


Aplicação de modelo instrucional baseado em discriminação perceptiva para ensino de conceitos de materiais e processos de fabricação em cursos de design

 <https://doi.org/10.56238/sevned2024.009-024>

Ivan Mota Santos

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Doutor.

Paulo Miranda Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. PhD.

Róber Dias Botelho

Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF. Doutor.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é a experimentação de um modelo instrucional baseado em discriminação perceptiva para o ensino de conceitos em design. O processo de desenvolvimento deste modelo se baseou no entendimento de como se estabelece a relação pedagógica entre professores e estudantes de design na busca por expertise na área e, com isso, propor um modelo didático-pedagógico capaz de auxiliar no processamento da informação, de forma a potencializar a formação de novos profissionais baseada em um sistema educacional integrado. Este trabalho está inserido no ensino do design e, por consequência, na educação. Seu enfoque é dedicado ao uso de recursos da tecnologia educacional em situações pedagógicas dentro dos cursos de bacharelado em design. Os critérios de partida selecionados, contextualizam seu desenvolvimento e implementação, em parâmetros recentemente testados e apresentados pela ciência do aprendizado e ciência cognitiva, com principal interesse na utilização da discriminação perceptiva. Entende-se que o modelo pode potencializar o ensino do design por permitir maior dinâmica, flexibilidade e integração tecnológica, principalmente nos primeiros anos de curso; os resultados das experimentações em leigos, sem conhecimento no tema demonstram como a tecnologia foi bem sucedida neste aspecto. Os resultados corroboram com a ideia de otimização do processo e, com isso, seria capaz de reduzir o tempo necessário para o cumprimento pedagógico em determinadas fases do ensino; os resultados da aplicação em curso livre aplicado à distância e também utilizados com estudantes de design de curso regular corroboram com este apontamento. O protocolo aplicado favorece o avanço tecnológico no tocante da busca pelo melhoramento contínuo do ensino em sua totalidade; os módulos, após construídos, são de fácil reaplicação, com ajustes simples, propiciando a evolução contínua do modelo, seja na atualização de conteúdo, ajuste de elogios e feedbacks, ou até mesmo ampliação de programa didático.

Palavras-chave: Modelo Instrucional, Discriminação Perceptiva, Ensino do Design, Experimentação.



1 INTRODUÇÃO

1.1 TECNOLOGIA EDUCACIONAL APLICADA AO ENSINO DO DESIGN

Este trabalho está inserido no ensino do design e, por consequência, na educação. Seu enfoque é dedicado ao uso de recursos da tecnologia educacional em situações pedagógicas dentro dos cursos de bacharelado em design. Os critérios de partida selecionados, contextualizam seu desenvolvimento e implementação, em parâmetros recentemente testados e apresentados pela ciência do aprendizado e ciência cognitiva, com principal interesse na utilização da discriminação perceptiva¹.

A discriminação perceptiva é uma das técnicas e teorias de maior relevância para a ciência do aprendizado, tanto pelos resultados surpreendentes alcançados rapidamente com estudantes de diversas áreas, mas também, devido a boa estruturação teórica e de modelos de pesquisa.

Este estudo experimental é parte de um grande projeto de pesquisa que está diretamente associado às áreas do design, da educação e da formação de expertise. Ainda, sendo uma delimitação vaga acerca daquilo que foi investigado, com uma definição razoavelmente ampla, conectando-se à este tema, temos a teoria e práticas da discriminação perceptiva, juntamente com as investigações acerca da construção de expertise.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral com a pesquisa é a experimentação de um modelo instrucional baseado em discriminação perceptiva para o ensino de conceitos em design. O processo de desenvolvimento deste modelo se baseou no entendimento de como se estabelece a relação pedagógica entre professores e estudantes de design na busca por expertise na área e, com isso, propor um modelo didático-pedagógico capaz de auxiliar no processamento da informação, de forma a potencializar a formação de novos profissionais baseada em um sistema educacional integrado.

1.3 ARGUMENTO PRINCIPAL E PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

A pesquisa está apoiada nos seguintes pressupostos:

- A) O ensino do design, assim como todas as práticas educacionais e formativas, encontram-se frente a obstáculos inéditos na história da humanidade (ROBINSON, 2006, 2010a e 2010b). Assim, a necessidade de modelos instrucionais inovadores, flexíveis, personalizáveis, são a linha de frente para uma reforma, ou ainda, uma revolução na educação.

¹ Adotou-se a tradução utilizada por CAREY em seu best-seller de 2014, do termo original em inglês, “Perceptual Learning”;



- B) Conforme apresentado pela teoria da discriminação perceptiva e indicado por investigações empíricas ligadas ao tema, o cérebro aprende de forma automática, assimilando informações, fatos, e conceitos de forma natural e inconsciente.
- C) A identificação e discussão dos fatores que definem a expertise em design podem auxiliar no desenvolvimento de diretrizes para a formação de profissionais mais preparados para os desafios do incerto mercado de trabalho futuro.
- D) O uso de diversas tecnologias como métodos, softwares, modelos e equipamentos eletrônicos e digitais têm se mostrado recursos interessantes para uma melhor experiência de aprendizagem, auxiliando a aprendizagem ativa, colaborativa e o ensino para o entendimento.

1.4 ESCOPO GERAL

Para o desenvolvimento do projeto de um modelo ou tecnologia educacional para o design, a pesquisa foi baseada em conceitos, métodos e teorias de quatro áreas do conhecimento humano:

1. Discriminação Perceptiva
2. Ciência da Expertise
3. Ciência Cognitiva e Ciência da Aprendizagem
4. Análise de Dados

A primeira contribuição vem da teoria da discriminação perceptiva que oferece os mecanismos de assimilação rápida de conceitos. Dos estudos relacionados à expertise em design, entende-se como definir a expertise na área e alcançá-la via meios pedagógicos. Os fatores pedagógicos analisados pelo viés da ciência da aprendizagem, por sua vez, indicam as melhores práticas e estratégias ligadas aos aspectos cognitivos e não-cognitivos da relação ensino-aprendizagem, e por fim, a teoria da análise de dados aplicada à sala de aula, apresenta técnicas organizacionais para tomada de decisões fundamentadas em dados confiáveis.

