocionais (com base em sentimentos e simbolizadas por *E*), com a consideração em conjunto (soma) de ambas sendo simbolizada por *S*. Para alcançar esse segundo objetivo, utilizou-se, inicialmente, o método pesquisa bibliográfica analítica, seguido por uma aplicação do método do equilíbrio reflexivo, para tratar da formação de convicção sobre presença, ou não, de motivação intelectual e de motivação emocional em manifestações de estudantes de engenharia no Brasil e, em caso positivo, se ela deve ser considerada como plena ou como parcial. Para conferir mais objetividade ao tratamento dessas convicções, foi elaborada e utilizada uma adaptação da escala Likert, com a seguinte correspondência de pontos: 0 para não identificação de *I* nem de *E*, 1 para identificação parcial de *I* ou de *E*, 2 para identificação plena de *I* e não identificação de *E* ou para identificação parcial de *I* e de *E* ou para não identificação de *I* e identificação plena de *E*, 3 para identificação plena de *I* e parcial de *E* ou para identificação parcial de *I* e plena de *E*, e 4 para identificação plena de *I* e de *E*. Consulta a seis referências (a mais antiga de 2011 e a mais recente de 2021) que, no conjunto, possibilitaram compor uma amostra com 346 manifestações discentes (desconsiderando quando a pessoa que responde diz não saber, prefere não responder, e quando a resposta é qualificada como "outros"), obtidas de um conjunto de 319 estudantes de engenharia (sendo 26 de Engenharia Ambiental, 14 de Engenharia Civil, 14 de Engenharia da Computação, 159 de Engenharia Elétrica, 59 de Engenharia Florestal e 47 de Engenharia de Produção) possibilitou identificar predominância de *I* (com média aritmética 1,92 em um intervalo de possibilidades de 0 a 2 e desvio-padrão $\pm 0,26$) acompanhada de *E* (com média aritmética 1,08 em um intervalo de possibilidades de 0 a 2 e desvio-padrão $\pm 0,48$). Com referência a *S*, resultou média aritmética de 3,00 em um intervalo de possibilidades de 0 a 4 e desvio-padrão $\pm 0,60$. Isto permitiu concluir que a maioria das manifestações dos estudantes de engenharia presentes na amostra estudada, no modo como neste artigo foram consideradas, sugere provável percepção de sustentabilidade ambiental contemplando *I* e *E*, com maior presença de *I*.

PALAVRAS-CHAVE: percepção de sustentabilidade ambiental; estudantes de engenharia; sustentabilidade ambiental; motivação intelectual; sustentabilidade ambiental; motivação emocional.

¹ Professor Associado, doutor em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná, thomaz@ufpr.br



ABSTRACT: This article results from the search of two objectives. The first objective was to identify some features of Brazilian academic experience which engineering students took part in and which encouraged behaviors towards environmental sustainability, and to conclude about their adequacy, or not, in the context of formation of engineers. To reach that first objective, the chosen method was the analytical bibliographical research. Consultation to six references (the oldest of 2005 and the newest of 2020) allowed to conclude that it is possible to perform activities which insert engineering students in contexts which encourage the development of solutions which promote environmentally more sustainable actions and behaviors. The second objective was to verify whether in probable environmental sustainability perceptions identified in manifestations of engineering students in Brazil predominate intellectual motivations (based on ideas and symbolized by *I*) or emotional ones (based on sentiments and symbolized by *E*), with the consideration of both as a whole (sum) being symbolized by *S*. To reach this second objective it was initially used the analytical bibliographical research, followed by an application of the reflective equilibrium method, to deal with the conviction formation about presence, or not, of intellectual motivation and of emotional motivation in manifestations of engineering students in Brazil and, in positive case, whether it must be considered as full or as partial. To confer more objectivity to the treatment of those convictions, it was elaborated and used an adaptation of the Likert scale, with the following correspondence of points: 0 for identification of neither *I* nor *E*, 1 for partial identification of either *I* or *E*, 2 for full identification of *I* and no identification of *E* or for partial identification of both *I* and *E* or for no identification of *I* and full identification of *E*, 3 for full identification of *I* and partial identification of *E* or for partial identification of *I* and full identification of *E*, e 4 for full identification of both *I* and *E*. Consulting six references (the oldest from 2011 and the newest from 2021) which, as a whole, allowed to compose a sample with 346 manifestations of students (not considering when the person who answers says not knowing, prefers not answering, and when the answer is qualified as "others"), obtained from a set of 319 engineering students (being 26 of environmental engineering, 14 of civil engineering, 14 of computer engineering, 159 of electrical engineering, 59 of forestry e 47 of production engineering) allowed to identify a predominance of *I* (with arithmetic average 1.92 in a range of possibilities from 0 to 2 and standard deviation ± 0.26) followed by *E* (with arithmetic average 1.08 in a range of possibilities from 0 to 2 and standard deviation ± 0.48). Regarding to *S*, it resulted arithmetic average of 3.00 in a range of possibilities from 0 to 4 and standard deviation ± 0.60 . That allowed to conclude that the majority of the manifestations of engineering students present in the studied sample, as they were considered in this article, suggests probable perception of environmental sustainability contemplating *I* and *E*, with stronger presence of *I*.

