



FERRAMENTA MATRICIAL PARA AUXÍLIO À AVALIAÇÃO DAS HABILIDADES DE ALUNOS EM DISCIPLINAS COM PROJETOS

Vanessa Rosa Machado – vanessarm@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Av. Peter Henri Rolfs, s/n, Campus Universitário.

36570-900 – Viçosa – MG

Rafael de Paula Garcia – rafael.pgarcia@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Av. Peter Henri Rolfs, s/n, Campus Universitário.

36570-900 – Viçosa – MG

Dennis Brandão – dennis@sc.usp.br

Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação. Escola de Engenharia de São Carlos.

Av. Trabalhador são-carlense, 400

13566-590 – São Carlos – SP

Resumo: *Este artigo apresenta uma ferramenta voltada a professores e coordenadores de curso para auxiliar na avaliação das habilidades de alunos em disciplinas que requeiram projetos como recurso avaliativo. Com ênfase na melhoria do ensino, ela permite que relações de causa e efeito no desempenho e habilidades dos estudantes sejam indicadas através de matrizes que relacionam os erros e acertos praticados comumente em trabalhos avaliativos. Para o uso dessa ferramenta, exemplificado neste artigo, é necessário que se estabeleçam critérios objetivos de correção e que se lancem dados numéricos para que sejam descobertos pontos fortes e fracos no desempenho dos alunos. Apresenta-se um estudo de caso da aplicação da ferramenta na disciplina Representação Gráfica para Engenharia ministrada no segundo semestre de 2019 na Universidade Federal de Viçosa.*

Palavras-chave: *Avaliação de projetos. Análise matricial. Análise de habilidades. Estudo de caso.*

1 INTRODUÇÃO

Embora o ensino de representação gráfica esteja entre as disciplinas básicas de diversos cursos de engenharia, muitas dúvidas relacionadas ao seu processo de ensino-aprendizagem ainda pairam sobre as atuais metodologias adotadas por diversos professores e departamentos. Uma pauta, por exemplo, bastante discutida atualmente é a potencialidade dos desenhos como forma de representação do pensamento tridimensional para alunos de engenharias. Como já pontuado em Righetto (2001), a correspondência biunívoca entre a imagem mental e a representada acontece apenas com o desenvolvimento perceptivo do espaço. Mas como medir a absorção da visão espacial? Como obtê-la? Quais parâmetros devem ser pontuados para traçar metodologias? Quais as evidências do ensino-aprendizagem? Como avaliar a causalidade entre os atributos avaliados?

Respostas assertivas e relevantes a estas perguntas não são triviais e ainda são amplamente discutidas. Respondê-las possibilitaria repensar a abordagem dada hoje em dia a



disciplinas relacionadas à expressão gráfica em diversos cursos. Uma tentativa foi feita em Mafalda et al (1999), que ocasionou a reestruturação dos currículos de cursos de engenharia na EPUSP, antecipando a oferta de disciplinas de modelagem 3D nestes currículos. A decisão foi apoiada por uma discussão teórica que constatou que a abstração requerida nos desenhos de vistas ortográficas é mais complexa que a própria visualização tridimensional e postergá-la permitiria mais tempo para a aquisição da maturidade acadêmica necessária para que os alunos lidassem melhor com ela. Já os autores Leite e Paixão (2008) utilizaram uma análise observacional para concluir que a implantação de uma mudança na metodologia da disciplina de representação gráfica de projetos arquitetônicos acarretou uma mudança positiva na postura de alunos de engenharia civil. Preocupados com a qualidade do *feedback* das avaliações oferecido aos alunos, em Souza, Monat e Lessa (2016) e em Silva (2004) são desenvolvidas ferramentas computacionais para auxiliar docentes na elaboração, eficiência e otimização de tempo de suas práticas educacionais. Ferramentas baseadas em questionário para a avaliação do processo ação-reflexão-ação do professor são comparadas em Pereira, Lima e Neto (2006) com o intuito de serem indicadoras de melhorias da qualidade do ensino. Por fim, uma modificação em matrizes de impactos ambientais foi feita em Pizzo, Salazar e Freitas (2014) como uma proposta subjetiva para avaliação do ensino-aprendizagem.