1.5 DISCRIMINAÇÃO PERCEPTIVA

A descrição técnica mais apropriada da teoria da discriminação perceptiva, porém, é direcionada à pesquisadora que organizou e apresentou à comunidade acadêmica, esse importante recurso. Gibson (1969) afirmou que “a discriminação perceptiva é um processo de diferenciação de características distintas de objetos, características permanentes do layout espacial e invariáveis de eventos.” A enciclopédia de filosofia de *Stanford* apresenta em sua página oficial² a afirmação de que o processo envolve a incrível melhora na habilidade de resposta do indivíduo ao ambiente. Em 1978, de forma semelhante, Westheimer afirmou que por toda a vida de um organismo, a discriminação perceptiva

² <https://plato.stanford.edu/entries/perceptual-learning/>



ocorre sucessivamente e naturalmente, acarretando mudanças funcionais e estruturais de neurônios no córtex sensorial. Como será apresentado a seguir, em experimentos de laboratório, é mais facilmente observado que o uso deste instrumento de aprendizagem melhora a performance no reconhecimento de padrões em tarefas intervaladas. Em todos os casos apresentados, o indivíduo que é exposto repetidas vezes a estímulos e informações, apresenta um desempenho aprimorado para a habilidade treinada. Geller (2011), aponta que a discriminação perceptiva pode ser definida como o processo de mudanças induzidas pela experiência ou prática na coleta de informações.

Carey (2014), apresenta uma coleta de estudos para revelar a ideia de que o cérebro pode ser entendido como uma “máquina” reconhecedora de padrões e, quando propriamente focada, pode rapidamente aprofundar o entendimento da pessoa sobre um princípio. De forma ainda mais detalhada, Gibson (1969), informa que os três elementos básicos que garantem o resultado efetivo da aplicação prática da teoria estruturada por ela, são:

1. A especificidade da discriminação (o que é aprendido)
2. A otimização da atenção (como ocorre o aprendizado)
3. O aumento da economia (velocidade na identificação dos estímulos)

2 METODOLOGIA

A parte experimental das tecnologias educacionais são de natureza laboratorial, ocorrendo em ambientes controlados ou parcialmente controlados. As práticas e uso da tecnologia “à distância” e de forma livre em alguns casos foi utilizada de forma a mimetizar situações de aprendizagem em MOOCS³, por exemplo. A distinção entre estudantes, profissionais e leigos em relação ao tema dos experimentos, estabelece um efeito de "grupo controle" em todos os casos apresentados. Muitos deles, ainda, ofertaram apenas parte dos estímulos colocados em testes nos protocolos de treinamento. Este procedimento permite ao pesquisador, verificar com precisão o impacto do treinamento protocolar de prática deliberada no desempenho dos participantes.

Os pré-testes estabeleceram os parâmetros iniciais dos grupos experimentais e delimitam sua diversidade, enquanto o caráter longitudinal dos experimentos avalia a evolução das informações coletadas no tempo, i.e., medindo o aproveitamento e impacto dos treinamentos (performance) e, também, medindo as variações de mensuração de percepção em aspectos subjetivos como a motivação e a mentalidade acadêmica. Os indicadores de motivação e mentalidade acadêmica utilizados derivam-se de referências apresentadas em MOTA-SANTOS, I.; LANA, S. (2019b) e Santos e Lana (2020) respectivamente, sendo 5 afirmativas que são colocadas como sistema de auto-avaliação em escala de concordância. Um dos indicadores de motivação também diz respeito aos objetivos de aprendizagem, que é um dos elementos mais importantes para o sucesso de qualquer projeto pedagógico. Além deste

³ MOOCS - Massive Online Open Courses - "Cursos Online, Abertos e Massivos"



indicador, alguns módulos fazem uma averiguação de auto-avaliação dos objetivos específicos de cada conteúdo, em que os participantes respondem diretamente com 'sim', 'não' ou 'talvez' sobre a capacidade de realizar tarefas ou reconhecer determinados conteúdos. Apenas alguns participantes receberam em alguns dos módulos, estímulos ligados à construção de uma mentalidade acadêmica de crescimento em relação aos temas. Nestes casos, o objetivo foi de medir o impacto deste procedimento na melhoria geral dos resultados de performance, bem como na capacidade de alterar positivamente este fator não cognitivo da pedagogia no design. Por fim, os participantes também eram convidados a confirmar se realizaram outras tarefas simultaneamente às sessões de estudo, com a meta de verificar o impacto de multitarefas nos resultados de desempenho.

Os treinamentos foram aplicados basicamente em duas modalidades: a de prática livre e a de execução formatada e idêntica para todos os participantes. O objetivo era verificar se a quantidade de vezes em que o indivíduo era exposto aos treinamentos, afetava diretamente os indicadores gerais, sejam eles cognitivos ou não. Em alguns dos casos os indicadores citados anteriormente eram também colocados nas sessões de treinamento, para que pudesse ser averiguado a capacidade de alteração longitudinalmente na execução das tarefas. Os formulários de avaliação final, serviam de base comparativa para mensurar as mudanças obtidas na performance, mentalidade acadêmica, níveis de motivação e demais indicadores específicos. Serão apresentados os detalhes e variações em cada um dos experimentos conduzidos, ao longo deste trabalho.

Foi adotada uma abordagem de construção de protocolos de prática deliberada para treinamento de reconhecimento e utilização de conceitos de design dentro dos dois primeiros anos do curso regular. Além disso, foi estruturado uma forma de correção automática das avaliações e em alguns casos também nos treinamentos de colocação de elogios redigidos de acordo com as orientações encontradas nos capítulos anteriores bem como o feedback com as respostas corretas. Em situações didáticas específicas, além da resposta correta, algum tipo de estímulo relacionado à autodeterminação ou mentalidade acadêmica era acrescentado. Os elogios, quando utilizados nas respostas automáticas dos formulários eram sempre destinados ao esforço ao ganho de autonomia e competência, além de agradecimentos ao tempo dedicado para a aquisição daquele conhecimento.