KEYWORDS: perception of environmental sustainability; engineering students; environmental sustainability; intellectual motivation; environmental sustainability; emotional motivation.

INTRODUÇÃO

Engenheiros – em suas diferentes especialidades, no exercício de sua profissão – interagem, de modo mais ou menos direto, com o meio ambiente², e algumas soluções de engenharia contribuem mais que outras em termos, por assim dizer, de promoção de sustentabilidade ambiental³. Cursos de engenharia,

2 Peters e Svanström (2019, p. 16, tradução nossa) consideram que "hoje [2019] muitos engenheiros e cientistas estão profissionalmente envolvidos na gestão de problemas ambientais ou de sustentabilidade de algum modo."

3 É relativamente bem conhecida a concepção de "tripé da sustentabilidade" (ELKINGTON, 1997, tradução nossa), composto pelas dimensões social, ambiental e econômica. Neste artigo o estudo é centrado apenas no componente ambiental.



independentemente de sua especialidade, têm como marca a busca por soluções técnicas ou tecnológicas que, em regra, dependendo de como venham a ser concebidas e implementadas, revelam potencial para produzir, mas também para evitar, impactos ambientais negativos, mais ou menos intensos. Portanto, uma formação em cursos de engenharia que mostre aos alunos que diferentes soluções técnicas ou tecnológicas, dependendo de suas características, exercem, ou evitam de exercer, importantes impactos ambientais negativos, tem muito a contribuir, seja com os futuros engenheiros, que passam a dispor de conhecimento mais amplo sobre impactos ambientais decorrentes de soluções de engenharia, seja em benefício da sociedade como um todo, que passa a dispor de profissionais mais bem preparados para ofertar soluções de engenharia ambientalmente mais sustentáveis.

Uma característica em diferentes especialidades de formação em engenharia é a ênfase em raciocínio objetivo, quantitativo e comparável, com destaque para limites de admissibilidade. Essa é uma vantagem que pode ser adequadamente utilizada no contexto do estudo objetivo de impactos ambientais. Índices, ou mesmo indicadores expressos de modo objetivo, inclusive quantitativo, podem – e, na linha argumentativa desenvolvida neste artigo, devem – ser adequadamente apresentados aos alunos de cursos de engenharia também no contexto de estudos de impactos ambientais, no sentido de conferir maior objetividade à consideração, no plano intelectual (ou das ideias), de características relevantes no contexto dos problemas de interesse ambiental. Entretanto, a motivação para a ação ambientalmente sustentável não se limita a fatores intelectuais. Yu et al. (2019, p. 7, tradução nossa) observam que, “com o acúmulo de pesquisa em compromisso ambiental, pesquisadores têm percebido que compromisso ambiental pessoal refere-se a sentimentos percebidos de obrigação para com o meio ambiente”. Ademais, embora reconhecendo limitações em seu estudo⁴, Taufik, Bolderdijk e Steg (2016, p. 61, tradução nossa) consideram que “o mecanismo de ‘avaliar por sentimento’ afeta a intenção das pessoas para agir em conformidade com o meio ambiente, mais ainda do que ‘avaliação por cálculo’”, e “que conseguir que as pessoas ajam favoravelmente ao meio ambiente parece ser mais uma questão de sentimentos, e menos uma questão de cálculo.”. Há, inclusive, na literatura, uma

4 Entre elas: medir “todas as variáveis no estudo com um único item”, não controlar “os custos comportamentais de ações favoráveis ao meio ambiente”, “focar somente na intenção da pessoa de agir em conformidade com o meio ambiente”, podendo haver “uma lacuna entre intenção explicada e comportamento explicado”, importância de “focar nas condições sob as quais sentimentos antecipados afetam a ação ambiental das pessoas”, e não levar em conta “a extensão em que sentimentos negativos antecipados de agir em conformidade com o meio ambiente podem afetar a tomada de decisão ambiental das pessoas” (TAUFIK; BOLDERDIJK; STEG, 2016, p. 60, tradução nossa).



manifestação em que se faz menção à “orientação emocional ao invés de orientação cognitiva”, no sentido de impulsionar a intenção dos estudantes “de tornarem-se sensíveis a problemas ambientais”⁵. Entretanto – e sempre com o devido respeito à diversidade de opiniões –, na linha argumentativa desenvolvida neste artigo o entendimento é de que ambos os componentes, intelectual (com base em ideias) e emocional (com base em sentimentos) podem motivar comportamento ambientalmente sustentável.

A adoção de um comportamento, pessoal e profissional, de efetivo compromisso com valores – e sustentabilidade ambiental, na linha de argumentação aqui desenvolvida, pode ser compreendida como um valor, que motiva a adoção de comportamentos – é possível quando o agente se convence da necessidade, e ou do benefício, de assim fazer. Convencimento depende, em medida importante, de que as pessoas conheçam realidades, de modo a avaliar seu potencial não apenas em termos de relações lógicas, mas também com base em observação de realidades, vivenciadas ou presenciadas. Neste sentido, no desenvolvimento da pesquisa da qual resultou este artigo buscou-se identificar contextos em que alunos de engenharia no Brasil puderam ter contato com elementos relevantes em termos de sustentabilidade ambiental. Além disso, considerando que uma pessoa pode convencer-se por meio da intelectualidade (com base em ideias) e também por meio de emoções (com base em sentimentos), buscou-se também identificar se em prováveis percepções de sustentabilidade ambiental de alunos de engenharia predominam motivações de natureza intelectual ou de natureza emocional.

