Reverbera Ação – Metodologia ativa baseada em jogos para ensino de acústica arquitetônica

Rodrigues, P. C.[1]; Moraes, E. M. L.[2]; Silva, P. V. G.[3]; Coelho, L. C. F.[4]

[1] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil, pcrenge@gmail.com
[2] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil, elcione@ufpa.br
[3] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil, arq.pedrogma@gmail.com
[4] Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil, laryssa.coelho@itec.ufpa.br

Resumo

O ensino de acústica arquitetônica enfrenta desafios relacionados à abstração de conceitos físicos e à dissociação entre teoria e prática projetual, o que limita a aplicação da acústica no ambiente construído. Nesse contexto, este artigo apresenta a Reverbera Ação, metodologia de ensino que incorpora elementos de jogos ao projeto de condicionamento acústico, e avalia a percepção motivacional de estudantes de arquitetura e urbanismo diante de sua aplicação. A proposta fundamenta-se na Teoria da Autodeterminação, na Teoria do Fluxo e no modelo ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação). A metodologia foi aplicada em formato contínuo, integrada à disciplina de conforto acústico da Universidade Federal do Pará, e em formato pontual, como oficina, e a percepção motivacional foi avaliada por meio de uma versão adaptada do *Instructional Materials Motivation Survey* (IMMS). Os estudantes apresentaram avaliação motivacional positiva nas quatro dimensões, com médias superiores a 4,0 em escala de 1 a 5 nas duas aplicações, e a maior parte das diferenças entre os formatos não foi estatisticamente significativa. Por se tratar de um delineamento descritivo, sem pré-teste ou grupo de comparação, os resultados não permitem inferências causais, mas indicam a pertinência da proposta e subsidiam investigações futuras.

Palavras-chave: acústica arquitetônica, gamificação, ensino.

Reverbera Ação – Game-Based Active Methodology for Teaching Architectural Acoustics

Abstract

The teaching of architectural acoustics faces challenges related to the abstraction of physical concepts and the disconnection between theory and design practice, which limits the application of acoustics in the built environment. In this context, this paper presents Reverbera Ação, a teaching methodology that incorporates game elements into acoustic conditioning design, and assesses the motivational perception of architecture and urbanism students regarding its application. The proposal draws on Self-Determination Theory, Flow Theory and the ARCS model (Attention, Relevance, Confidence and Satisfaction). The methodology was applied in a continuous format, integrated into the acoustic comfort course at the Federal University of Pará, and in a one-off workshop format, and motivational perception was assessed using an adapted version of the Instructional Materials Motivation Survey (IMMS). Students reported a positive motivational evaluation in all four dimensions, with mean scores above 4.0 on a 1-to-5 scale in both applications, and most differences between formats were not statistically significant. As the study has a descriptive design, without a pre-test or comparison group, the results do not support causal inferences but indicate the relevance of the proposal and support future investigations.

Keywords: *architectural acoustics, gamification, education.*

1. Introdução

A relação entre a acústica e o espaço construído surge muito antes da especificação de materiais e sistemas construtivos. O impacto do som na arquitetura aparece nos primeiros traços, portanto na concepção do projeto, onde terá reflexos diversos na qualidade do ambiente e no conforto dos seus usuários [1].

Apesar de parecer algo trivial, a acústica ainda é percebida como uma área coadjuvante à arquitetura e não como algo transversal e inerente ao ato de projetar. Essa percepção pode levar à crença de que o conforto acústico, ou a falta dele, está somente relacionada a questões econômicas ou logísticas, como a inacessibilidade de materiais e tecnologias construtivas. Contudo, diversas pesquisas demonstram que a qualidade acústica nas edificações está longe de se tratar apenas de aspectos financeiros [2, 3] uma vez que baixos níveis de desempenho acústico não são exclusividade de edificações de padrão mais simples.

Essas contradições levam a uma reflexão de que um provável obstáculo para uma maior percepção de relevância do conforto acústico nas construções estaria ligado ao processo de ensino e aprendizagem, já que durante a formação é quando a maioria dos profissionais tem o primeiro e mais importante contato com a área. O desafio de estabelecer uma conexão entre acústica e arquitetura é enfrentado em diferentes nações e instituições que formam milhares de profissionais em arquitetura e urbanismo [4]. Além disso, a forma como os alunos contemporâneos de arquitetura se relacionam com o conteúdo já não é mais a mesma da época da criação dos sistemas educacionais tradicionais em função da presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na vida estudantil e cotidiana desses estudantes [5], o que tem motivado docentes e pesquisadores a inovarem na forma de ensinar.

Neste panorama, a *gamificação* tem ganhado destaque dentre o rol de estratégias que estimulam o protagonismo do estudante, sobretudo no ensino de áreas da física [6, 7]. Por si só, a *gamificação* não é considerada uma metodologia ativa, contudo, ela pode ser utilizada como uma estratégia para motivar a aprendizagem ativa dos estudantes [8]. Isso se dá porque a *gamificação* consiste na incorporação de elementos de jogos em contextos de não-jogos como para aumentar o interesse dos alunos e participantes em uma determinada atividade [9].