Se, por um lado, “os educadores de um modo geral estão cada vez mais atentos à eficácia do processo educacional e estão tomando consciência de que os desafios que se colocam atualmente não poderão ser enfrentados usando métodos e técnicas de ensino convencionais” (CARVALHO, PORTO e BELHOT, 2001), por outro, eles não possuem ferramentas e/ou habilidades necessárias para verificar pontos importantes de mudanças para suportá-los em possíveis tomadas de decisão. É, portanto, tarefa fundamental instrumentalizar e desenvolver trabalhos que amparem o professor, agente de transferência de conhecimento que pode interpretar o ambiente educacional em que ele e seus alunos estão inseridos. Como assinalado em Belhot (2005), estes mecanismos podem ser prenunciadores de mudanças e facilitadores do acesso à educação eficiente.

Diante do exposto, o presente artigo apresenta na seção 2 uma ferramenta voltada a professores e coordenadores de curso para auxiliar na avaliação das habilidades de alunos em disciplinas que requeiram projetos como recurso avaliativo. Em conformidade com as ideias apresentadas em Bittencourt e Velasco (2000), esta ferramenta pode integrar um processo amplo de avaliação, auxiliando na compreensão do processo cognitivo do aluno ao ser aplicada em diferentes fases da disciplina e/ou do projeto avaliativo.

Com ênfase na melhoria do ensino, ela permite que relações de causa e efeito no desempenho e habilidades dos estudantes sejam indicadas através de matrizes que relacionam os erros e acertos praticados comumente em trabalhos avaliativos.

A aplicação de métodos estatísticos de causalidade, como por exemplo, o de Granger, não se adequa à natureza deste problema, pois os critérios de avaliação não se encaixam como séries temporais.

Para o uso dessa ferramenta é necessário que se estabeleçam critérios objetivos de correção e que se lancem dados numéricos para que sejam descobertos pontos fortes e fracos no desempenho dos alunos.

A avaliação dos dados permite redefinir critérios que melhor captem as nuances das diversas habilidades e, assim, identificar aspectos onde seja necessário empenhar mais ênfase durante as explicações teóricas e conceituais, permitindo avaliar dinâmicas e metodologias da própria disciplina.

Apresenta-se em seguida, na seção 3, um estudo de caso da aplicação dessa ferramenta na disciplina Representação Gráfica para Engenharia ministrada no segundo semestre de 2019 na Universidade Federal de Viçosa. Por tratar-se de uma ferramenta parametrizável, esta pode



ser perfeitamente aplicada em outras disciplinas de outras áreas do conhecimento. Finalmente, na seção 4, as conclusões.

2 UMA FERRAMENTA MATRICIAL COMO SUPORTE AO APRENDIZADO

Descreve-se nesta seção uma ferramenta matricial para o mapeamento, geração de correlações, causalidades e visualização dos principais erros/acertos cometidos por alunos em trabalhos avaliativos em disciplinas de graduação.

Consideremos um conjunto de n atributos a ser avaliado perante uma amostra de k indivíduos. A sistematização da ferramenta proposta neste trabalho se dá segundo a construção de três matrizes. A primeira, uma matriz de dimensões $k \times n$ e chamada de matriz de verificação dos erros $E_{k \times n}$, cujos elementos e_{ij} assumem valor 1 caso o indivíduo i cometa o erro j e 0 caso contrário. A matriz de somas dos erros $S_{n \times n}$, segundo passo da construção da ferramenta, é construída de acordo com informações de $E_{k \times n}$. Os elementos da diagonal principal s_{ii} com $i = 1, \dots, n$ assumem, respectivamente, os valores provenientes dos somatórios de cada coluna de $E_{k \times n}$. Os demais elementos da matriz são definidos linha por linha de acordo com o somatório das linhas de $E_{k \times n}$ que assumiram valores diferentes de 0 na composição do valor do elemento da diagonal correspondente àquela linha. E, por fim, a matriz de distribuição de porcentagem dos erros, representada por $P_{n \times n}$, é aquela cujos elementos da diagonal principal assumem o valor de 100% e os demais são as porcentagens dos valores relativos a posições na matriz $S_{n \times n}$ em relação ao valor da célula da diagonal principal, matematicamente, $p_{ij} = \frac{s_{ij} \times 100}{s_{ii}} \%$. O pseudocódigo desta ferramenta pode ser conferido abaixo.