OBJETIVOS

Este trabalho foi orientado por dois objetivos. Primeiro: identificar algumas características de experiências acadêmicas brasileiras em que participavam alunos de engenharia e que incentivavam comportamentos no sentido de sustentabilidade ambiental, e concluir sobre sua adequação, ou não, no contexto de formação de engenheiros. Segundo: verificar se em prováveis percepções de sustentabilidade ambiental identificadas em manifestações de estudantes de

5 “Pode ser imperativo para uma instituição educacional introduzir assuntos e atividades ambientalmente relacionados a todos os estudantes que principalmente foquem em orientação emocional ao invés de em orientação cognitiva. A participação dos estudantes nestes assuntos e atividades impulsionará sua intenção de comportarem-se ambientalmente e tornarem-se sensíveis a problemas ambientais (relacionados com sentimentos e emoções) bem como realçar sua compreensão sobre o sistema ambiental.” (YUSLIZA et al., 2020, p. 13, tradução nossa).



engenharia no Brasil predominam motivações de natureza intelectual (com base em ideias e simbolizada por *I*) ou emocional (com base em sentimentos e simbolizada por *E*), com a consideração em conjunto (soma) de ambas sendo simbolizada por *S*.

É importante ter em conta que, no contexto do segundo objetivo, trata-se de **prováveis** percepções, identificadas de modo indireto (como costuma acontecer quando se busca compreender percepções de outras pessoas). Prováveis não no sentido de que possam ser submetidas a algum tipo de prova cujo resultado permita concluir sobre elas com algum grau de certeza, e sim no de que, diante de cada manifestação discente, é **plausível** (sempre com algum grau de subjetividade, aqui admitida como inevitável) admitir que tenha(m) existido motivação intelectual (*e*) ou motivação emocional, por parte dos estudantes, ao manifestarem tais prováveis percepções. Trata-se, em última e honesta análise, de uma **convicção** quanto a que uma determinada manifestação discente encontra amparo no plano da intelectualidade (com base em ideias) e no plano da emoção (com base em sentimentos).

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, os materiais correspondem a manifestações de discentes de engenharia no Brasil encontradas em referências bibliográficas. Uma vez que todas as referências utilizadas com esta finalidade estão em português, foi possível trazer ao trabalho termos que nelas estão referenciados a tais manifestações sem necessidade de recorrer a traduções. Esse particular foi considerado interessante em uma pesquisa em que se busca identificar prováveis percepções, pois dispensa a etapa interpretativa que aconteceria se houvesse necessidade de tradução, permanecendo, então, apenas a interpretação motivacional a partir de um texto em vernáculo⁶.

Na busca por alcançar o primeiro objetivo, bem como na primeira parte das atividades relacionadas ao segundo, acreditava-se ser importante utilizar um método que possibilitasse analisar conteúdos disponibilizados por outrem, em

⁶ A busca por compreender prováveis percepções e motivações alheias é inevitavelmente marcada por experiência de interpretação. No limite, este é um problema inerente à comunicação em geral, uma vez que pode existir diferença entre a intenção do emissor ao expressar uma ideia e como o receptor, honestamente (isto é, sem atribuir à ideia sentido diverso daquele que lhe parece ser o que o emissor queria expressar), interpreta-a.



forma bibliográfica. Levando em conta essas características, a opção metodológica foi em favor da pesquisa bibliográfica na modalidade analítica⁷.

Com vistas a atingir o segundo objetivo, considerou-se adequado adotar também um método que permitisse levar em conta convicções quanto à natureza (intelectual e ou emocional) da motivação para agir em favor da sustentabilidade ambiental. Daí a escolha metodológica em favor de uma aplicação do método do equilíbrio reflexivo, buscando, por assim dizer, encontrar um ponto de convicção quanto à presença, ou não, de motivação intelectual e de motivação emocional em manifestações de discentes de engenharia e, em caso de convicção de presença, se ela deve ser considerada como plena ou parcial⁸.

No sentido de tornar mais objetiva a identificação de motivações de estudantes de engenharia identificadas em pesquisa bibliográfica, foi elaborada e utilizada uma adaptação da escala Likert, com correspondência de pontos referente às motivações intelectual (*I*) e emocional (*E*) conforme se apresenta na Tabela 1. Ao utilizar essa escala, adotou-se como regra o entendimento de que existe motivação parcial, sendo o caso de motivação plena reservado para quando se acreditou que tal motivação era bastante robusta, e o caso de inexistência para quando se acreditou não existir motivação significativa⁹.

7 "Em pesquisa analítica, fatos já disponíveis para análise e informação crítica são utilizados." (DEB; BALAS; DEY, 2019, p. 5, tradução nossa).