No entanto, apesar do potencial da *gamificação* neste sentido, ainda há objeções em adotá-la em sala de aula, principalmente pela carência de validações científicas padronizadas acerca dos benefícios de sua aplicação e seus efeitos verdadeiros na motivação dos estudantes [5, 10]. Por isso, a presente investigação busca avaliar a percepção motivacional de estudantes de arquitetura e urbanismo diante da aplicação de uma metodologia gamificada para o ensino de acústica arquitetônica, considerando as dimensões de Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação propostas pelo modelo ARCS.

2. Referencial teórico

Segundo Sygulska [11], vêm crescendo as críticas ao modelo tradicional de ensino centrado na exposição do conteúdo e papel passivo do estudante do ensino superior, inclusive dos cursos de arquitetura e urbanismo. Um modelo de ensino baseado majoritariamente em aulas expositivas e na suposta transmissão do conhecimento apresenta limitações e desvantagens quando é utilizado de forma exclusiva, como a redução da motivação dos estudantes e a própria dificuldade na articulação entre teoria e prática [12].

Llorca-Bofí et al. [1] recomendam que as metodologias ativas de ensino ocupem cada vez mais espaço nas disciplinas de acústica arquitetônica para uma aprendizagem profunda e duradoura. Os autores destacam que apesar da boa recepção dos alunos de arquitetura a esse tipo de abordagem, é necessário que a dinâmica de ensino seja cuidadosamente planejada para conseguir integrar o conteúdo teórico sem reduzi-lo substancialmente, o que pode causar dificuldade e confusão entre os estudantes.

A exemplo destas aplicações, destaca-se a sensibilização de fenômenos acústicos por meio de experimentos físicos que podem despertar o interesse dos estudantes de arquitetura e demonstrar a relação da acústica com o espaço construído [13]. Um dos experimentos aplicados pelos autores é a utilização de uma caixa de música sobre superfícies rígidas e superfícies amortecidas para exemplificar a redução na transmissão sonora do ruído estrutural. Outra forma de integrar a teoria e a prática de maneira mais significativa é mediante o uso de simulações acústicas, como recomendam San Marín, Arana e Eguinoa [14]. Esse artifício aproxima a prática profissional e revela os efeitos das decisões arquitetônicas no desempenho acústico da edificação. Além disso, permite que o estudante aplique técnicas e experimente diversas soluções em um ambiente seguro e controlado.

Além dos modelos virtuais, os modelos físicos também podem aprimorar o processo de ensino e aprendizagem da acústica arquitetônica como indica Galvão et al. [15]. A utilização de maquetes físicas para a representação das reflexões sonoras em estudos de acústica geométrica e o tubo de *Kundt* para exemplificação do comportamento de ondas estacionárias permitem que os estudantes visualizem o som, tornando o projeto acústico mais palpável.

No sentido da integração de competências e habilidades, Oliveira et al. [16], propôs uma atividade pedagógica pautada na análise de um ambiente real no qual estudantes de arquitetura e engenharia realizaram o diagnóstico da reverberação do ambiente, simulação acústica do espaço e o projeto e confecção de painéis acústicos de absorção sonora para solucionar o problema.

No que diz respeito às metodologias e estratégias ativas de ensino, a aprendizagem baseada em jogos, ou *game-base learning* (ABJ ou GBL), pode ser entendida como uma estratégia de ensino ativa que utiliza jogos analógicos ou digitais para criar experiências de aprendizagem que integram elementos como regras, metas, desafios e ao processo de ensino [17]. Neste sentido, o jogo passa a ter uma função estruturante na aprendizagem, que induz principalmente à reflexão, tomada de decisão e solução de problemas [17].

Os jogos possuem componentes estruturais (elementos e mecânicas) que governam a experiência dos usuários e que podem potencializar o processo de ensino e aprendizagem no contexto de escolas e faculdades [7]. Ademais, Manzano-Léon [18] descreve que a *gamificação* costuma ser implementada por estes componentes como sistemas de pontos, rankings e medalhas. Dentre os elementos de jogos mais recorrentes, destacam-se as pontuações (*scores*), conquistas (*achievements*), medalhas (*badges*), rankings (*rankings* ou *leaderboards*), interpretação de papéis (*role-play*), narrativa (*storytelling*), níveis (*levels*), desafios (*challenges*) e missões (*quests*) [18, 19].

Os elementos sociais de jogos como colaboração, competição e times também são apontados como componentes relevantes na experiência interativa dos participantes, principalmente quando se deseja desenvolver habilidades sociais como negociação, liderança e coordenação [20]. A escolha e a combinação desses elementos exigem cautela, sobretudo no que diz respeito ao equilíbrio entre as motivações e o controle de expectativas dos estudantes envolvidos, que será abordado a seguir. Neste sentido, a motivação pode ser compreendida como a energia que sustenta um esforço ao longo do tempo em direção a um objetivo, como a motivação de um estudante em realizar uma tarefa [21] ou, nas palavras de Keller [10], “a motivação explica o porquê fazemos o que fazemos”.

No contexto do desenvolvimento de jogos digitais, a experiência do usuário reitera essa diferença ao tratar comportamentos intrinsecamente recompensadores como mais propensos a serem repetidos e associados a maior satisfação, em contraste aos comportamentos fundamentados em recompensas externas, que são percebidas como instrumentais [22]. Isso é relevante para a *gamificação* pois muitos de seus elementos mais frequentes operam como estímulos externos de progresso e comparação social, podendo retirar o foco do estudante do objetivo principal da tarefa para o ganho associado a recompensa [6, 23].