Algoritmo: Pseudocódigo para a ferramenta

Inicialize $C = \{\text{conjunto de } n \text{ atributos a serem avaliados}\}$
 $E_{k \times n} = \text{matriz de verificação dos erros}$ de k amostras perante os atributos de C cujos elementos são definidos como
Para cada $i = 1, \dots, k$, **faça**
 Para cada $j = 1, \dots, n$, **faça**
 $e_{ij} = 1$, se i comete o erro j
 0, caso contrário
 Fim
Fim
 $S_{n \times n} = \text{matriz de somas dos erros}$ definida pelos elementos da matriz $E_{k \times n}$ como
Para cada $j = 1, \dots, n$, **faça**
 Para cada $i = 1, \dots, k$, **faça**
 $s_{jj} += e_{ij}$
 Se $e_{ij} \neq 0$, **então**
 $I = \{\text{conjunto de índices } i\}$
 Fim
 Fim
 Para cada $i \in I$ e $i \neq j$, **faça**
 $s_{ij} += e_{ij}$
 Fim



Fim

$P_{n \times n}$ = **matriz de porcentagem de distribuição dos erros** definida pelos elementos da matriz $S_{n \times n}$ como

Para cada $i = 1, \dots, n$, **faça**

$$p_{ii} = 100\%$$

Fim

Para cada $i = 1, \dots, n$, **faça**

Para cada $j = 1, \dots, n$, **faça**

Se $i \neq j$, **então**

$$p_{ij} = \frac{s_{ij} \times 100}{s_{ii}} \%$$

Fim

Fim

Fim

Como forma de exemplificar o seu uso, considere as informações da matriz de verificação de erros contidas na Tabela 1, que sumariza os erros cometidos por 5 indivíduos sob a perspectiva de 4 atributos. Nesta tabela, percebemos que o Indivíduo 2 comete erros nos atributos 2, 3 e 4, enquanto que, o Indivíduo 5, erra os atributos 1 e 3, já que assumem valores iguais a 1 nas respectivas colunas.

Tabela 1. Matriz C de verificação de erros

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Indivíduo 1	1	1	1	0
Indivíduo 2	0	1	1	1
Indivíduo 3	1	0	0	0
Indivíduo 4	0	0	1	0
Indivíduo 5	1	0	1	0

Para a matriz de somas, apresentada pela Tabela 2, a diagonal principal é obtida somando-se cada coluna i da matriz de verificação de erros e atribuindo-se o valor resultante à célula s_{ii} . Portanto, a célula s_{33} , que assume valor igual a 4, é obtida pela soma da terceira coluna da matriz da Tabela 1, $1 + 1 + 0 + 1 + 1 = 4$. Os demais valores de cada linha da Tabela 2 são obtidos pela soma dos elementos das colunas da Tabela 1 que contribuíram com valores não nulos para compor o valor do elemento da diagonal principal contido naquela linha. O elemento $s_{22} = 2$, da matriz de somas dos erros, foi obtido segundo a soma de 1's das duas primeiras linhas da matriz de verificação de erros. Logo, o preenchimento das demais células da matriz da Tabela 2 é feito segundo a soma correspondente dos valores das colunas das duas primeiras linhas da Tabela 1.

Tabela 2. Matriz S de somas dos erros

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	3	1	2	0
Atributo 2	1	2	2	1
Atributo 3	2	2	4	1
Atributo 4	0	1	1	1



Lê-se a partir da Matriz de somas dos erros representada na Tabela 2, avaliando-se como exemplo a linha 1, que dos três indivíduos que cometeram erro no atributo 1 ($s_{11} = 3$), um deles também errou no atributo 2 ($s_{12} = 1$), dois erraram no atributo 3 ($s_{13} = 2$) e nenhum deles errou no atributo 4 ($s_{14} = 0$).