2.1 WORKSHOP DE MATERIAIS NO DESIGN

O protocolo de prática deliberada⁴ aplicado em workshop de ensino dos conceitos de materiais para o design foi constituído em três grandes etapas ou módulos. A primeira etapa diz respeito a uma avaliação inicial dedicada à medição de conhecimento de conteúdo, com 65 pontos ou questões, além de uma auto avaliação subjetiva de questões ligadas à motivação, que são estruturadas em 5

⁴ Conceito, que diz respeito ao treinamento repetitivo e dedicado a um tema ou atividade. Visa o ganho de expertise de forma rápida e eficiente, e estrutura muitos mecanismos da discriminação perceptiva. (ERICSSON, 1999)

indicadores. Além desses indicadores de motivação, dois indicadores estão diretamente ligados aos objetivos de aprendizagem. Em relação aos indicadores de motivação, foram selecionadas cinco afirmativas que quando apresentadas aos participantes permitem a auto avaliação em uma escala de Likert (1932)⁵ que vai de 1 a 5 sendo 1 a concordância total, três a neutralidade chegando ao 5 nível de discordância total. Em relação aos objetivos de aprendizagem, as perguntas foram colocadas com respostas de sim e não. Elas foram estruturadas de forma bem direta confrontando os participantes se sabiam apontar determinados conteúdos ou diferenciar tipos de materiais, por exemplo, e totalizaram 20 pontos.

A segunda fase da experimentação diz respeito ao treinamento. Neste caso especificamente, os treinamentos foram realizados em quatro seções divididas por temas sendo: aspectos introdutórios de materiais com 23 questões, aspectos de produção com 19 questões, desenvolvimentos recentes em materiais com 15 questões e, por fim, impacto ambiental na produção de materiais com 8 questões. Nota-se então que o treinamento oferece aos participantes a oportunidade de revisar as 65 questões que são os medidores de desempenho apresentados na avaliação inicial e que, também, farão parte da avaliação final. Além disto, cada um dos 4 módulos de treinamento oferece aos participantes a oportunidade de relatar a realização ou não de multitarefas durante as sessões de estudo. Neste primeiro experimento apenas questões fechadas de múltipla escolha foram utilizadas. A maioria delas apresentavam como opções os grupos de materiais ou tipos específicos de subcategorias dentro dos grandes grupos de materiais. De forma complementar, as outras questões apresentavam afirmações sobre materiais que permitiam a escolha de verdadeiro ou falso. Durante todos os treinamentos, independente do acerto ou erro, cada participante via obrigatoriamente a resposta correta da questão antes de poder passar à frente. A avaliação final, por sua vez, que é a última etapa do experimento, tem estrutura idêntica à avaliação inicial, com os mesmos medidores de performance, de motivação e de objetivos de aprendizagem. Estes módulos foram estruturados usando ferramentas digitais de construção de formulários. Essas ferramentas permitem a coleta e organização rápida dos dados além da possibilidade de uso de dados exportados em formato "CSV" para planilhas que permitem abordagem de análise diferenciadas.

Após a realização do experimento ligado a conceitos de materiais, que configurava-se como um módulo introdutório para teste inicial do protocolo, foram desenvolvidos os módulos de processos de fabricação. Estes, apesar de serem mais amplos e aprofundados, mantinham a estrutura básica de formulários iniciais, treinamentos e formulários finais. Além disso, os módulos permitiam uma verificação longitudinal da aprendizagem e testava diferentes variáveis, como a comparação de estímulos visuais diversos contendo a mesma informação.

⁵ Tipo de escala de resposta psicométrica usada habitualmente em questionários, e é a escala mais usada em pesquisas de opinião. Ao responderem a um questionário baseado nesta escala, os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. (LIKERT, 1932)

2.2 MÓDULOS DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO PARA DESIGNERS

Os módulos de ensino de conceitos de processos de fabricação para designers é um experimento bem mais amplo que o experimento anterior. Apesar da estrutura ser parecida, a quantidade e a variedade de conteúdos é bem maior, contando com seis diferentes módulos totalizando 18 etapas no total. Cada módulo contava com um formulário de avaliação inicial, um formulário de treinamento que podia ser realizado inúmeras vezes e, por fim, um formulário final de avaliação geral.

O primeiro módulo se referia às categorias de processos de fabricação industrial como citadas em Thompson (2007). O segundo módulo diz respeito à identificação de 18 diferentes processos de conformação. O terceiro módulo, às classificações dos processos industriais e, o quarto diz respeito às subcategorias de processos de fabricação como indicados em Lefteri (2009). Como destaque nesta aplicação, temos a execução do quarto, quinto e sexto módulos que tratam do reconhecimento preciso de processos industriais. Os três módulos têm estruturas idênticas em sua avaliação inicial, no seu treinamento, e na sua avaliação final. Porém, o ponto de destaque se dá nos estímulos utilizados, pois o primeiro deles utiliza de textos e descrições sobre os processos industriais; o segundo apresenta imagens de produtos produzidos com os referidos processos e por fim, o terceiro apresenta organogramas e imagens explicativas do funcionamento dos processos. Assim, a criação desses três módulos tem como objetivo medir o impacto de diferentes estímulos na assimilação de conceitos em design, nesse caso o reconhecimento e memorização de 20 processos diferentes de fabricação industrial.

Independentemente dos conteúdos para cada módulo, o primeiro formulário fazia a medição inicial do conhecimento dos participantes sobre o tema, também permite a autoavaliação e mensuração de motivação. Além disso, o formulário também oferecia a avaliação de posicionamento dos sujeitos sobre os objetivos de aprendizagem. Nos treinamentos, por sua vez, além da medição de pontuação ou performance os sujeitos também eram convidados a relatar a realização de outras atividades e multitarefas durante as sessões de estudo, como no experimento anterior. Os módulos finais, diferentemente, mediam além do ganho de performance, todos os requisitos contidos na avaliação inicial, permitindo a comparação dos indicadores de motivação e de objetivos de aprendizagem.