Na perspectiva da motivação, a análise sobre o "como" a pessoa está motivada é tão importante quanto "quão" motivada a pessoa está, ou seja, se o indivíduo participa por obrigação e pressões externas ou por interesse genuíno na atividade [24]. A teoria da Autodeterminação de Deci e Ryan [24] propõe que a motivação pode variar em qualidade, indo de formas mais controladas até formas mais internalizadas, nas quais o indivíduo assume a meta como própria por reconhecer valor pessoal na atividade. Contudo, além da qualidade da motivação, a manutenção dela durante o processo pedagógico é igualmente importante. Por esta razão, Csikszentmihalyi [25] desenvolveu a Teoria do Fluxo, que descreve o estado de envolvimento intenso (*flow*) em que o indivíduo se investe e vivencia uma atividade, normalmente relacionada a desafios compatíveis com habilidades e a ciclos de ação e retorno.

O estado de *flow* surge quando há equilíbrio entre o nível de desafio de uma tarefa e as habilidades do indivíduo, de modo que desafios muito fáceis tendem a produzir tédio, e desafios muito difíceis tendem a produzir ansiedade ou frustração. Apesar das teorias da motivação descreverem os processos pelos quais um indivíduo sai de um estado desmotivado até um estado de motivação intensa e contínua, é essencial que as pesquisas e investigações sobre impactos motivacionais de estratégias de ensino sigam um protocolo de avaliação das dimensões da motivação. Por isso, a fim de compreender a motivação enquanto um elemento para o design instrucional, Keller [26] criou o modelo ARCS (Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação), uma proposta de estruturação da motivação dividida em quatro dimensões essenciais que dão nome à sigla.

As dimensões do ARCS são avaliadas mediante um instrumento denominado IMMS (*Instructional Materials Motivation Survey*), que consiste em um formulário estruturado em 36 itens com avaliação em uma escala de concordância de 5 pontos em que cada dimensão é avaliada a partir da média de pontuação nos respectivos itens [10]. Apesar da estrutura original conter 36 itens, o instrumento pode ser adaptado para reduzir questões redundantes ou sem conexão com a metodologia avaliada [27].

Cada item é avaliado em uma escala de concordância de 1 a 5 (1 = Discordo totalmente; 5 = Concordo totalmente), e a pontuação de cada dimensão corresponde à média dos itens que a compõem, com recodificação prévia (6 − x) dos itens de redação invertida. Médias acima de 3, ponto neutro da escala, indicam concordância com as afirmativas da dimensão, e médias abaixo de 3, discordância. Diante disso, os modelos de motivação apresentados foram adotados como referenciais para a construção da metodologia de ensino Reverbera Ação, que incorpora elementos de gamificação ao ensino de acústica arquitetônica com foco nas dimensões de Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação do modelo ARCS.

3. Materiais e métodos

O Reverbera Ação é uma dinâmica de ensino que pode ser introduzida no contexto de sala de aula dentro da disciplina de conforto acústico (aplicação contínua) ou na forma de oficina (aplicação pontual). O foco da atividade é desenvolvimento de propostas de condicionamento acústico que atendam aos critérios de qualidade sonora para ambientes internos por meio da correção do tempo ótimo de reverberação mediante especificação, quantificação e organização de materiais em projeto.

O fluxo da dinâmica segue oito etapas consecutivas (Figura 1), de modo que os participantes avancem para a próxima etapa apenas quando concluírem a etapa anterior. Outro aspecto fundamental é a presença mediadora do educador/professor durante o processo a fim de validar a conclusão de cada etapa e orientar o avanço para as demais.

A preparação da atividade consiste nas três primeiras etapas em que é feita a apresentação dos conceitos e técnicas para o desenvolvimento do projeto (Nivelamento), então os estudantes são orientados a se dividirem em equipes (Organização) e a escolherem um cliente ou estilo de preferência (Segmentação), o que não for escolhido (cliente ou estilo) será sorteado.

Após isso, as equipes devem realizar o estudo de cada cliente e seu respectivo estilo (Briefing) para desenvolver uma proposta preliminar de projeto (Ideação), contendo referências visuais, *moodboard* de materiais e escolha de materiais acústicos do baralho de materiais (Figura 1).

Em seguida, com o acompanhamento dos tutores, as equipes desenvolvem e validam a proposta final (Validação) com os métodos de cálculo ensinados na etapa de nivelamento e apresentam os resultados alcançados (Encantamento).

Por fim, os resultados são avaliados, pontuados e elencados conforme os critérios estabelecidos pelos tutores a fim de recompensar as equipes com os melhores desempenhos (Premiação). Nesta etapa, recomenda-se que as premiações sejam concebidas de modo a se alinharem aos objetivos educacionais dos estudantes e aspirações profissionais, como premiação em livros, cursos e kits de amostras de materiais acústicos.



Figura 1: Baralho de materiais.

Com o objetivo de manter o estado de *flow* e criar conexão com as quatro dimensões propostas pelo ARCS, a metodologia adota 8 diferentes mecânicas e elementos de jogos (Quadro 1).