8 "Visto de modo mais geral, um 'equilíbrio reflexivo' é o ponto final de um processo deliberativo em que refletimos sobre e revisamos nossas crenças sobre uma área de inquirição, moral ou não moral. A inquirição poderia ser tão específica como 'O que é a coisa certa a fazer neste caso?' ou a pergunta lógica, 'Esta é a inferência correta a fazer?' Alternativamente, a inquirição poderia ser muito mais geral, perguntando que teoria ou razão de justiça ou ação certa deveríamos aceitar, ou que princípios de raciocínio indutivo deveríamos usar. Podemos também nos referir ao próprio processo ou método como o 'método do equilíbrio reflexivo'" (DANIELS, 2020, tradução nossa). "Goodman introduziu o conceito de um equilíbrio reflexivo ao encaminhar o problema de justificar a indução (GOODMAN, 1955). Regras de inferências seriam formuladas para explicar o que se toma ser raciocínio científico válido, muito como se poderia formular regras de inferência dedutiva para explicar inferências válidas de matemáticos. A aplicação destas regras pode, entretanto, produzir conclusões que sejam contrárias ao julgamento considerado que se tenha em um caso dado. Então uma escolha é necessária entre o julgamento que se tenha para alinhá-lo com as implicações sistemáticas dos outros julgamentos específicos, ou se não revisar as regras (com a possível consequência de que um problema semelhante surgirá em um outro quadrante). Procede-se até alcançar (por enquanto) um equilíbrio reflexivo em julgamentos considerados, incluindo julgamentos sobre as regras que melhor explicam as referências que se têm. A metodologia proposta é como aquela da epistemologia naturalizada. Começa assumindo, pelo menos inicialmente, que os métodos da ciência sejam confiáveis e então tenta formular os princípios que o explicam trabalhando dentro da ciência, revisando os princípios ou a prática como necessário para alcançar uma compreensão global mais coerente. Uma diferença significativa é que o método busca chegar a princípios normativos aceitáveis." (CAMPBELL, 2020, tradução nossa). Campbell (2020) cita GOODMAN, Nelson. *Fact, fiction, and forecast*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1955.

9 É importante observar que, embora ao lançar mão dessa escala esteja-se a conferir maior objetividade à caracterização das motivações, alguma discricionariedade (subjéctiva) permanece. Consequentemente, as conclusões derivadas da provável percepção dos estudantes, no modo como neste texto são apresentadas (embora, por sua natureza, se mostrem plausíveis e coerentes), devem ser compreendidas como uma aproximação.



Tabela 1 – Correspondência de pontos na escala referente às motivações intelectual (I) e emocional (E)

Pontuação na escala	Correspondência referente às motivações intelectual (I) e emocional (E)
0	Não identificação de <i>I</i> nem de <i>E</i> .
1	Identificação parcial de <i>I</i> e não identificação de <i>E</i> ou não identificação de <i>I</i> e identificação parcial de <i>E</i> .
2	Identificação plena de <i>I</i> e não identificação de <i>E</i> ou identificação parcial de <i>I</i> e parcial de <i>E</i> ou não identificação de <i>I</i> e identificação plena de <i>E</i> .
3	Identificação plena de <i>I</i> e parcial de <i>E</i> ou identificação parcial de <i>I</i> e plena de <i>E</i> .
4	Identificação plena de <i>I</i> e de <i>E</i> .

Fonte: elaborada pelo autor (2023).

ALGUMAS INICIATIVAS COM PARTICIPAÇÃO DE ALUNOS DE ENGENHARIA EM EXPERIÊNCIAS QUE INCENTIVAM COMPORTAMENTOS NO SENTIDO DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Ribeiro et al. (2005, p. 5.052) mencionam que, “na Escola de Engenharia (EE), um grupo formado por estudantes do curso de Engenharia de Materiais planejou um sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU). Com o apoio da unidade, este grupo implementou o GRSU no mês de maio de 2004”. Ao contemplar planejamento e implementação, a atividade revela oportunidade aos discentes para utilizarem conhecimentos nas fases de projeto e de execução, e de fazê-lo em contexto fortemente relacionado à sustentabilidade ambiental, reunindo, assim, teoria, prática e compromisso com o meio ambiente natural.

Silva, Ortiz e Teixeira (2014, p. 251) relatam que “em 2008 foi criado na Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul/Florianópolis) o projeto e extensão em educação ambiental: ‘Viva, Meio Ambiente!’ com o intuito de levar acadêmicos de engenharia a realizar um trabalho de conscientização ambiental para crianças do ensino fundamental em escolas da região”. Projetos com essa natureza têm o mérito de promover a interação entre os discentes de engenharia e discentes bem mais jovens, de outro nível formativo, dentro da temática ambiental, possibilitando aos primeiros conhecer sobre a realidade de formação dos últimos.