2.3 RESUMO GERAL DA ESTRUTURA DOS EXPERIMENTOS

Para uma visualização mais direta dos indicadores estruturantes dos protocolos, foi desenvolvida uma tabela. Além dos indicadores de performance, seus tipos e quantidade, foram quantificados os indicadores de motivação, de mentalidade acadêmica, objetivos de aprendizagem, além dos indicadores de execução de multitarefas para cada experimento realizado (TAB.1).

TAB 1. Estruturação básica dos experimentos.

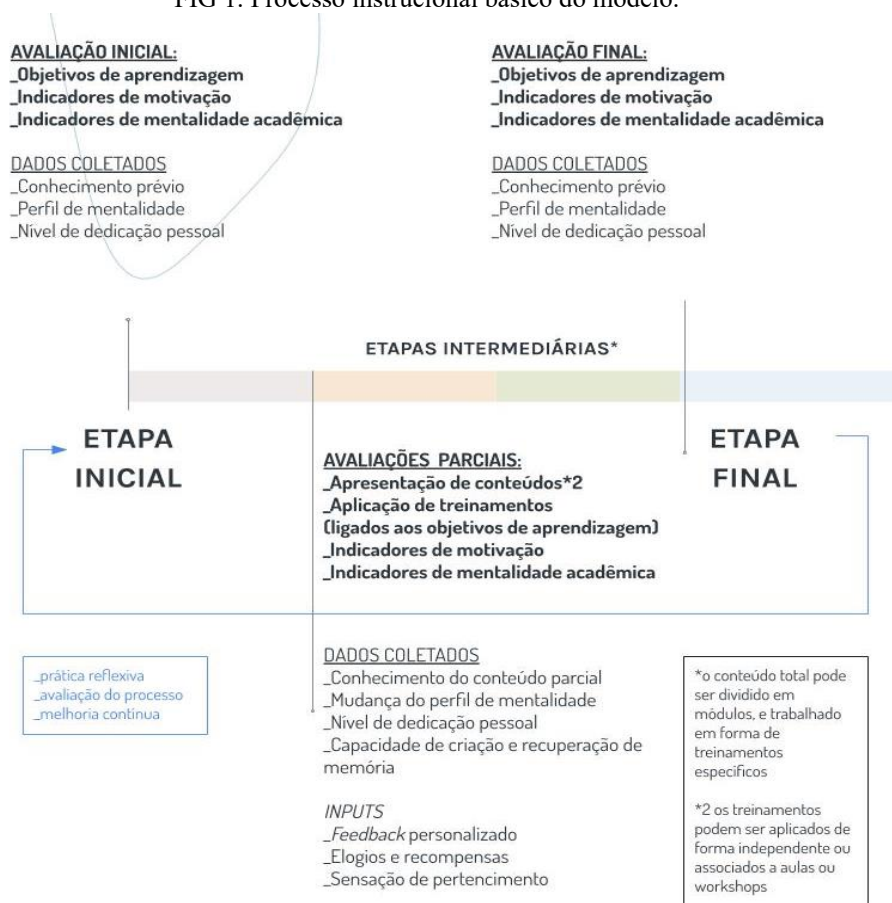
EXPERIMENTOS	INDICADORES PERFORMANCE		INDICADORES MOTIVAÇÃO	INDICADORES MENTALIDADE ACADÊMICA	OBJETIVOS APRENDIZAGEM	INDICADORES MULTITAREFAS
	CONCEITOS	TIP O				
MATERIAIS	65	VF ME	5	1	20	2
PROCESSOS	119	VF ME	5	1	1	2
DISCIPLINA EM SALA DE AULA	84	VF ME QA QR	–	–	–	–
CAD 3D	33	ME QA QR EP	5	5	1	2

LEGENDA: VF - Verdadeiro ou Falso | ME - Múltipla Escolha | QA - Questões Abertas | QR - Questões Reflexivas | EP - Exercícios Práticos

Fonte: Do Autor, 2024.

Os procedimentos do modelo instrucional, organizados por etapas numa versão simplificada, foi ilustrado na Figura 1. Nela, é possível ver a relação da etapa inicial com as sessões de treinamentos e com a avaliação final, tanto no que se refere aos indicadores citados acima, como também em relação aos dados coletados e possibilidades de atuação do instrutor/professor (*Inputs*).

FIG 1. Processo instrucional básico do modelo.



Fonte: Do autor, 2024.

2.4 AMOSTRAGEM

2.4.1 Perfil Geral dos Participantes

Na realização dos questionários iniciais foram colocadas perguntas para entender informações básicas sobre os participantes. Em relação aos estudantes e profissionais de design, as idades relatadas vão de 21 anos até 47 anos de idade, porém, a maior faixa dos participantes, sendo 18 dos 49, se encontram entre 22 e 24 anos e, 30 dos participantes se encontram na casa dos 21 aos 28 anos. Eles representam 6 diferentes cursos de design.

No caso dos professores de design, por sua vez, a idade variou dos 28 aos 67 anos e a média de idade dos 21 participantes gira em torno dos 45 anos. Os professores participantes da pesquisa representam sete diferentes instituições, sendo uma delas uma universidade internacional. Dos 21 professores, mais de 50% possuem doutorado e quase 40% possuem mestrado, sendo que 81% deles possuem formação em design na sua graduação e se encontram formados há mais de 10 anos. Em relação à prática de docência, 30% dos participantes lecionam a mais de 20 anos, 35% a mais de 10 anos, e 30% possuem até 5 anos de sala de aula.