A metodologia foi realizada em um modelo contínuo de aplicação, no qual a atividade é apresentada como um item avaliativo da disciplina de conforto acústico, ou disciplina análoga, e em um modelo pontual, no qual a atividade é ofertada de maneira opcional e no formato de oficina para cursos de graduação em arquitetura e urbanismo. Na aplicação contínua (n = 37), com estudantes da disciplina de conforto acústico do curso de arquitetura e urbanismo da UFPA, a metodologia teve duração média de 20 h; na aplicação pontual (n = 25), com estudantes de graduação em diferentes etapas da formação, a duração média foi de 6 h a 8 h. Em ambos os casos, o questionário foi respondido de forma voluntária e anônima ao término da atividade, sem coleta de dados pessoais ou informações que permitissem a identificação individual dos participantes. A atividade foi originalmente desenvolvida no contexto de ensino da disciplina, sem finalidade inicial de pesquisa científica. Posteriormente, os dados agregados foram utilizados para análise e divulgação científica.

O IMMS completo possui 36 itens, mas o próprio autor [10] admite adaptações na quantidade e no conteúdo dos itens, desde que mantidos a consistência interna do instrumento e o nexo direto com os itens originais. Assim, para otimizar a coleta de dados, adotou-se uma versão com 27 itens.

Nesse sentido, a adaptação se deu a partir da aglutinação de itens com objetivos e redação similares. Por exemplo, os itens originais “o design da atividade é pouco atrativo” e “o design da atividade é atrativo e cativante” foram combinados no item “o design da atividade é atraente”. Ambos os itens buscam mensurar o grau de atenção em relação ao design da atividade, porém em sentidos diferentes (direto ou invertido). Diante disso, foram conjugados 2 itens para Atenção, 3 para Confiança, 3 para Relevância e 1 para Satisfação, resultando em 10, 6, 6 e 5 itens, respectivamente. Todos os 27 itens aplicados foram redigidos em sentido direto (Tabelas 1 a 4), o que dispensou a recodificação de itens invertidos.

Quadro 1: Mecânicas e elementos de gamificação do Reverbera Ação associados às dimensões do modelo ARCS.

Mecânica/elemento	Descrição	Dimensão(ões) associada(s)
Identidade visual	Conjunto de elementos visuais concebidos e adotados de forma consistente nos materiais e recursos utilizados	Atenção
Narrativa de cliente	Cartas de clientes contendo diferentes tipologias de projeto com características, desafios e necessidades únicos	Relevância
Estilos arquitetônicos	Cartas de estilos que determinam as características estéticas e formais do projeto	Relevância
Sorte/escolha	Possibilidade de escolha de cliente ou estilo e consequente sorteio do cliente ou estilo a depender da escolha da equipe.	Atenção
Baralho de materiais	Conjunto de cartas com descrição e informações de diversos materiais de absorção e de reflexão.	Relevância/Confiança
Etapas de projeto	Estruturação da atividade em etapas com ciclos de *feedback* e aprovações.	Confiança
Desafios	Conjunto de desafios opcionais com pontuações extras.	Relevância/Confiança
Recompensas	Premiações que proporcionem sentido à atividade e estimulem o crescimento acadêmico e profissional na área de acústica.	Relevância/Satisfação

Considerando a natureza multidimensional do instrumento, a consistência interna das quatro subdimensões e do IMMS como um todo foi avaliada por meio do coeficiente alfa de Cronbach e do alfa de Cronbach estratificado, respectivamente. As análises foram realizadas separadamente para as aplicações contínua e pontual, considerando as respostas completas aos 27 itens aplicados.

No cenário contínuo (n = 37), os coeficientes de alfa de Cronbach foram de 0,811 para Atenção, 0,719 para Confiança, 0,595 para Relevância e 0,509 para Satisfação, enquanto o alfa de Cronbach estratificado, considerando as quatro subdimensões em conjunto, foi de 0,892. Já para a aplicação pontual (n = 25), foram alcançados coeficientes de 0,830 para Atenção, 0,464 para Confiança, 0,750 para Relevância e 0,742 para Satisfação, enquanto o alfa estratificado foi de 0,893.

Sendo assim, os resultados indicam consistência interna elevada do instrumento quando consideradas conjuntamente as quatro subdimensões (0,892 e 0,893), com valores de alfa estratificado similares nos dois cenários de aplicação. Contudo, a análise individual revelou um comportamento heterogêneo entre as subdimensões, com coeficientes menores para Relevância e Satisfação na aplicação contínua e de Confiança na aplicação pontual. Esses resultados sugerem maior cautela na interpretação isolada dessas subdimensões, sobretudo em função do tamanho amostral e número menor de itens para essas dimensões, mas não comprometem a consistência interna do instrumento considerando a sua natureza multidimensional para avaliação da motivação dos estudantes no contexto da dinâmica gamificada proposta.

Por se tratar de amostras independentes, as aplicações contínua e pontual foram comparadas item a item por meio do teste U de Mann-Whitney ($\alpha = 0,05$); diferenças sem significância estatística são interpretadas como descritivas.