A matriz de distribuição de porcentagens dos erros (matriz de erros), apresentada pela Tabela 3, dispõe os valores apresentados na Tabela 2 na notação de porcentagem. Ela considera cada elemento da diagonal principal como 100% e os demais elementos de uma linha são computados segundo as suas proporções em relação ao elemento interseção daquela linha com a diagonal principal. Para facilitar a visualização dos dados, é usada uma escala de cores.

Tabela 3. Matriz P de distribuição de porcentagens dos erros

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	100%	33%	67%	0%
Atributo 2	50%	100%	100%	50%
Atributo 3	50%	50%	100%	25%
Atributo 4	0%	100%	100%	100%

Analisando a matriz de erros para este exemplo, podemos compreender a propagação de erros relacionados a um determinado atributo. A análise pode ser feita segundo dois sentidos: por linhas ou por colunas. De acordo com o exemplo e analisando pelas linhas da Tabela 3, pode-se novamente afirmar, agora percentualmente, que entre todos os indivíduos que erram o atributo 1, 33% deles também erram os atributos 2, 67% erram o atributo 3, e nenhum deles erra o atributo 4. De todos os indivíduos que erram o atributo 2 (segunda linha), metade também erra o atributo 1 e o atributo 4 (50%) e todos também erram o atributo 3. A extrapolação destes dados seria que ao se errar o atributo 2, também se erra o atributo 3 e que, pouco provavelmente, se erra o atributo 4. Todos os indivíduos que erram o atributo 4 ($p_{44} = 100\%$), também erram os atributos 2 e 3 e acertam o atributo 1. Com a escala de cores empregada, as regiões mais escuras alertam uma maior tendência de correlação entre os atributos.

Toda a análise descrita anteriormente pode ser refeita sob uma perspectiva de acertos. Neste caso, basta que trocas binárias sejam feitas nos valores da matriz da Tabela 1 que, convenientemente, passa a ser chamada de matriz de verificação de acertos.

As demais matrizes, matriz de soma dos acertos apresentada na Tabela 4 e matriz de distribuição de porcentagens dos acertos apresentada na Tabela 5, são construídas e interpretadas segundo a mesma lógica das matrizes dos erros.

Tabela 4. Matriz S de somas dos acertos

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	2	1	0	1
Atributo 2	1	3	1	3
Atributo 3	0	1	1	1
Atributo 4	1	3	1	4



Tabela 5 Matriz P de distribuição de porcentagens dos acertos

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	100%	50%	0%	50%
Atributo 2	33%	100%	33%	100%
Atributo 3	0%	100%	100%	100%
Atributo 4	25%	75%	25%	100%

Uma abordagem igualmente interessante às descritas acima e que complementa a análise do desempenho dos indivíduos em relação aos atributos é a matriz proveniente da soma das matrizes de soma dos erros e acertos. A partir desta matriz teremos maiores evidências de correlações, podendo surgir maiores indícios de relação causa-efeito entre os atributos. A matriz de soma dos acertos e erros correspondente aos dados da Matriz de verificação de erros apresentados na Tabela 1 está apresentada na Tabela 6.

Tabela 6. Matriz S de somas dos erros e acertos

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	5	2	2	1
Atributo 2	2	5	3	4
Atributo 3	2	3	5	2
Atributo 4	1	4	2	5

Lê-se a partir da Matriz de somas dos erros e acertos representada na Tabela 6, avaliando-se como exemplo a linha 1, que dos cinco indivíduos que acertaram ou erraram no atributo 1 ($s_{11} = 5$), dois deles também acertaram ou erraram concomitantemente no atributo 2 ($s_{12} = 3$) e no atributo 3 ($s_{13} = 2$) e um deles acertou ou errou concomitantemente no atributo 4 ($s_{14} = 1$).

Complementa-se a representação percentual destes erros e acertos com a Matriz de distribuição de porcentagens dos erros e acertos, representada na Tabela 7.