Todos os participantes que responderam ao questionário são brasileiros. no grupo dos estudantes e profissionais de design apenas 2% da população possuíam mestrado ou doutorado, e 14% possuem pós-graduação. Dos demais, pouco mais de 80% são estudantes de design ou recém-formados.

Quando avaliamos os participantes dos experimentos iniciais e dos protocolos aplicados em situações didáticas, temos a totalidade de estudantes ou profissionais recém-formados na graduação. Os participantes são, em sua maioria, estudantes de universidades brasileiras, sejam estudantes de design ou de outros cursos. Também encontramos a participação de profissionais de diversas áreas, além de estudantes intercambistas de universidades de outros países.

TAB 2. Amostragem total e distribuição por atividades.

ATIVIDADES E PARTICIPANTES	Tipos de Sujeitos	Quantidade	Total
Modelo Aplicado	Estudantes	106	136
	Leigos	30	

Fonte: Do autor, 2024.

3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO MODELO

O modelo prototípico de prática deliberada desenvolvido com base nos conceitos e implicações apresentados por Mota-Santos e Lana (2019a), serviram de base para o alcance deste ponto da pesquisa. Em seguida, extrapolações em variáveis como os estímulos, além da ampliação do caráter longitudinal de testes serão apresentados nos módulos ligados aos processos de fabricação industrial. Outro aspecto

que torna o modelo único é a mensuração de indicadores de fatores pedagógicos não cognitivos apresentados por Santos e Lana (2019b) e (2020).

3.1 MÉTODO APLICADO A CONCEITOS DE MATERIAIS

Os módulos de treinamento aplicados aos conceitos de materiais no grupo de leigos, que contou com 7 participantes, obteve uma média inicial de 44 pontos em 65 ofertados. No caso dos 24 estudantes de design participantes do outro grupo pesquisado, por sua vez, a média inicial foi de 46,04 pontos em 65. Este resultado chama a atenção, pois os estudantes de design já estavam cursando ou haviam cursado ao menos uma disciplina de materiais, o que sugeriria uma diferença bem maior neste resultado. Assim, se pode inferir que as questões apresentadas supostamente são muito básicas, ligadas a conhecimentos superficiais dos grupos de materiais e suas características. Os resultados descritos estão sintetizados nas tabelas 16 e 17.

Os indicadores de motivação intrínseca dos leigos, em sua maioria foram associados a posicionamentos de concordância parcial e total, sendo que apenas o indicador ligado ao nível de conhecimento em relação ao tema se manteve em neutralidade nessa fase inicial. Os indicadores de motivação dos estudantes de design também se mantiveram na escala de concordância.

TAB 3. Resultados sintéticos do experimento de materiais: leigos.

INDICADORES DE PERFORMANCE	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL	TREINAMENTO	
			REPETIÇÕES	MÉDIA GERAL
CONTEÚDO	44/65	62/65	19	56,75
MOTIVAÇÃO	1,94	1,56		
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	32,7%	93,3%		

ESCALA MOTIVAÇÃO: Escala: 1.Muito Bom, 2.Bom, 3.Regular, 4.Ruim, 5.Muito Ruim
Fonte: Do autor, 2024.

A média de pontos geral obtidos em relação ao treinamento introdutório foi de 19,6 em 23 pontos, e, dentre os ofertados nos aspectos produtivos, a média foi de 16,4 para 19 pontos possíveis. Sobre os desenvolvimentos recentes de materiais de 13,75 em 15 possíveis, e, no módulo de treinamento sobre impactos ambientais, a média foi de 7 pontos em 8 possíveis.

A média final obtida pelos participantes leigos nos 65 pontos possíveis da última avaliação global do curso, foi de 62 pontos, um aumento considerável em relação aos 44 pontos médios da avaliação inicial. A média final obtida pelos participantes estudantes de design também aumentou,

chegando a 56,29 pontos no 65 ofertados. Apesar deste número apresentar uma melhoria considerável, superior a 20 pontos na média inicial, o resultado ficou abaixo do resultado final obtido pelos participantes leigos. Como indicador relacionado, pode-se relatar o fator de motivação dos estudantes de design. No caso dos estudantes de design, mais uma vez o resultado surpreendeu. Os indicadores de motivação se mantiveram no nível de concordância em sua maioria, mas pioraram, em relação à avaliação inicial, em quase todos os indicadores. No caso dos leigos, diferentemente, os indicadores de motivação também apresentaram melhoras, com quatro dos cinco indicadores tendendo à concordância plena com as afirmações apresentadas. O nível de interesse para aquisição do conhecimento pode ser entendido como uma possível explicação para o fenômeno registrado. Os leigos se voluntariaram para a execução dos módulos em formato de MOOC ofertado em programa da universidade. Já os estudantes de design, tiveram os módulos inseridos como exercícios de treinamento durante a realização regular de disciplinas do curso. Muitos deles relataram sentir um excesso de atividades curriculares no período.

TAB 4. Resultados sintéticos do experimento de materiais: estudantes.

INDICADORES DE PERFORMANCE	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL	TREINAMENTO	
			REPETIÇÕES	MÉDIA GERAL
	-			
CONTEÚDO	46,04/65	56,29/65	125	58,44
MOTIVAÇÃO	2,24	2,1		
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM	28,8%	49,1%		

ESCALA MOTIVAÇÃO: Escala: 1.Muito Bom, 2.Bom, 3.Regular, 4.Ruim, 5.Muito Ruim

Fonte: Do autor, 2024.

3.2 MÉTODO APLICADO A CONCEITOS DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

O primeiro módulo deste grande experimento, ligado aos processos de fabricação industrial para designers, apresentava no seu formulário inicial 25 questões. A média inicial obtida pelos leigos foi de 8 pontos e de 8,04 para os estudantes de design. Nota-se que mais uma vez, temos uma nota inicial semelhante entre os grupos. Apesar de ser um fenômeno diferente do previsto, que colocaria os estudantes de design com uma nota inicial superior, estas ocorrências não tiram o mérito de medição da investigação ou do modelo utilizado.