4. Resultados e discussões

A avaliação da experiência gamificada por meio do IMMS apresentou pontuações médias superiores a 4,00 nas quatro dimensões analisadas, tanto na aplicação contínua quanto na pontual (Figura 2). Os resultados indicam uma avaliação positiva da experiência pelos participantes nas dimensões de Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação. Na comparação entre as aplicações, apenas os itens Q7, Q11, Q23 e Q25 apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), todas com médias superiores na aplicação contínua; as demais diferenças, inclusive entre as médias das dimensões, são descritivas.

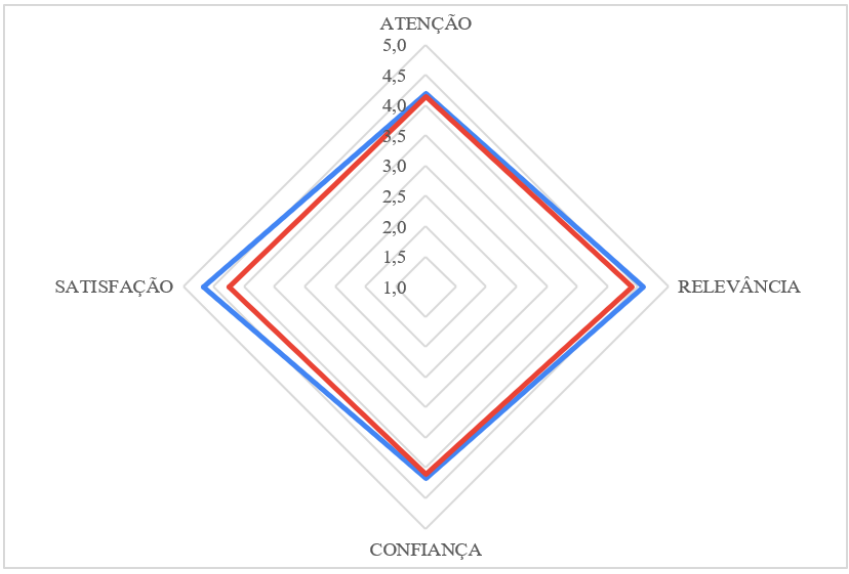


Figura 2: Pontuações globais das quatro dimensões ARCS nas aplicações contínua e pontual.

A dimensão Atenção apresentou pontuações próximas entre os dois modelos de aplicação, com média de 4,20 no cenário contínuo e 4,10 no cenário pontual. Os resultados indicam avaliação positiva dos participantes quanto aos aspectos relacionados à atenção durante a atividade, sem diferenças expressivas entre os dois formatos de aplicação.

De acordo com Keller [10], a manutenção da atenção pode se dar justamente por meio da variabilidade planejada da combinação de estratégias e recursos didáticos, o que vai ao encontro do desenho instrucional proposto e é coerente com as médias de 4,68 e 4,42 (Tabela 1) obtidas no item Q4 ($p = 0,1200$) (“A dinâmica da atividade ajudou a me manter atento a ela”). Já o item Q20 ($p = 0,8150$) (“Quando interrompida, fiquei desapontado(a) que a atividade havia terminado”) apresentou as menores médias da dimensão Atenção, com 3,38 na aplicação contínua e 3,46 na pontual. Como hipótese interpretativa, não testada neste estudo, esse resultado pode estar associado à carga cognitiva envolvida na transposição de conceitos físicos da acústica para o raciocínio de projeto, considerando a relação entre esforço mental e experiência de aprendizagem discutida por Lee e Hammer [7] e Lodge e Harrison [28]: o esforço exigido para trabalhar com grandezas complexas pode gerar cansaço ao término da tarefa, de modo que a conclusão do ciclo de jogo seria vivenciada mais como alívio do que como satisfação.

Tabela 1: Médias e desvios padrão dos itens associados à Atenção.

Questão	Afirmativa	Média (Cont.)	DP (Cont.)	Média (Pont.)	DP (Pont.)	p-value
Q2	O design da atividade é atraente	4,84	0,44	4,54	0,93	0,1215
Q3	Houve algo interessante no início da atividade que capturou a minha atenção	4,49	0,80	4,29	0,95	0,3834
Q4	A dinâmica da atividade ajudou a me manter atento a ela	4,68	0,75	4,42	0,83	0,1200
Q12	Temporariamente esqueci as minhas preocupações do dia-a-dia, fiquei totalmente concentrado(a) na atividade	3,73	1,17	3,92	1,06	0,6200
Q13	Eu não percebi o tempo passar enquanto realizava a atividade, quando me dei conta o tempo acabou	3,76	1,30	3,83	1,13	0,9474
Q14	Me senti mais no ambiente da atividade do que no mundo real, esquecendo o que estava ao meu redor	3,46	1,17	3,58	0,97	0,8731
Q15	Pude interagir com outras pessoas durante a atividade	4,62	0,79	4,50	0,88	0,4112
Q16	Me diverti com outras pessoas durante a atividade	4,57	0,87	4,38	1,06	0,4484
Q19	Me diverti com a atividade	4,41	0,80	4,42	0,83	0,8626
Q20	Quando interrompida, fiquei desapontado(a) que a atividade havia terminado	3,38	1,19	3,46	1,02	0,8150

A dimensão da relevância busca avaliar a percepção de utilidade, significado e praticidade dos conteúdos abordados na dinâmica e alcançou médias de 4,60 na aplicação contínua e 4,40 na aplicação pontual, sendo esta última a maior média entre as dimensões nesse cenário. Com exceção das questões Q22 (contínua) e Q7 (contínua e pontual), todas as afirmativas alcançaram alto índice de concordância ($\geq 4{,}50$) entre os participantes (Tabela 2), o que é coerente com a concepção instrucional da dinâmica, elaborada para emular a atividade profissional em arquitetura em um contexto mais lúdico e controlado.