Tabela 7. Matriz P de distribuição de porcentagens dos erros e acertos

	Atributo 1	Atributo 2	Atributo 3	Atributo 4
Atributo 1	100%	40%	40%	20%
Atributo 2	40%	100%	60%	80%
Atributo 3	40%	60%	100%	40%
Atributo 4	20%	80%	40%	100%

Indica-se a leitura conjunta das três matrizes “P” de distribuição de porcentagens: de “erros”, de “acertos” e de “soma de erros e acertos”. Ao se iniciar a leitura pela matriz de distribuição de porcentagens de soma de erros e acertos (conforme Tabela 7), verificam-se quais elementos possuem maior valor percentual, tais elementos indicam respectivos dois atributos que podem ser de interesses. Na Tabela 7, por exemplo, destacam-se os elementos p_{24} e p_{42} que indicam maior interesse na relação de erros e acertos dos atributos 4 e 2. A alta taxa de porcentagem indica grande possibilidade de causalidade entre os atributos.



Passando-se então para a análise das matrizes “P” de distribuição de erros e acertos individualmente (Tabelas 3 e 6), verifica-se que:

- (i) dos alunos que acertaram o “atributo 4”, 75% acertaram o “atributo 2”;
- (ii) todos os alunos que erraram o “atributo 4” erraram também o “atributo 2”;
- (iii) todos os alunos que acertaram o “atributo 2” acertaram também o “atributo 4”;
- (iv) dos alunos que erraram o “atributo 2”, metade errou o “atributo 4”.

De análise dos itens (i) a (iv) é possível visualizar uma relação de causa e efeito entre as habilidades avaliadas pelos atributos 4 e 2. Há evidência de que ter sucesso no atributo 4 é uma das causas para ter sucesso no atributo 2, afirmação está baseada nos itens (i), (ii) e (iii). O contrário, ter sucesso no atributo 2 é causa para ter sucesso no atributo 4, não parece ser tão evidente quanto a afirmação anterior, dado o item (iv), apesar do item (iii).

3 ESTUDO DE CASO

A ferramenta acima descrita foi aplicada na análise de 74 projetos finais da parte de AutoCad da disciplina Representação Gráfica para Engenharia, oferecida a 111 alunos dos cursos de Engenharia Elétrica (4º período), Engenharia de Produção (4º período) e Engenharia de Alimentos (7º período) pelo Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Viçosa no segundo semestre de 2019.

Para a avaliação destes projetos foram estabelecidos critérios para medir o desempenho do aluno no aprendizado das ferramentas do AutoCad; contudo, junto às faltas relacionadas ao mal uso dos recursos do programa, surgiram erros inesperados relacionados a falhas no entendimento de conceitos de representação gráfica.

Esses erros indicariam falta de compreensão conceitual de representação gráfica, inabilidade com a ferramenta do AutoCad ou apenas deslizos ao executar os desenhos? Quais erros poderiam ocasionar outros erros?

Para auxiliar na resposta a essas perguntas foi desenvolvida a ferramenta aqui apresentada e considerados os seguintes atributos: (Atributo 1) Telhado Invertido; (Atributo 2) Fachada Espelhada; (Atributo 3) Corte Espelhado; (Atributo 4) Mescla Corte/Fachada; (Atributo 5) Desnível mal representado (Ausente na fachada); (Atributo 6) Desnível mal representado (Patamar/degrau na fachada); (Atributo 7) Representação de Elementos Inexistentes; (Atributo 8) Não Representação de Elementos Existentes; (Atributo 9) Não Compreensão da distinção entre Corte/Fachada; (Atributo 10) Posição das vistas no modelo tridimensional e (Atributo 11) Uso de vistas erradas do modelo tridimensional.

Entre os erros encontrados, o mais comum foi a má representação do desnível na fachada, ausente em 30 e mal representada em 26 dos 74 projetos. Ao todo, corresponderam a 45% dos erros totais, 124. 24% dos erros estavam relacionados ao modelo tridimensional. 15% correspondiam ao uso de vistas erradas (por exemplo, vista inferior em vez de superior ou posterior em vez de frontal) e 9% dos erros eram relativos ao mal posicionamento destas vistas. Poucos alunos mesclaram elementos do corte à fachada ou vice-versa (3) e poucos não compreenderam conceitualmente suas definições (2).