Nos indicadores motivacionais, os estudantes de design tenderão a concordância, mas próximos à neutralidade em quase todos os indicadores. Diferentemente dos leigos, que apresentaram ser muito mais motivados com a execução do curso e apenas tendendo à neutralidade em relação ao indicador que faz referência ao nível de conhecimento sobre o tema. Assim, temos exatamente o mesmo resultado

do experimento anterior para a fase inicial, tanto em relação aos indicadores de performance, como os de fatores não cognitivos ligados à motivação. O indicador referente ao conhecimento do tema está em consonância com as respostas dos participantes leigos, sobre os objetivos de aprendizagem; em que indicavam em sua totalidade ou não conhecimento dos conteúdos apresentados no curso. No caso dos estudantes de design, muitos indicaram que talvez conseguiram apontar parte do conteúdo do curso corretamente o que, talvez, justificaria a desmotivação registrada.

No formulário de treinamento, os estudantes de design realizaram 84 sessões e aumentaram a média geral de performance para 17 pontos, enquanto os leigos realizaram cinco sessões e subiram sua performance para 22 pontos dos 25 possíveis. Na execução do formulário final do módulo de polímeros, os estudantes de design conseguiram uma média de 18,33 pontos e os leigos conseguiram uma média de 24 pontos dos 25 possíveis. Os indicadores de motivação dos estudantes de design melhoraram, com exceção ao indicador que diz respeito ao nível de conhecimento. Os leigos por sua vez tiveram melhoria significativa em todos os indicadores motivacionais, com exceção a afirmação que diz respeito ao nível de interesse sobre o tema. Este resultado foi ainda mais reforçado, com os medidores dos objetivos de aprendizado que foram em sua maioria negativos ou incertos para os estudantes do design e, diferentemente para os leigos, apresentou melhorias significativas.

Este mesmo padrão se repetiu no segundo módulo do curso, visto que a média inicial dos 18 pontos possíveis no segundo módulo foi de 13,85 para os estudantes de design e apenas 7,50 para os leigos. Os indicadores motivacionais também apresentam o mesmo tipo de reação dos participantes com os estudantes de design apresentando concordância com as afirmações mas tendendo próximos a neutralidade, enquanto os leigos se encontram também na zona de concordância mas tendendo, na maioria dos indicadores, à total concordância. Após a realização dos treinamentos, os estudantes de design conseguiram melhorar sua performance atingindo 16,46 pontos em média para os 18 possíveis. De outra forma, os participantes leigos, surpreendentemente, melhoraram a sua performance para 17,40 pontos. Ainda, como vimos no módulo anterior, os indicadores motivacionais para os leigos também apresentaram melhorias, enquanto os indicadores motivacionais dos estudantes de design se mantiveram estáveis.

No terceiro módulo do curso de processos industriais, os estudantes de design totalizaram uma média de 11,57 pontos dentre os 16 possíveis e os leigos por sua vez conseguiram apenas 7,29 pontos. Após a realização dos treinamentos, os estudantes de design melhoraram a performance para 15,19 pontos e os leigos conseguiram 16 pontos, ou seja, todos os participantes deste grupo acertaram todas as questões do módulo final. Os indicadores motivacionais refletiram essa melhoria de performance e, apesar dos indicadores dos estudantes de design se manterem praticamente estáveis, os indicadores de motivação dos participantes leigos melhoraram bastante. Incluindo ainda o indicador que diz respeito aos objetivos de aprendizagem.

Sobre este quesito, as duas perguntas que abordam diretamente o ganho de conhecimento após a realização dos treinamentos, foi praticamente unânime em sua positividade para os participantes leigos. Diferentemente, para os estudantes de design foi predominantemente duvidoso.

Apesar da relevância dos dados apresentados até o momento, o enfoque investigativo principal dos módulos de processos industriais diz respeito aos módulos que apresentam os 20 processos de fabricação repetidos três vezes no curso. Com estímulos de naturezas diferentes, sendo: o texto descritivo, a imagem de produtos feitos nos processos específicos, ou ainda, a imagem que representa todas as etapas do processo de produção. No módulo inicial em que o protocolo foi montado com descrições textuais, os estudantes de design conseguiram melhorar a performance inicial de 14,88 pontos de média geral, para 18,04. No caso dos leigos, a performance inicial de 10,67 pontos foi ampliada para surpreendentes 19,4 pontos de média final. No módulo seguinte, em que as descrições textuais foram substituídas por imagens de produtos fabricados com os processos a serem aprendidos, os alunos de design também melhoraram sua performance partindo de 17,88 pontos nos 20 possíveis para 19,45. Os participantes leigos por sua vez, partiram de 13,20 pontos de média inicial para 19,60 pontos no formulário final deste módulo.

Já o último módulo comparativo de estímulos, contou com imagens representativas de cada etapa dos processos de fabricação em ilustrações ou infográficos e, para os estudantes de design, representou uma melhoria de 18,7 pontos de média geral na avaliação inicial para 19,32 pontos na média final. Os outros participantes que começaram com uma média bem inferior, de 10,80 pontos, conseguiram uma melhoria de performance significativa chegando a 19,4 pontos de média.

TAB 5. Resultados sintéticos do experimento de processos de fabricação: leigos.

INDICADORES DE PERFORMANCE	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL	TREINAMENTO	
			REPETIÇÕES	MÉDIA GERAL
–	–	–		
MÓDULO 1	8/25	24/25	5	22/25
MÓDULO 2	7,5/18	17,4/18	5	11/18
MÓDULO 3	7,29/16	16/16	4	10/16
MÓDULO 4	10,67/20	19,4/20	4	15/20
MÓDULO 5	13,2/20	19,6/20	4	14/20
MÓDULO 6	10,8/20	19,4/20	4	14/20

Fonte: Do autor, 2024.