O item Q7 (“O conteúdo da atividade está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía”) foi o único da dimensão com diferença significativa entre as aplicações ($p = 0{,}0113$), com média inferior na aplicação pontual (3,58). Uma possível explicação é a heterogeneidade das turmas, que reuniam participantes em diferentes momentos da formação em arquitetura. Outra possibilidade é que o tempo limitado de exposição ao conteúdo tenha sido insuficiente para a construção de relações entre os conhecimentos prévios e os conteúdos mobilizados na atividade. Essas interpretações são compatíveis com Llorca-Bofí et al. [1], segundo os quais a falta de *background* teórico sólido, ou de tempo para construí-lo, dificulta a conexão do novo conteúdo com conhecimentos anteriores e pode prejudicar o rendimento e a percepção de relevância. Por se tratar de hipóteses, uma avaliação de pré-teste poderia esclarecer essa relação.

Tabela 2: Médias e desvios padrão dos itens associados à Relevância.

Questão	Afirmativa	Média (Cont.)	DP (Cont.)	Média (Pont.)	DP (Pont.)	p-value
Q5	O conteúdo da atividade é relevante para os meus interesses	4,73	0,69	4,58	0,72	0,2427
Q6	O funcionamento da atividade está adequado ao meu jeito de aprender	4,51	0,73	4,50	0,72	0,8409
Q7	O conteúdo da atividade está conectado com outros conhecimentos que eu já possuía	4,38	0,72	3,58	1,28	0,0113
Q21	Eu recomendaria esta atividade para outras pessoas	4,68	0,67	4,71	0,69	0,6442
Q22	Gostaria de realizar essa atividade novamente	4,38	0,83	4,50	1,02	0,3139
Q27	A experiência com a atividade vai contribuir para o meu desempenho na vida profissional	4,86	0,35	4,58	0,65	0,0527

Já o item Q22 (“Gostaria de realizar essa atividade novamente”) teve média inferior na aplicação contínua (4,38) em relação à pontual (4,50), diferença não significativa (p = 0,3139). Como hipótese, relacionada ao observado no item Q20, a dinâmica pode ter sido percebida na aplicação contínua mais como um item avaliativo associado a uma recompensa extrínseca (aprovação na disciplina) do que como um fim em si mesma.

A subescala de confiança expressa a percepção de sucesso e progresso ao longo da atividade e alcançou médias de 4,20 no modelo contínuo e 4,10 no modelo pontual, porém apresentou os maiores desvios padrão da pesquisa, o que indica percepções mais heterogêneas entre os participantes, possivelmente porque a confiança é a dimensão mais pessoal do modelo ARCS [10, 26].

Apesar disso, os participantes avaliaram positivamente os aspectos de confiança relacionados à progressão da dinâmica, como indicam os índices de concordância das afirmativas Q9, Q18 e Q24 (Tabela 3) e a menor dispersão dessas respostas, principalmente na aplicação contínua. As médias relativamente menores em confiança na aplicação pontual, sem diferença estatisticamente significativa, podem estar associadas ao menor tempo disponível e de exposição ao conteúdo, o que sugere que o tempo e o planejamento podem ser fatores relevantes para o êxito da atividade e para aspectos motivacionais dos participantes, como apontado por Pasqualetto [29].

Tabela 3: Médias e desvios padrão dos itens associados à Confiança.

Questão	Afirmativa	Média (Cont.)	DP (Cont.)	Média (Pont.)	DP (Pont.)	p-value
Q1	Quando eu tive o primeiro contato com o material da atividade, tive a impressão de que seria fácil para mim	3,57	1,09	3,62	1,13	0,7425
Q8	Foi fácil entender os materiais da atividade e começar a utilizá-los como material de estudo	4,16	1,21	4,25	0,85	0,6736
Q9	Ao passar pelas etapas da atividade senti confiança de que estava aprendendo	4,43	0,60	4,46	0,66	0,7788
Q17	Esta atividade é adequadamente desafiadora para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis	4,03	0,93	4,00	1,10	0,9350
Q18	A atividade evolui em um ritmo adequado e não fica monótona - oferecendo novos obstáculos, situações ou variações	4,32	0,88	4,17	0,82	0,3170
Q24	Tive sentimentos positivos da minha eficiência no desenrolar da atividade	4,51	0,77	4,12	1,08	0,1806

A dimensão da satisfação tem por objetivo avaliar a percepção de êxito da experiência pedagógica e obteve médias de 4,70 na aplicação contínua, a maior do estudo, e 4,30 na aplicação pontual. Além disso, apresentou baixa dispersão das respostas, em especial na aplicação contínua.

A média de 4,70 no cenário contínuo indica elevada percepção de realização com o resultado educacional. Uma hipótese é que essa percepção esteja relacionada ao investimento pessoal empregado ao longo do projeto, o que é coerente com as diferenças significativas observadas nos itens Q11 (p = 0,0403) e Q23 (p = 0,0488), ambos com médias superiores na aplicação contínua, de maior duração.