Tabela 8. Matriz P de distribuição de porcentagens dos acertos

100%	97%	93%	96%	59%	66%	90%	84%	97%	88%	74%
94%	100%	93%	96%	60%	66%	90%	86%	97%	86%	74%
91%	94%	100%	96%	57%	68%	90%	84%	97%	84%	72%
92%	94%	93%	100%	59%	66%	92%	85%	97%	85%	75%
91%	95%	89%	95%	100%	41%	89%	86%	98%	89%	75%
94%	96%	98%	98%	38%	100%	92%	88%	98%	85%	77%
91%	94%	93%	97%	58%	66%	100%	88%	97%	85%	76%
90%	95%	92%	95%	60%	67%	94%	100%	98%	86%	76%
92%	94%	93%	96%	60%	65%	90%	86%	100%	86%	75%
95%	95%	92%	95%	62%	65%	90%	86%	98%	100%	76%
91%	95%	91%	96%	60%	67%	93%	87%	98%	87%	100%

Tabela 9. Matriz P de distribuição de porcentagens dos erros

100%	33%	0%	0%	33%	50%	0%	0%	0%	50%	17%
50%	100%	0%	0%	50%	50%	0%	25%	0%	25%	25%
0%	0%	100%	0%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	0%
0%	0%	0%	100%	33%	67%	33%	0%	0%	0%	33%
7%	7%	0%	3%	100%	0%	7%	17%	3%	20%	27%
12%	8%	15%	8%	0%	100%	12%	19%	4%	15%	31%
0%	0%	0%	14%	29%	43%	100%	43%	0%	14%	43%
0%	9%	0%	0%	45%	45%	27%	100%	9%	18%	36%
0%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	50%	100%	50%	50%
27%	9%	0%	0%	55%	36%	9%	18%	9%	100%	36%
5%	5%	0%	5%	42%	42%	16%	21%	5%	21%	100%

Tabela 10. Matriz P de distribuição de porcentagens dos erros e acertos

100%	92%	85%	88%	57%	65%	82%	77%	89%	85%	69%
92%	100%	88%	91%	59%	65%	85%	82%	92%	82%	72%
85%	88%	100%	89%	53%	69%	84%	78%	91%	78%	68%
88%	91%	89%	100%	58%	66%	89%	81%	93%	81%	73%
57%	59%	53%	58%	100%	24%	55%	58%	59%	61%	55%
65%	65%	69%	66%	24%	100%	64%	64%	65%	61%	61%
82%	85%	84%	89%	55%	64%	100%	84%	88%	78%	73%
77%	82%	78%	81%	58%	64%	84%	100%	85%	76%	70%
89%	92%	91%	93%	59%	65%	88%	85%	100%	85%	74%
85%	82%	78%	81%	61%	61%	78%	76%	85%	100%	70%
69%	72%	68%	73%	55%	61%	73%	70%	74%	70%	100%

A partir da matriz de soma de erros e acertos (Tabela 10), verificou-se que os critérios Telhado invertido, Fachada espelhada, Corte espelhado, Mescla de elementos corte/fachada e Não compreensão corte/fachada estão muito relacionados entre si.

Os desníveis mal representados (ausentes na fachada ou representados erroneamente como Patamar ou degrau) não estão relacionados a outros critérios.

O critério Representação de elementos inexistentes está muito relacionado ao critério fachada espelhada e ao de Mescla de elementos de corte/fachada.



O critério Não compreensão corte/fachada está muito relacionado ao de Representação de elementos inexistentes e ao de Não Representação de elementos existentes.

O critério de erro na Posição das vistas do modelo tridimensional está muito relacionado ao critério Telhado invertido e ao de Não Compreensão entre corte/fachada.

Não Compreensão entre corte/fachada é o critério que mais se relaciona aos demais.

A partir da Matriz de erros (Tabela 9), verificou-se que: grande parte dos que erram Corte Espelhado erram também a Representação do desnível na fachada, apresentando-o como patamar ou degrau; a maior parte dos que erram ao Mesclar elementos de corte e fachada erram também a Representação do desnível na fachada (patamar ou degrau) e a maior parte dos que erram a posição das vistas no modelo tridimensional erram também o Desnível na fachada, deixando de representá-lo.