Bianchini et al. (2015) mencionam atividades de um projeto de extensão universitária que contou com participação de alunos de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e que foi desenvolvido junto a uma escola estadual de Ensino Fundamental, em que “foram projetadas e



desenvolvidas (em 2014) várias práticas relacionadas à educação ambiental” (BIANCHINI et al., 2015, p. 190). Semelhantemente ao caso mencionado no parágrafo imediatamente anterior, nessa iniciativa os alunos da UFSM tiveram oportunidade de interagir com alunos de Ensino Fundamental. Percebe-se, nela, proatividade no sentido de projetar e desenvolver práticas que se relacionam à educação ambiental. Isto é muito importante, pois torna visíveis as possibilidades de implementação de construtos teóricos, seja para os estudantes de engenharia, seja para os alunos do Ensino Fundamental.

Caumo e De Marque (2015) discorrem sobre o Projeto de Extensão Sustentec, desenvolvido no Centro Universitário UNIVATES, em Lajeado (RS), que contou com participação de alunos do curso de Engenharia Ambiental e de Ensino Médio, e que teve sua primeira edição em 2014, tendo como enfoque principal “as questões relacionadas à sustentabilidade e, como projeto de extensão, compartilhar com a sociedade toda e qualquer informação relevante sobre a prática de atitudes sustentáveis.” (CAUMO; DE MARQUE, 2015, p. 114-115, 117-119). O projeto, que se desenvolveu de março de 2014 a fevereiro de 2015, contemplou exposição de temas e realização de exercícios práticos que contemplavam também características importantes no contexto de drenagem. Com uso de modelos, a iniciativa aproxima conceitos teóricos de observação prática, prática muito bem-vinda na formação em engenharia.

Baron et al. (2020, p. 99, 101, 102, 104) relatam sobre uma experiência cuja participação de discentes de curso superior, em interação com alunos do Ensino Médio, correspondeu a “12 estudantes regularmente matriculados nos cursos de graduação em Engenharia Agrônômica e/ou Engenharia Ambiental pertencentes à Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) *campus* Lagoa do Sino (Buri/SP)”. Foram formadas três equipes: ‘captação e armazenamento de águas pluviais’, ‘compostagem com resíduos orgânicos’ e ‘sistema hidropônico utilizando material reciclável’, com atividades que reuniram projeto e construção de sistemas. Percebe-se, aqui também, um ambiente favorável à utilização de conhecimentos na materialização de soluções no sentido de promover adoção de comportamentos ambientalmente mais sustentáveis.

Por fim, Rocha et al. (2020, p. 70.508-70.514, 70.525-70.527) discorrem sobre o projeto de extensão Engenharia Sustentável na Unidade Barreiro da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, cujas “atividades foram desenvolvidas a partir da segunda semana do mês de agosto de 2019 e findaram-se na última semana do mês de outubro do mesmo ano”, e mencionam “uma ação exitosa na área de Resíduos Sólidos Urbanos desenvolvida com os alunos de primeiro período



dos cursos de Engenharia” na referida unidade. Desse projeto participaram alunos dos cursos de Engenharia Civil e de Engenharia de Produção, além de alunos de outros quatro cursos que não são da área de engenharia. Dentre as ações realizadas, identificam-se elaboração de adesivos, com intuito de sensibilizar para a redução de desperdício de água e de energia elétrica, e coleta de baterias e pilhas, depois encaminhadas para descarte. Isso revela comportamento proativo, em termos seja de disposição estratégica de informação em pontos já existentes em que os usuários podem decidir por economizar água e energia, seja disponibilizando novos pontos de incentivo à ação ambientalmente mais sustentável, com a coleta de baterias e de pilhas a serem encaminhadas para descarte.

Em quatro das seis iniciativas trazidas nesta seção é possível identificar a saudável atitude de planejar ou projetar e realizar soluções no sentido do incentivo à adoção de comportamentos ambientalmente mais sustentáveis. Certamente as interações com alunos de Ensino Fundamental, presente em duas dessas iniciativas, e de Ensino Médio, identificada em duas outras delas, acrescentam vivência à formação dos estudantes de engenharia e contribuem para que estes, e também aqueles, reflitam, por exemplo, sobre hábitos ambientalmente mais sustentáveis. Ademais, nessas atividades a própria cultura de sustentabilidade ambiental, mesmo que com maior ênfase em conceitos, é disseminada. No conjunto, os exemplos reforçam a importância da extensão acadêmica como um modo interessante de incentivar reflexão e ação favoráveis à sustentabilidade ambiental em cursos superiores, em especial naqueles cujos futuros profissionais terão ocasião de propor soluções tecnológicas significativamente mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, como acontece no contexto das engenharias.

PROVÁVEIS PERCEPÇÕES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL POR ALUNOS DE ENGENHARIA COM BASE EM MANIFESTAÇÕES ENCONTRADAS EM PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Buscou-se identificar, por meio de pesquisa bibliográfica, se em prováveis percepções de sustentabilidade ambiental manifestadas por estudantes de engenharia predominam motivações de natureza intelectual (com base em ideias e simbolizada por *I*) ou emocional (com base em sentimentos e simbolizada por *E*). A pesquisa bibliográfica levada a efeito possibilitou identificar seis manifestações, que são apresentadas a seguir.