Apesar de todos os treinamentos apresentarem resultados positivos na performance, para ambas as categorias de participantes, os resultados dos leigos mostram o poder desta ferramenta. De forma

rápida, em minutos, o protocolo mostra-se capaz de igualar indivíduos totalmente leigos à designers iniciantes. Ainda, os indicadores de fatores não cognitivos, ligados à motivação dos estudantes também foi capaz de representar fidedignamente a reação aos resultados de aprendizagem. Somados, os dois indicadores, podem ser uma ferramenta essencial para que professores possam conduzir cursos com níveis de formação profissional bem mais expressivos. Todos os dados relatados foram organizados na TAB 5 para os leigos, e na TAB 6 para os estudantes de design.

TAB 6. Resultados sintéticos do experimento de processos de fabricação: estudantes de design

INDICADORES DE PERFORMANCE	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL	TREINAMENTO	
			REPETIÇÕES	MÉDIA GERAL
–	–	–		
MÓDULO 1	8,04/24	18,33/24	84	17/24
MÓDULO 2	13,85/18	16,46/18	50	17/18
MÓDULO 3	11,57/16	15,19/16	32	14/16
MÓDULO 4	14,88/20	18,04/20	98	18/20
MÓDULO 5	17,88/20	19,45/20	70	19,42/20
MÓDULO 6	18,7/20	19,32/20	77	18/20

Fonte: Do autor, 2024.

3.3 MÉTODO APLICADO A AVALIAÇÕES INSERIDAS EM SALA DE AULA

Na aplicação dos protocolos em avaliações de disciplina ligadas a materiais e processos de fabricação para designers, os resultados foram considerados muito bons. Em relação à avaliação sobre materiais poliméricos, a média inicial obtida pelos alunos antes dos treinamentos foi de 14 em 24 pontos possíveis. Com a execução de 224 sessões de treinamento dos 25 alunos, a média subiu na avaliação final, para 22 pontos dos mesmos 24 possíveis. No treinamento, foram oferecidas 15 questões para revisão e a média dos alunos foi de 14 pontos em geral. Nota-se que, apesar do treinamento não trazer todas as questões da avaliação para revisão e treino, a recapitulação dos conceitos aparentemente ajuda na recuperação de outras questões e/ou informações, melhorando a performance de forma global.

No protocolo realizado fisicamente, em formulários de papel, e referentes aos materiais metálicos, a média inicial dos alunos foi de 18 pontos para 24 pontos possíveis. Os mesmos 25 alunos realizaram livremente 119 sessões de treinamento e totalizaram uma média de 14 pontos para os 15 oferecidos no treinamento. Como resultado, os alunos melhoraram a performance também nesta avaliação, e conseguiram atingir a média de 23 pontos dos 24 possíveis na avaliação pós treinamento.

No módulo dedicado aos materiais cerâmicos, e materiais naturais, os alunos conseguiram média de 16 pontos para os 24 possíveis na avaliação inicial. Nos treinamentos que continham 9



questões, os alunos conseguiram atingir a média geral de 8 pontos, repetindo 102 vezes os treinamentos. Como consequência, melhoram a sua performance para 21 pontos nos 24 possíveis na avaliação final sobre o tema.

Nos módulos dedicados ao entendimento de materiais compósitos, que não continham avaliação inicial, os alunos foram expostos à oportunidade de treino livre, durante duas semanas anteriormente à execução da prova, com 4 dias de espaçamento obrigatório da avaliação. O formulário continha questões abertas para treinamento dos conceitos e, dos 25 alunos, realizaram 64 repetições. Posteriormente, divididos em dois grupos, foram convidados a realizar uma prova e continha 12 questões. A média do primeiro grupo foi de 8 pontos e a do segundo grupo de 7 pontos. Percebe-se, que além da execução em número bem menor de sessões de treinamento, aparentemente, o treino mais lento e cognitivamente mais demandante com questões abertas, não resultou em uma performance do mesmo nível que os treinamentos anteriores.

Na execução dos exames globais, que mediam a assimilação dos conceitos durante o período semestral, a turma também foi dividida em dois grupos que realizaram uma avaliação de 80 pontos. Todos estes conceitos e questões eram idênticos aos colocados em avaliações anteriores. O primeiro grupo obteve uma média de 59 pontos e o segundo grupo uma média de 57 pontos nesta avaliação.

3.4 APLICAÇÕES DO MÉTODO EM CURSOS E WORKSHOPS

O primeiro aspecto relevante a ser apontado como conclusivo dentro dos resultados apresentados é o fato de que em todos os módulos e experimentos, todos os indivíduos apresentaram melhorias de performance nos indicadores cognitivos. Em alguns casos ou cursos, alguns indicadores de performance conseguiram aumentar mais 60%, o que comprova a eficiência do modelo utilizado. Em relação ao objetivo de posicionar o método para o ganho de expertise em conceitos nos primeiros anos do curso de design, o experimento realizado com indivíduos leigos mostrou-se fundamental. Os resultados apresentados em ganhos de performance de leigos foram relevantes, inclusive referente aos indicadores de fatores pedagógicos não cognitivos. Os módulos comprovaram que com minutos dedicados ao treinamento estruturado de forma correta é possível igualar o rendimento de performance de um leigo estudante dos primeiros anos do curso regular. Esta descoberta abre caminho para a utilização destes protocolos para que estudantes possam ganhar autonomia rapidamente. Assim, podendo utilizar os conceitos básicos de design de forma mais assertiva na execução de projetos e utilizando o tempo restante que foi otimizado pelo uso desses treinamentos para buscar experiência em solução de problemas na prática projetual.

O treinamento estruturado de forma protocolar como pontos de avaliação inicial e final, também permitiu a estruturação correta de correções, feedback e elogios que ajudam os estudantes tanto na aquisição de novos conceitos, como também na melhoria dos indicadores de autodeterminação,

motivação e mentalidade acadêmica de crescimento. Todos esses fatores de performance ainda são somados ao ganho de velocidade na execução dessas tarefas, ou seja, no reconhecimento dos conceitos e estímulos, no seu uso para categorização para justificação e até mesmo para elaboração de soluções mais rápidas. O ganho de velocidade é um mecanismo importante dentro dos estudos cognitivos, principalmente referentes à discriminação perceptiva. Como referenciado em outros trabalhos, os estudantes de design já realizavam as atividades de forma mais ágil que os leigos, porém, notou-se que os dois tipos de participantes conseguiram melhorar sua performance referente ao tempo necessário para execução das tarefas.