A Matriz de acertos (Tabela 8) mostrou que acertar Telhado invertido e/ou Fachada espelhada e/ou Corte espelhado e/ou Mescla corte/fachada e/ou Representação de elementos inexistentes e/ou Não representação de elementos existentes e/ou Não compreensão de corte/fachada e/ou Posição das vistas do modelo tridimensional não está relacionado a acertar a representação do desnível na fachada.

A mesma matriz mostrou que acertar Telhado invertido e/ou Fachada espelhada e/ou Corte espelhado e/ou Mescla corte/fachada e/ou Representação de elementos inexistentes e/ou Não representação de elementos existentes e/ou Não compreensão de corte/fachada e/ou posição das vistas no modelo 3D estão relacionados mutuamente.

4 CONCLUSÕES

A ferramenta matricial aplicada mostrou-se útil para a avaliação do projeto final e da própria disciplina observada no estudo de caso. Ao revelar a relação de causa-efeito entre atributos, permitiu visualizar relações que não estavam evidentes, viabilizando estabelecer categorias de relevância entre os erros encontrados. Aqueles que se correlacionavam fortemente aos outros erros foram considerados mais relevantes que aqueles que não se relacionavam.

A ferramenta mostrou-se interessante para investigar as habilidades dos alunos e para avaliar a metodologia da disciplina, indicando pontos específicos em que é necessária maior investida de tempo ou alterações de métodos de ensino.

REFERENCIAS

BELHOT, Renato V. A didática no ensino de engenharia. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Campina Grande, 2005. **Anais**.

BITTENCOURT, Rosa M.; VELASCO, Ângela D. Avaliação nas disciplinas de desenho. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, 2000. **Anais**.

CARVALHO, Anna Cristina B. D.; PORTO, Arthur J. V.; BELHOT, Renato V. Aprendizagem significativa no ensino de engenharia. **Production** 11.1 (2001): 81-90.

LEITE, Regina C. G.; PAIXÃO, Edmilson L. Avaliação do ensino da representação gráfica de projetos arquitetônicos no curso de Engenharia de Produção Civil do CEFET-MG e a aprendizagem discente. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. **Anais**.



MAFALDA, R. *et al.* Avaliação da eficácia da reestruturação dos cursos de desenho para engenharia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. In: Congresso Brasileiro De Ensino Na Engenharia, 1999, Natal. **Anais.**

PEREIRA, Sérgio; LIMA, Joselice F.; NETO, João R. M. Proposta de uma ferramenta para auxiliar no processo de ação-reflexão-ação do professor. In: Congresso Brasileiro De Ensino Na Engenharia, 2006, Passo Fundo. **Anais.**

PIZZO, H. S.; SALAZAR, P.; FREITAS, V. Proposta de utilização de matriz de impactos ambientais (Leopold) variada aplicada ao processo de ensino-aprendizagem em IES: disciplinas teóricas. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Juiz de Fora, 2014. **Anais.**

RIGHETTO, A. V. Percepções visuais e suas representações. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2001, Porto Alegre. **Anais.**

SILVA, Elvio G. **Uma ferramenta de apoio à avaliação de disciplinas em cursos de graduação.** 2004. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro Universitário Eurípides de Marília – Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha, Marília – SP.

SOUZA, Raphael A.; MONAT, André S.; LESSA, Washington D. Ferramenta de padronização para avaliação de trabalhos de design em 3d. **Blucher Design Proceedings**, v. 2, n. 9, p. 2431-2440, 2016.

MATRIX TOOL TO ASSIST THE ASSESSMENT OF STUDENTS SKILLS IN DISCIPLINES WITH PROJECTS

Abstract: *This paper presents a tool to teachers and course coordinators to assist them in the assessment of students' skills in disciplines that require projects as an evaluative resource. Emphasizing on improving teaching, it allows cause-and-effect relationships in students' performance and skills be indicated through matrices that relate the mistakes and successes commonly practiced in evaluative works. For the use of this tool, exemplified in this paper, it is necessary to establish objective criteria for correction and to release numerical data in order to discover strengths and weaknesses in student performance. A case study of the application of the tool in the discipline Graphic Representation for Engineering is presented in the second semester of 2019 at the Federal University of Viçosa.*

Keywords: *Project evaluation. Matrix analysis. Skills analysis. Case study.*