Paula e Shitsuka (2011, p. 1.088-1.889), com base em um questionário em que era solicitado ao discente que acreditasse conhecer o conceito de sustentabilidade que a definisse, identificaram: (a) que dentre 14 alunos de um curso de Engenharia Ambiental, 11 (78,6%) “mencionaram a expressão ‘futuras gerações’”; (b) que dentre 14 alunos de um curso de Engenharia da Computação, 4 (28,6%) “associaram sustentabilidade à relação com o meio ambiente e/ou uso dos recursos naturais”; e (c) que dentre 14 alunos de um curso de Engenharia de Produção, 5 (35,7%) mencionaram explicitamente a expressão “futuras gerações” e 10 (71,4%) apresentam “associação com o meio ambiente e/ou recursos naturais”.

Peixoto et al. (2013, p. 78, 80), considerando um grupo de 59 estudantes de Engenharia Florestal, identificaram as seguintes concepções do tema sustentabilidade ambiental: para 2 (3,4%) “a natureza sendo sustentada por si mesma, sem ajuda do homem” e “é a capacidade que o ambiente tem de produzir e fornecer sem causar desequilíbrio na quantidade produzida e na capacidade dessa produção”; para 4 (6,8%), “tirar do meio ambiente a forma de sustento” e “aquilo que ‘aproveitamos’ do meio ambiente dando suporte de vida e dele podemos tirar nosso sustento”; para 49 (83%), “é usar os recursos naturais de forma sustentável para que a exploração seja de modo consciente sem prejudicar a natureza para manter o seu equilíbrio” e “a reciclagem é uma maneira de se desenvolver uma sustentabilidade ambiental”; e 4 (6,8%) não responderam.

Rocha, Orenellas e Machado (2015, p. 174, 176, 177), analisando a percepção ambiental de estudantes de Engenharia de Produção, identificaram que, de um total de 33 alunos, as temáticas ambientais que despertam mais interesse foram: para 16 (49%), desenvolvimento sustentável; para 9 (27%), mudanças climáticas; para 3 (9%), reciclagem; para 2 (6%), poluição da água; para 1 (3%), coleta seletiva; para 1 (3%), poluição atmosférica; e para 1 (3%), outros.

Da Riva e Obara (2018, p. 211, 214), ao estudarem concepções de alunos de Engenharia Elétrica sobre sustentabilidade (159 alunos no total), identificaram as seguintes subcategorias: uso responsável dos recursos naturais: 74 (46,54%); produção autossuficiente/autossustentável: 28 (17,61%); produção socialmente justa, economicamente viável e ecologicamente correta: 19 (11,95%); processo de reciclagem: 4 (2,52%); não sabe/não respondeu: 18 (11,32%).

Castro e Gomes (2019, p. 3, 7, 8), ao estudarem percepção sobre sustentabilidade e educação ambiental de 12 alunos de Engenharia Ambiental, perguntando sobre o que eles compreendem por sustentabilidade, obtiveram como respostas: de 1 aluno (8,3%), medidas e práticas conscientes e responsáveis



com recursos naturais; de 1 (8,3%), relação socioambiental; de 1 (8,3%), algo que pode ser reutilizado; e de 2 (16,6%), não prejudicar a disponibilidade de recursos para a geração futura, preservação.

Por fim, Rodrigues et al. (2021, p. 18, 20 e 21) obtiveram 14 respostas de alunos de Engenharia Civil a quem era apresentada uma lista com seis problemas ambientais (aquecimento global, desmatamento, escassez de água, poluição do solo, buraco na camada de ozônio e uso de agrotóxicos); os mais votados foram desmatamento, por 4 alunos (28,6%), e aquecimento global, por 2 (14,3%).

Com base no identificado nas seis referências mencionadas nesta seção, e levando em conta o método de atribuição de pontos apresentado na seção referente a materiais e métodos, foi elaborada a Tabela 2, que mostra uma caracterização de provável percepção de sustentabilidade ambiental por parte de alunos de cursos de engenharia.

Tabela 2 – Caracterização de provável percepção de sustentabilidade ambiental por parte de alunos de cursos de engenharia em termos de motivações intelectual (I), emocional (E) e conjunta (soma de I com E) (S)

Referência	Curso (total de respondentes)	Provável percepção	Discentes (%)	Motivação		
				I	E	S
Paula e Shitsuka (2011, p. 1.088-1.089).	Eng. ambiental (14)	Futuras gerações.	11 (78,6%)	2	2	4
	Eng. da computação (14)	Associação com o meio ambiente e ou uso dos recursos naturais.	4 (28,6%)	1	1	2
	Eng. de produção (14)	Futuras gerações. Associação com o meio ambiente e ou uso dos recursos naturais.	5 (35,7%) 10 (71,4%)	2 1	2 1	4 2
Peixoto et al. (2013, p. 78, 80).	Eng. florestal (59) [1]	A natureza sendo sustentada por si mesma, sem ajuda do homem.	2 (3,4%)	1	1	2
		É a capacidade que o ambiente tem de produzir e fornecer sem causar desequilíbrio na quantidade produzida e na capacidade dessa produção.		1	1	2
		Tirar do meio ambiente a forma de sustento.	4 (6,8%)	1	0	1
		Aquilo que ‘aproveitamos’ do meio ambiente dando suporte de vida e dele podemos tirar nosso sustento.		1	0	1
		É usar os recursos naturais de forma sustentável para que a exploração seja de modo consciente sem prejudicar a natureza para manter o seu equilíbrio.	49 (83%)	2	1	3
Rocha et al. (2015, p. 174, 176, 177).	Eng. de produção (33) [2]	Desenvolvimento sustentável.	16 (49%)	2	1	3
		Mudanças climáticas.	9 (27%)	2	2	4
		Reciclagem.	3 (9%)	2	1	3
		Poluição da água.	2 (6%)	2	1	3
		Coleta seletiva.	1 (3%)	2	1	3
		Poluição atmosférica.	1 (3%)	2	1	3