Na análise de itens como o Q10 (“Estou satisfeito porque sei que terei oportunidade de utilizar na prática coisas que aprendi na atividade”), é possível observar baixa dispersão de respostas (DP = 0,40; média de 4,81 na aplicação contínua), o que sugere que a entrega final foi associada pelos participantes a um senso de conquista de competência (Tabela 4). Além disso, o item Q25, que também apresentou diferença significativa entre as aplicações (p = 0,0324), expressa tanto a percepção de satisfação quanto a de utilidade e relevância da atividade para a disciplina de conforto acústico.

Estes resultados vão ao encontro dos objetivos traçados no desenho instrucional da proposta, que busca integrar mecânicas que aliam recompensas e *feedbacks* relacionados ao aperfeiçoamento pessoal, como a premiação das melhores equipes com cursos presenciais de acústica, livros e kits de amostras. Segundo Manzano-León et al. [18], esse tipo de incentivo em dinâmicas baseadas em jogos pode favorecer a internalização da motivação e sustentar a transição do estado extrinsecamente motivado para o intrinsecamente motivado, efeito não avaliado diretamente neste estudo.

Tabela 4: Médias e desvios padrão dos itens associados à Satisfação.

Questão	Afirmativa	Média (Cont.)	DP (Cont.)	Média (Pont.)	DP (Pont.)	p-value
Q10	Estou satisfeito porque sei que terei oportunidade de utilizar na prática coisas que aprendi na atividade	4,81	0,40	4,46	0,88	0,1227
Q11	Consegui avançar na atividade graças ao meu esforço pessoal	4,62	0,59	4,08	1,06	0,0403
Q23	Consegui atingir os objetivos da atividade por meio das minhas habilidades	4,46	0,73	3,92	1,14	0,0488
Q25	A atividade contribuiu para a minha aprendizagem na disciplina	4,86	0,42	4,58	0,65	0,0324
Q26	Em comparação a outras atividades, considero essa mais eficiente para a minha aprendizagem	4,54	0,77	4,21	0,93	0,1509

5. Considerações finais

A presente pesquisa buscou avaliar a percepção motivacional de estudantes de acústica arquitetônica diante de uma proposta de ensino gamificada, em resposta aos obstáculos pedagógicos enfrentados por docentes, discentes e pesquisadores do tema.

A dinâmica proposta, intitulada “Reverbera Ação” foi construída baseada em mecânicas consagradas para gamificação de atividades de ensino e com lastro em teorias da motivação como a Teoria do Fluxo [25], Teoria da Autodeterminação [24] e o Modelo ARCS de motivação e performance [10, 26].

A partir de estudos de caso com aplicações contínuas e pontuais, foram coletados dados quantitativos por meio do instrumento IMMS e avaliados aspectos relacionados à Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação dos estudantes frente à metodologia apresentada.

Considerando os limites do delineamento adotado, que não permite estabelecer relações causais, os resultados indicam que:

- As pontuações globais das quatro dimensões foram superiores a 4,0 em uma escala de 1 a 5, nas duas aplicações, o que indica uma avaliação motivacional positiva da atividade pelos estudantes;
- A estética e a variabilidade da dinâmica foram bem avaliadas pelos estudantes nos itens relacionados à captura e à manutenção da atenção;
- A incorporação de elementos narrativos e a aproximação de contextos práticos estiveram associadas a uma elevada percepção de relevância do conteúdo;
- A estruturação do conteúdo em desafios e etapas com graus de dificuldade foi acompanhada de avaliações positivas de confiança, embora com maior variabilidade entre os participantes;
- *Feedbacks* constantes e o sistema de recompensas foram acompanhados de elevada percepção de satisfação e de reconhecimento frente ao empenho empregado na atividade;
- As diferenças entre as aplicações contínua e pontual foram, em sua maioria, descritivas; as diferenças significativas observadas em itens de Relevância e Satisfação, com médias superiores na aplicação contínua, levantam a hipótese de que o tempo de exposição e o tipo de aplicação sejam relevantes para o equilíbrio entre desafio e habilidade associado ao estado de *flow*.

Dessa forma, os achados sustentam a pertinência da Reverbera Ação como proposta pedagógica para o contexto investigado, especialmente pela avaliação motivacional positiva dos estudantes e pela integração de conteúdos de acústica, técnicas de projeto e elementos de gamificação em uma mesma experiência de ensino. Ao mesmo tempo, os resultados indicam a necessidade de aprofundar a investigação sobre as condições em que essa proposta pode contribuir para a aprendizagem e para o envolvimento dos participantes em diferentes cenários. Para verificar possíveis efeitos da metodologia na motivação e na aprendizagem, sobretudo na aprendizagem duradoura, estudos futuros poderão adotar delineamentos experimentais ou quase-experimentais, com grupos de controle e comparação e aplicação de pré e pós-testes, a fim de fortalecer a construção de um ensino mais significativo e motivador da acústica arquitetônica.

Referências

1. LLORCA-BOFÍ, Josep et al. Learning Room Acoustics by Design: A Project-Based Experience. International Journal of Engineering Education, [S. l.], v. 35, n. 1(B), p. 1–7, 2019.