TAB 7. Resultados sintéticos do experimento em avaliações inseridas em sala de aula.

INDICADORES DE PERFORMANCE	AVALIAÇÃO INICIAL	AVALIAÇÃO FINAL	TREINAMENTO	
			REPETIÇÕES	MÉDIA GERAL
–	–	–		
POLÍMEROS	14/24	22/24	224	14/15
MATERIAIS METÁLICOS	18/24	23/24	119	14/15
MATERIAIS CERÂMICOS E NATURAIS	16/24	21/24	102	8/9
MATERIAIS COMPÓSITOS	–	7,5/12	64	–
GLOBAL	–	–	–	58/80

Fonte: Do autor, 2024.

4 CONCLUSÕES

Com a intenção de demonstrar válida a natureza da investigação proposta, os resultados esperados foram extraídos de duas perguntas que Moreira e Caleffe (2008) apresentam como cruciais para avaliar e esclarecer o propósito de uma pesquisa situada na área do ensino, sendo:

- Entende-se que o modelo pode potencializar o ensino do design por permitir maior dinâmica, flexibilidade e integração tecnológica, principalmente nos primeiros anos de curso; os resultados das experimentações em leigos, sem conhecimento no tema demonstram como a tecnologia foi bem sucedida neste aspecto. (Itens 4.2 e 4.3)
- Os resultados corroboram com a ideia de otimização do processo e, com isso, seria capaz de reduzir o tempo necessários para o cumprimento pedagógico em determinadas fases do ensino; os resultados da aplicação em curso livre aplicado à distância e também utilizados com estudantes de design de curso regular corroboram com este apontamento (Item 4.3)



- O protocolo aplicado favorece o avanço tecnológico no tocante da busca pelo melhoramento contínuo do ensino em sua totalidade; os módulos, após construídos, são de fácil reaplicação, com ajustes simples, propiciando a evolução contínua do modelo, seja na atualização de conteúdo, ajuste de elogios e feedbacks, ou até mesmo ampliação de programa didático.
- Os resultados enfatizam a necessidade de um despertar do sistema educacional para a utilização integrada do conjunto tecnológico em que se encontra a sociedade, para uso em sala de aula, a fim de coletar dados educacionais que possam fundamentar decisões pedagógicas; os experimentos realizados de forma física, em papel, se mostraram mais lentos e ineficientes, tanto para os estudantes como para o pesquisador. Os formulários por sua vez, foram preenchidos de forma rápida, em celulares, tablets, computadores de forma a se adaptarem à rotina e tipo de acesso disponível a cada participante.



REFERÊNCIAS

CAREY, B. How we learn: The surprising truth about when, where, and why it happens. Random House Trade Paperbacks. 2014.

ERICSSON, K. A. Creative expertise as superior reproducible performance: Innovative and flexible aspects of expert performance. *Psychological Inquiry*, 10, 329-333. 1999.

GELLER, E.H. *Perceptual Learning: Application to Education*. Psychology in Action. 2011.

GIBSON, E. J. *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton-Century Crofts. 1969.

LEFTEI, Chris. *Como se faz: 82 técnicas de fabricação para design de produtos*. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

LIKERT, R. A Technique for the Measurement of Attitudes, *Archives of Psychology*, 140: 1-55. 1932.

MOREIRA, H. CALEFFE, L. G. *Metodologia de Pesquisa para o professor pesquisador*. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2008.

MOTA-SANTOS, Ivan; LANA, SEBASTIANA LUIZA BRAGANÇA . PERCEPTUAL LEARNING EXPERIMENTATION ON THE TEACHING OF MANUFACTURING PROCESSES CONCEPTS FOR DESIGN STUDENTS. *THE TURKISH ONLINE JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY*, v. 1, p. 209-213, 2019a.

MOTA-SANTOS, I.; LANA, S. . Motivation Intended to Inform Design Teaching Practice. In: 5th International Conference for Design Education Researchers, 2019, Ankara. *Proceedings DRS Learn X Design 2019*, 2019. v. 1. p. 77-87. 2019b.

ROBINSON, Ken. Sir Ken Robinson: do schools kill creativity?, TED Ideas Worth Spreading. 2006. Acessado em Maio, 2017, https://www.ted.com/talks/ken_robinson_says_schools_kill_creativity

ROBINSON, Ken. Sir Ken Robinson: Bring on the learning revolution!, TED Ideas Worth Spreading. 2010a. Acessado em Maio, 2017, https://www.ted.com/talks/sir_ken_robinson_bring_on_the_revolution

ROBINSON, Ken. Sir Ken Robinson: Changing education paradigms, TED Ideas Worth Spreading. 2010b. Acessado em Maio, 2017, https://www.ted.com/talks/ken_robinson_changing_education_paradigms

SANTOS, IVAN MOTA; LANA, S. . Cognitive factors related to design pedagogy: a study of professors' and students' perception. In: 9th Information Design International Conference, 2019, Belo Horizonte. *Proceedings of the 9th CIDI and 9th CONGIC*, 2019. v. 1. p. 2820-2831. 2019c.

SANTOS, IVAN MOTA; LANA, SEBASTIANA LUIZA BRAGANÇA . Mentalidade Acadêmica no Ensino de Design: avaliação da percepção subjetiva de professores e estudantes de fatores não cognitivos. *COM A PALAVRA, O PROFESSOR*, v. 5, p. 191-209, 2020.

THOMPSON, R. *Manufacturing Processes for Design Professionals*. New York: Thames & Hudson, 2007.



WESTHEIMER, G. Spatial phase sensitivity for sinusoidal grating targets. *Vision Research*, 18, 1073-1074. 1978.