Da Riva e Obara (2018, p. 211, 214).	Eng. elétrica (159) [3]	Uso responsável dos recursos naturais.	74 (46,54%)	2	1	3
		Produção autossuficiente / autossustentável.	28 (17,61%)	2	1	3
		Produção socialmente justa.		2	2	4
		Produção economicamente viável.	19 (11,95%)	2	0	2
		Produção ecologicamente correta.		2	1	3
		Processo de reciclagem.	4 (2,52%)	2	1	3
Castro e Gomes (2019, p. 3, 7, 8).	Eng. ambiental (12)	Medidas e práticas conscientes e responsáveis com recursos naturais.	1 (8,3%)	2	2	4
		Relação socioambiental que não agride o meio ambiente.	1 (8,3%)	2	2	4
		Algo que pode ser reutilizado.	1 (8,3%)	2	1	3
		Não prejudicar a disponibilidade de recursos para a geração futura, preservação.	2 (16,6%)	2	2	4
Rodrigues et al. (2021, p. 18, 20 e 21).	Eng. civil (14)	Desmatamento.	4 (28,6%)	2	2	4
		Aquecimento global.	2 (14,3%)	2	2	4

Fonte: elaborada pelo autor (2023), com base nas referências citadas.

Notas: [1] 4 (6,8%) não responderam; [2] 1 (3%) corresponde a "outros"; [3] 18 (11,32%) correspondem a "não sabe/não respondeu".

A partir do conteúdo presente na Tabela 2 foi utilizada estatística descritiva, para conhecer, em relação às motivações intelectual e emocional, e também à soma de ambas, três medidas de tendência central (média aritmética, mediana e moda) e uma medida de dispersão (desvio-padrão), cujos valores são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Medidas de estatística descritiva relacionadas a motivações intelectual, emocional e conjunta (soma das motivações intelectual e emocional) com base em 364 manifestações de discentes de Engenharia (desconsiderando quando a pessoa que responde diz não saber, prefere não responder, e quando a resposta é qualificada como "outros")

Medidas de estatística descritiva	Motivações (entre parênteses, intervalo de variação admissível para as medidas de tendência central)		
	Intelectual (<i>I</i>) (de 0 a 2)	Emocional (<i>E</i>) (de 0 a 2)	Conjunta (<i>I + E</i>) (<i>S</i>) (de 0 a 4)
Média aritmética	1,92	1,08	3,00
Mediana	2	1	3
Moda	2	1	3
Desvio-padrão	± 0,26	± 0,48	± 0,60
Intervalo de dispersão	de 1,66 a 2,18	de 0,60 a 1,56	de 2,40 a 3,60

Fonte: elaborada pelo autor (2023), com base nas referências citadas na Tabela 2.



CONCLUSÕES

No que se refere ao conjunto das seis referências que discorrem sobre iniciativas, no Brasil, com participação de alunos de engenharia em experiências que incentivam a adoção de comportamentos ambientalmente sustentáveis, foi possível identificar, em quatro delas, ambientes em que os alunos podiam planejar ou projetar e realizar soluções no sentido do incentivo à adoção de comportamentos ambientalmente mais sustentáveis; em duas, interação com alunos de Ensino Fundamental e em outras duas, com alunos de Ensino Médio. Conclui-se, portanto, ser possível realizar atividades que insiram estudantes de engenharia em contextos que incentivam o desenvolvimento de soluções que promovem ações e comportamentos ambientalmente mais sustentáveis.

Quanto à identificação de motivações intelectual e emocional em prováveis percepções de sustentabilidade ambiental por alunos de engenharia no Brasil, no modo como levada a efeito neste artigo, foi possível, com base nas motivações identificadas em manifestações de alunos de engenharia obtidas do conjunto das seis referências mencionadas na Tabela 2, e nas médias aritméticas correspondentes a essas motivações, chegar às conclusões apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Conclusão sobre motivações identificadas em manifestações de alunos de engenharia no Brasil obtidas do conjunto das seis referências mencionadas na Tabela 2

Motivação	Média aritmética	Referências	Conclusão
Intelectual (<i>I</i>)	1,92	0 inexistente 1 parcial 2 plena	Entre parcial e plena, tendendo a plena
Emocional (<i>E</i>)	1,08	0 inexistente 1 parcial 2 plena	Entre parcial e plena, tendendo a parcial
Conjunta (<i>I + E</i>) (<i>S</i>)	3,00	0 inexistente 2 parcial 4 plena	Entre parcial e plena

Fonte: elaborada pelo autor (2023), com base nas referências citadas na Tabela 2.