2. SPODE, Ana Letícia Silva; ROHDEN, Abrahão Bernardo. Custo para o atendimento do desempenho acústico em sistemas de vedações horizontais e verticais conforme NBR 15575. Interscientia, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 4–26, 2019.

3. POLLI, Taiana; VIVEIROS, Elvira B. Quando o preço não faz diferença: a relação entre custo do imóvel e conforto acústico. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2007, Ouro Preto. Anais [...]. Ouro Preto: [s. n.], 2007.

4. MERIC, Isin; CALISKAN, Mehmet. Acoustics education for architects: Developing a base of knowledge for professional experience. In: INTER-NOISE AND NOISE-CON CONGRESS, 2013, Innsbruck. Proceedings [...]. Innsbruck: [s. n.], 2013.

5. SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite. Um panorama da pesquisa nacional sobre gamificação no ensino de Física. Tecnia, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 105–121, 2017.

6. HAMARI, Juho; KOIVISTO, Jonna; SARSA, Harri. Does gamification work? - A literature review of empirical studies on gamification. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 47., 2014. Proceedings [...]. [S. l.]: IEEE Computer Society, 2014.

7. LEE, J. J.; HAMMER, J. Gamification in Education: What, How, Why Bother? Academic Exchange Quarterly, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 1–5, 2011.

8. SILVA, João Batista da; SALES, Gilvandenys Leite; CASTRO, Juscileide Braga de. Gamification as an active learning strategy in the Physics education. Revista Brasileira de Ensino de Física, [S. l.], v. 41, n. 4, 2019.

9. VIEIRA, Alexandre De Souza et al. O estado da arte das práticas de gamificação no processo de ensino e aprendizagem no ensino superior. Revista Brasileira de Ensino Superior, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 5, mar. 2018.

10. KELLER, John M. Motivational Design for Learning and Performance. Boston: Springer US, 2010.

11. SYGULSKA, Anna. Teaching acoustics to students of architecture. World Transactions on Engineering and Technology Education, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 113–118, 2021.

12. DORNELES, Pedro Fernando Teixeira. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral. 2010. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

13. MICHALSKI, Ranny Loureiro Xavier Nascimento et al. Oficina de sensibilização de fenômenos acústicos como ferramenta de metodologia ativa de ensino: explorando a percepção de estudantes de arquitetura e urbanismo. In: XVII Encontro Nacional e XIII Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2023, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: [s. n.], 2023.

14. SAN MARTÍN, Ricardo; ARANA, Miguel; EGUINOA, Rubén. Aprendizaje basado en casos en la enseñanza de la acústica arquitectónica: acondicionamiento acústico del gimnasio de una escuela para utilizarlo como sala de conferencias. In: CONGRESSO IBÉRICO DE ACÚSTICA, 2024, Faro. Anais [...]. Faro: [s. n.], 2024.

15. GALVÃO, Raissa Albuquerque et al. Physical models for acoustics education: a study on teaching approaches. In: Internoise, 2025, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: 2025.

16. OLIVEIRA, Maria Fernanda de et al. Design and construction of acoustic panels: didactic practice in a school environment. In: Internoise, 2025, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: 2025.

17. MITCHELL, Alice; SAVILL-SMITH, Carol. The use of computer and video games for learning: a review of the literature. London: Learning and Skills Development Agency, 2004.

18. MANZANO-LEÓN, Ana et al. Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. Sustainability, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 1–14, fev. 2021.

19. ARRIEIRA, Rodrigo Leite; ALBUQUERQUE, Edilson Rodrigues. A gamificação como estratégia para a aprendizagem ativa no ensino superior. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (COBICET), 4., 2023. Anais [...]. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: https://www.even3.com.br/cobicet2023.

20. SUNG, Han Yu; HWANG, Gwo Jen. A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. Computers & Education, [S. l.], v. 63, p. 43–51, 2013.

21. HARDRÉ, Patricia L.; MILLER, Raymond B. Toward a Current, Comprehensive, Integrative, and Flexible Model of Motivation for Instructional Design. Performance Improvement Quarterly, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 27–54, out. 2008.

22. TAKATALO, Jari et al. Presence, Involvement, and Flow in Digital Games. In: BERNHAUPT, Regina (org.). Evaluating User Experience in Games: Concepts and Methods. London: Springer, 2010. p. 23–46.

23. DOMÍNGUEZ, Adrián et al. Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. Computers & Education, [S. l.], v. 63, p. 380–392, 2013.

24. DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. Contemporary Sociology, [S. l.], v. 17, n. 2, p. 253, mar. 1988.

25. CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. Flow and the Foundations of Positive Psychology: The Collected Works of Mihaly Csikszentmihalyi. New York: Springer, 2014.

26. KELLER, John M. Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design. Journal of Instructional Development, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 1–24, 1987.

27. POFFO, Marcio. Utilização da gamificação para motivar a aprendizagem: um estudo de caso em engenharia de software. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2016.

28. LODGE, Jason M.; HARRISON, William J. The Role of Attention in Learning in the Digital Age. Yale Journal of Biology and Medicine, [S. l.], 2019.

29. PASQUALETTO, Terrimar Ignácio. O ensino de física via aprendizagem baseada em projetos: um estudo à luz da teoria antropológica do didático. 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.