Em síntese, considerando as 346 manifestações de discentes de engenharia com base nas quais foi composta a Tabela 2 (desconsiderando quando a pessoa que responde diz não saber, prefere não responder e quando a resposta é qualificada como “outros”), e o modo como neste artigo foram identificadas motivações intelectuais (com base em ideias) e motivações emocionais (com base em sentimentos), é possível concluir que a maioria das manifestações dos



estudantes de engenharia levadas em conta na amostra estudada, no modo como neste artigo foram consideradas, sugere provável percepção de sustentabilidade ambiental contemplando motivações intelectuais (com base em ideias) e motivações emocionais (com base em sentimentos), com maior presença das primeiras.

REFERÊNCIAS

- BARON, D. et al. Popularização da sustentabilidade: análise de uma integração ensino médio - graduação. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, Chapecó, v. 11, n. 1, p. 97-112, jan.-abr. 2020.
- BIANCHINI, D. C. et al. Sustentabilidade e educação ambiental na Escola Estadual de Ensino Fundamental Waldemar Sampaio Barros. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 14, Edição Especial Curso de Especialização em Educação Ambiental, p. 188-194, 2015.
- CAMPBELL, R. Moral epistemology. In: ZALTA, Edward N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy** (Summer 2020 Edition). Stanford: The Metaphysics Research Lab, Center for the Study of Language and Information, Stanford University, 2020.
- CASTRO, E. M. G.; GOMES, R. K. S. Percepção sobre educação e sustentabilidade dos discentes do curso de engenharia ambiental da Universidade do Estado do Amapá. **Anais... ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, X; ENCONTRO SERGIPANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, VII.** São Cristóvão, 1-4 set. 2019. Disponível em: http://epea.tmp.br/epea2019_anais/pdfs/plenary/0276-1-B-01.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.
- CAUMO, H. L.V.; DE MARQUE, L. M. A extensão universitária na arquitetura e urbanismo e engenharia ambiental: disseminação da sustentabilidade e a construção da cidadania. **Cataventos: revista de extensão da Universidade de Cruz Alta**, Cruz Alta, ano 7, n. 1, p. 108-122, 2015.
- DA RIVA, P. B.; OBARA, A. T. Percepção ambiental de alunos do curso de engenharia elétrica: um diálogo sobre a ambientalização [sic] curricular. **Vivências: revista eletrônica de extensão da URI**, Erechim, v. 14, n. 27, p. 209-222, out. 2018.
- DANIELS, N. Reflective equilibrium. In: ZALTA, Edward N. (Ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy** (Summer 2020 Edition). Stanford: The Metaphysics Research Lab, Center for the Study of Language and Information, Stanford University, 2020. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2020/entries/reflective-equilibrium/>. Acesso em: 10 mai. 2023.
- DEB, D; BALAS, V. E.; DEY, R. **Engineering research methodology: a practical insight for researchers**. Singapore: Springer, 2019.
- ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business**. Oxford: Capstone, 1997.



- PAULA, E. C.; SHITSUKA, R. Avaliação das noções de sustentabilidade em três cursos de Engenharia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1.084-1.092, 2011.
- PEIXOTO, M. F. C. C. et al. Percepção no ambiente acadêmico sobre sustentabilidade ambiental e o uso do papel. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 14, n. 17, p. 74-84, set. 2013.
- PETERS, G.; SVANSTRÖM, M. **Environmental sustainability for engineers and applied scientists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2019.
- RIBEIRO, L. A. et al. **Anais...** ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXV. Porto Alegre, 29 out.-1 nov. 2005. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2005. p. 5.048-5.055. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2005_enegep1002_1755.pdf. Acesso em: 10 mai. 2023.
- ROCHA, A. C. S. et al. O projeto de extensão universitária engenharia sustentável e suas ações na Unidade Barreiro da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 70.501-70.528, Sep. 2020.
- ROCHA, M. B.; ORNELLAS, S.; MACHADO, T. Análise da percepção ambiental de estudantes de engenharia de produção do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca/RJ. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 17, n. 1, p. 169-188, jan.-abr. 2015.
- RODRIGUES, A. P. S. et al. Política de sustentabilidade universitária e o curso de engenharia civil da UTFPR. **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 28, n. 1, 2021.
- SILVA, H. R. T.; ORTIZ, P. E.; TEIXEIRA, C. M. Educação ambiental: uma prática de alunos universitários nas escolas de ensino fundamental. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 250-265, abr.-set. 2014.
- TAUFIK, D.; BOLDERDIJK, J. W.; STEG, L. Going green? The relative importance of feelings over calculation in driving environmental intent in the Netherlands and the United States. **Energy Research and Social Science**, Amsterdam, v. 22, p. 52-62, Dec. 2016.
- YU, T-K. et al. Encouraging environmental commitment to sustainability: an empirical study of environmental connectedness theory to undergraduate students. **Sustainability**, Basel, v. 11, n. 2, article 342, Jan. 2019.
- YUSLIZA, Mohd Yusoff et al. An investigation of pro-environmental behaviour and sustainable development in Malaysia. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 17, article 7.083, Sep. 2020.